

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 21 NÚMERO 124 / R\$ 7,00

CIÊNCIAHOJE

EINSTEIN

*Manuscrito original
encontrado
no Brasil*

A. Einstein. 7. I. 25.



**As poucas
mulheres da
Academia**



**O impacto da
introdução
de peixes novos**



**O semi-árido
baiano diante
da globalização**

ENTREVISTA COM PRÊMIO NOBEL JAMES CRONIN

UM PAÍS NÃO PODE SE POR UM M

O QUE É A DENGUE.

A dengue é uma doença transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti*, originário da África, que também é responsável pela febre amarela e a dengue hemorrágica.

Hoje a dengue está presente praticamente em todo o Brasil, com exceção dos Estados do Amazonas e Amapá. Daí a atual campanha que o Ministério da Saúde está fazendo, com a participação de toda a sociedade, para que a dengue seja erradicada do nosso país. O mosquito da dengue, o *Aedes aegypti*, tem algumas características muito especiais: ele é escuro e rajado (listrado) de branco, é menor que o pernilongo comum (muriçoca), tem por hábito picar durante o dia e se desenvolve em água parada e limpa.

COMO EVITAR A DENGUE.

A única maneira de evitar a dengue é não deixar o mosquito nascer. Para isso, é preciso acabar com os criadouros onde o *Aedes aegypti* se desenvolve, ou seja, todo lugar onde existe água parada e limpa, em qualquer tipo de recipiente que acumule água.

Veja onde mora o perigo e como fazer para se



prevenir da dengue:

- Caixas d'água, poços, tambores, cisternas e outros depósitos de água devem estar sempre muito

bem tampados.

- Não deixe acumular água em pratos de vasos de plantas e xaxins. Ao lavar, passe pano ou bucha para eliminar completamente os ovos do mosquito.

- Garrafas vazias devem ser



guardadas de cabeça para baixo.

- Copos descartáveis, tampinhas de garrafas, latas, tudo



o que acumula água deve ser jogado no lixo.

- Cuidado também com pneus jogados no quintal. Eles podem acumular água da chuva, tornando-se um dos lugares preferidos pelo *Aedes aegypti*.

- Lave os bebedouros de aves e animais com



INTEIRO R DERROTADO OSQUITO.

uma escova ou bucha e troque a água uma vez por semana.

- Limpe as calhas e a laje da sua casa. Se tiver piscina, lembre-se de que a água deve estar sempre tratada.

QUAIS OS SINTOMAS DA DENGUE.

A dengue pode atacar qualquer um. Para saber quando uma pessoa está contaminada pela doença, estes são os principais sintomas:

- a dengue provoca febre alta, muitas vezes passando dos 40 graus, e que demora vários dias.
- provoca dor de cabeça, dor nos olhos, nos músculos, nas juntas, daí a dengue ser conhecida também como "febre de quebra ossos".
- surgem manchas avermelhadas por todo o corpo e, em alguns casos, é possível ocorrer sangramento da gengiva e do nariz.
- a pessoa fica com falta de apetite e sente muita fraqueza, sem vontade para nada.

Estes são os principais sintomas da dengue comum, mas existe uma outra, mais grave, que é a dengue hemorrágica. Os sintomas iniciais são os mesmos da dengue comum. A diferença é que, quando a febre acaba, começam a surgir sangramentos, a pressão cai, os lábios ficam roxos e a pessoa, além de sentir fortes dores no abdômen, alterna sonolência com agitação. A dengue hemorrágica é muito perigosa e pode levar a pessoa à morte.

O QUE FAZER QUANDO ALGUÉM ESTÁ COM DENGUE.

A pessoa com dengue deve ficar em repouso, beber muito líquido e só usar medicamento para aliviar as dores e a febre.

Mas cuidado: não devem ser usados remédios à base de ácido acetil salicílico, como por exemplo a aspirina e o AAS.

Toda pessoa que apresentar sintomas da doença deve procurar um posto de saúde para obter orientação médica.

O BRASIL CONTRA A DENGUE.





CARTAS

EDITORIAL



UM MUNDO DE CIÊNCIA

Alguns sistemas físicos parecem ajustar-se internamente para estar sempre próximos do equilíbrio. Essa propriedade, denominada 'criticalidade auto-organizada', só havia sido comprovada em modelos teóricos criados em computador. Agora, experiência com avalanches de grãos de arroz confirma a teoria.

Por Sérgio L. A. de Queiroz.

CRÔNICA

Henrique Lins de Barros relata, com bom humor, por que um trabalho seu foi citado nas notícias sobre a detecção de compostos orgânicos em meteorito vindo de Marte, o que gerou a hipótese de que já teria existido vida naquele planeta.

RESENHA

Os efeitos da radiação ultravioleta sobre os seres vivos e as consequências da destruição da camada de ozônio da atmosfera atraem o interesse da sociedade em todo o mundo, tornando oportuno o livro *Ozônio e radiação UV-B*, de Volker W.J.H. Kirchhoff. Por José A. Torsani.

4 TOME CIÊNCIA

14

O colorido das flores não parece ser apenas um elemento decorativo. O papel que os vários matizes exercem na reprodução das plantas ainda não está totalmente claro, mas estudos mostram a influência da cor das flores sobre insetos e outros agentes polinizadores. Por Clara Alarcón.

OPINIÃO

18

6 A situação da ciência e da tecnologia no Brasil indica que o país está melhor nesse campo do que outras nações em desenvolvimento, mas precisa aumentar as verbas destinadas ao binômio pesquisa e desenvolvimento e dedicar maior fração desses recursos à pesquisa aplicada. Por José Goldemberg.

DOCUMENTO

22

9 Um manuscrito de Albert Einstein, datado de 1925, foi localizado no Brasil. O documento, que traz o conteúdo de uma comunicação feita à Academia Brasileira de Ciências, é o único trabalho em que Einstein compara suas idéias sobre a natureza da luz com outras teorias da época. Por Alfredo T. Tolmasquim e Ildeu de C. Moreira.

10 ENTREVISTA 30

O norte-americano James W. Cronin, Prêmio Nobel de Física em 1980, fala dos mistérios que cercam os raios cósmicos, partículas de elevada energia que chegam à Terra, e das repercussões – até filosóficas – de suas descobertas. Por Ronald C. Shellard e Cássio Leite Vieira.





Peixes de outras águas

Ângelo Antônio Agostinho e Horácio Ferreira Julio Jr.

Espécies de peixes levadas pelo homem para rios e lagos distantes de seu habitat natural, ou que acidentalmente atingem novas águas, podem causar profundas transformações ambientais. Tais impactos negativos ocorrem inclusive no Brasil.

Semi-árido da Bahia: pobreza econômica e exclusão social

Wilson F. Menezes

Análise cuidadosa mostra que as características da economia da região do semi-árido baiano – concentração fundiária, estrutura rural anacrônica, produção urbana incipiente e atraso técnico – impedem o desenvolvimento socioeconômico regional, que dependeria ainda de melhorias na estrutura viária, nos sistemas de comercialização e nas condições de saúde e educação.



RECHERCHE CIÊNCIAHOJE

As modernas 'ferramentas' para estudar o cérebro

Maurice Mashaal

Os rápidos avanços da tecnologia, nas últimas décadas, vêm dotando os cientistas de instrumentos cada vez mais eficientes para pesquisas sobre a estrutura e a atividade do cérebro humano. Algumas técnicas quase permitem 'ver' a mente funcionando.

36 : R E P O R T A G E M

60

Nos 80 anos de existência da Academia Brasileira de Ciências, a participação feminina foi pequena, mas vem aumentando nos últimos anos, segundo a socióloga Fanny Tabak. O tema da presença da mulher em carreiras científicas também é resgatado através da história das organizações femininas universitárias no país e de um perfil da mais antiga associada viva da ABC, a matemática Maria Laura Mouzinho Leite Lopes.

46

É B O M S A B E R

66

O aumento, no país, dos casos de envenenamento mostra a falta de orientação da população sobre produtos tóxicos e a desinformação na área da toxicologia médica. Por Luiz Querino A. Caldas, Ana Cláudia L. Moraes e Alfredo Unes.

C I Ê N C I A E M D I A

70

- A ciência obtém avanços no diagnóstico e tratamento da infecção pelo retrovírus HTLV-I.
- *Software* une sintetizador de voz e impressão em Braille e permite a deficientes visuais acesso à informática.

TECNOLOGIA

74

54

- O aumento do cultivo de uvas no Brasil levou a estudos, envolvendo pré-tratamentos químicos e controle do processo de secagem, que tornam a produção de passas mais eficiente.
- Parceria universidade-empresa cria sistema avançado para otimizar a produção de álcool, através do controle computadorizado de todas as etapas do processo nas destilarias.



Reciclagem de lixo

Venho apresentar meus agradecimentos a esta revista que tem se mostrado tão eficiente em seu papel. Os conceitos científicos apresentados em suas matérias são para mim de utilíssimo valor, pois estou fundando em minha cidade um grupo ambiental (...).

Apesar do meu entusiasmo, sempre foi difícil trabalhar, pois não temos à mão materiais educativos que debatam o assunto (...). Queria fazer uma campanha de reciclagem de materiais, mas nem sei como começar. É triste, pois bem aqui do lado situa-se Morro Branco, uma das mais belas praias do litoral cearense, e logo na entrada da praia existe um grande buraco onde se coloca 'todo' o lixo de Beberibe.

Peço ajuda para que uma idéia assim não se acabe em nada. Sou-lhe muito grato pela ajuda que vou receber, seja qual for, e também pela chance que revistas como a sua dão a pessoas como eu.

Nasário Gomes Neto, Rua Monsenhor Dourado s/n, Beberibe, CEP 62840-000, Ceará.

Caro leitor, uma sugestão é que escreva para a entidade chamada Cempre (Compromisso Empresarial para a Reciclagem), aos cuidados de D. Cleide. O endereço é: Rua Pedroso Alvarenga, 1254, conjunto 52, São Paulo, SP, CEP 04531-004, tel. (011) 852-5200. O Cempre publica um boletim sobre

reciclagem e também está em condições de dar orientações. Sobre meio ambiente, uma boa idéia é entrar em contato com a Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, à Rua Miranda Valverde, 103, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22281-000, telefone (021) 537-7565.

Além disso, publicamos seu endereço para que outras pessoas possam trocar informações com você.

Dobras no Tempo

Na resenha do livro de George Smoot e Keay Davidson, *Dobras no Tempo*, da autoria do professor Nelson Pinto Neto, publicada em *CH* nº 120, ressalta a perfeita cobertura dos aspectos principais do referido livro. Para nós, cosmólogos amadores, as descobertas do satélite COBE foram recebidas com uma certa ansiedade, face à expectativa em torno da existência ou não de anisotropia na radiação cósmica de fundo.

Comecei a estudar a origem do Universo em 1944, aos 14 anos, quando a cosmologia era, ainda, assunto de filósofos e teólogos. Os físicos que se prezavam não a viam como ciência. É uma longa história que, agora, preenche a minha velhice de engenheiro-militar, antigo projetista de grandes usinas hidrelétricas, mantendo-me sempre pressuroso e sempre atento. Praticamente acompanhei todo o nascimento e a consolidação da

cosmologia como ciência séria, preocupada em desvendar os segredos do início de tudo.

O professor Nelson abre o véu que vem, de algum modo, cobrindo os trabalhos do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, onde o professor Mario Novello realiza, periodicamente, as 'Escolas de cosmologia e gravitação'. Conheço o modelo de 'Programa para o universo eterno' do professor Mario Novello.

A *Ciência Hoje* já publicou, em julho de 1987, um extenso e muito bem elaborado artigo do professor Gil da Costa Marques sobre 'O início e o fim do Universo'. O trabalho do professor Gil segue as linhas do modelo-padrão. A pergunta que faço é se não seria o caso de o professor Nelson Pinto Neto produzir, em *CH*, nove anos depois, um artigo atual sobre o mesmo assunto, contemplando as pesquisas do CBPF. As peculiaridades, ele deixa aflorar na resenha, em função das 'derrapadas' de George Smoot. Para o público leigo, interessado no assunto, seria um ótimo presente.

Luiz Carlos Porto Alegre
Rosa, Rio de Janeiro.

Correção I

No artigo 'Novas Técnicas para fotografar o cérebro humano em plena ação', traduzido da revista *La Recherche* e publicado na edição anterior, as siglas referentes aos diferentes tipos de ressonância

magnética utilizadas no texto (MRIf e MRiA) não são as adotadas no Brasil. Aqui, são conhecidas respectivamente como RMNf (Ressonância Magnética Nuclear funcional) e RMNa (Ressonância Magnética Nuclear atômica).

Correção II

A generalização desenvolvida pelo físico Constantino Tsallis, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), para o princípio de Jaynes é conhecida como 'termoestatística de Tsallis' e não 'termoestática de Tsallis', como está no texto 'Nova teoria ajuda a explicar distribuições de Lévy', publicado na edição anterior. Nas referências finais ao mesmo texto, foram grafados incorretamente os nomes das revistas *Physics Letters* e *Physics Today*.

Créditos

As fotos e ilustrações da matéria 'Como conviver com as baleias', publicada na última edição de *Ciência Hoje*, saíram sem os créditos correspondentes. Todas as fotos publicadas são de autoria de Bia Hetzel. O mapa do litoral do Rio de Janeiro foi elaborado com base em informações reunidas por M. Ellis, e o esquema sobre as distâncias que os barcos devem manter das baleias foi adaptado de *Whale Watching Guidelines*, editado por Australian National Parks and Wildlife Services.

REPERCUSSÕES DO LANÇAMENTO DO PRONEX

Como era de se esperar, a divulgação do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex) pelo Ministério de Ciência e Tecnologia produziu notável impacto na comunidade científica do país. Embora a idéia inicial do programa tenha sido lançada há alguns anos, o texto publicado no Diário Oficial da União de 6 de agosto gerou reações que merecem consideração e análise.

Desencadeou-se, de imediato e de forma generalizada, uma corrida para a apresentação de candidaturas, acompanhada pela busca frenética de parceiros. A explicação de que isso se deveu à relativa exigüidade do tempo disponível (45 dias) talvez não dê conta de todo o processo. Sabe-se já que outros fatores devem ser levados em consideração. Assim, por exemplo, até mesmo grupos e departamentos reconhecidos nacional e internacionalmente buscaram novas associações para o fim específico de atender ao Pronex. Por outro lado, há também o caso de grupos de pesquisa com tradição que, apesar de numerosos e ativos, não contam com o mínimo de três pesquisadores nível I do CNPq exigido pelo edital. Estes buscaram socorro em nomes credenciados de outros laboratórios ou simplesmente não se candidataram.

Hipóteses podem ser levantadas para tentar explicar o processo. É inegável, por exemplo, a presente escassez de recursos destinados ao fomento. Neste panorama, o Pronex terá então surgido como verdadeira tábua de salvação. Para aumentar as probabilidades de sua aprovação, o projeto submetido deveria então ser fortalecido ao máximo. Uma forma de obter tal resultado seria a apresentação conjunta de grupos. Os R\$ 38 milhões, em vez dos 100 milhões inicialmente divulgados, prenunciam uma competição mais acirrada, o que teria estimulado ainda mais tal movimento. O problema é que nas associações obtidas assim, *ad hoc*, os grupos de pesquisa existem individualmente, mas os grupos de excelência resultantes só existem para fins de financiamento. O processo embute um perigo óbvio: uma vez aprovado o respectivo projeto, cada um dos laboratórios integrantes do novo grupo continuaria com trabalhos próprios. Levado ao seu extremo, o procedimento poderia conduzir a que se considerasse até mesmo uma sociedade científica como grupo de excelência. Se isto de fato ocorreu, é possível prever que o número de associações apresentadas deverá ultrapassar o nível de intercâmbio hoje existente.

Há certamente outros fatores associados ao precedente. Um deles é o sentimento de exclusão. O grupo que não obteve sucesso em sua solicitação poderá passar a ser visto como de classe ou categoria inferior, em relação aos eventualmente aprovados. Claro está que uma coisa não significará necessariamente a outra, mas a existência do sentimento é fácil de constatar, e poderá ter contribuído para que a reação ao lançamento do Pronex tenha sido a que foi.

Impressiona que o projeto original dos Laboratórios Associados tenha obtido aprovação geral, manifestada em público, e que o Pronex, seu sucessor, tenha gerado reações tão surpreendentes ao entrar em execução. Existem algumas diferenças entre um e outro.

O projeto dos Laboratórios Associados estava essencialmente focalizado na continuidade de fornecimento de recursos a grupos ou instituições de pesquisa com história de desempenho científico de mérito reconhecido através dos habituais padrões de avaliação pelos pares. Pretendia-se assim dar estabilidade aos grupos com trajetória já cumprida, sem contudo isentá-los do acompanhamento e da avaliação continuada. O encaminhamento do Pronex talvez não tenha deixado esse ponto bem esclarecido. Por um lado, apesar do longo espaço de tempo decorrido desde o lançamento da idéia até hoje, a elaboração final do Pronex teve a desvantagem de não receber os benefícios de uma apreciação mais ampla, tanto de órgãos da administração como da própria comunidade. Vale lembrar que o projeto dos Laboratórios Associados foi formalmente aprovado em encontro dos dirigentes do CNPq, Finep e Capes, durante reunião anual da SBPC. Isto após haver sido apresentado às sociedades científicas para discussão e oferecimento de sugestões. Portanto, é possível que não tenha havido tempo suficiente para a maturação do Pronex.

Também deve ser ressaltado o atual quadro de dificuldade de obtenção de recursos para a pesquisa no país (à parte a Fapesp, permanente exemplo de exceção). Nesse aspecto, como alertou a Sociedade Brasileira de Física na sua reunião de setembro último, o CNPq não libera recursos para projetos aprovados, as bolsas de apoio técnico e de recém-doutor sofreram grandes cortes e a Finep acaba de impor reduções significativas em valores recomendados pela equipe técnica para projetos que deram entrada na agência há mais de dois anos. Dessa maneira, o Pronex traria uma perspectiva real de financiamento a curto prazo, e seria fundamental aproveitá-lo. Estariam então os cientistas apreensivos quanto ao futuro do fomento de suas atividades? Haveria incertezas quanto ao prosseguimento do Pronex?

Outras dúvidas têm sido levantadas por membros da comunidade. Que benefício traria para a atividade de pesquisa no país a introdução desse novo tipo de organização? Os mecanismos de seleção serão capazes de hierarquizar as propostas em bases meritocráticas? Tais critérios não incluirão alguma preocupação redistributiva, seja por áreas de conhecimento, seja no plano regional? Será mantida a idéia básica do programa, que é oferecer estabilidade, ou novamente ocorrerá a fragmentação dos orçamentos?

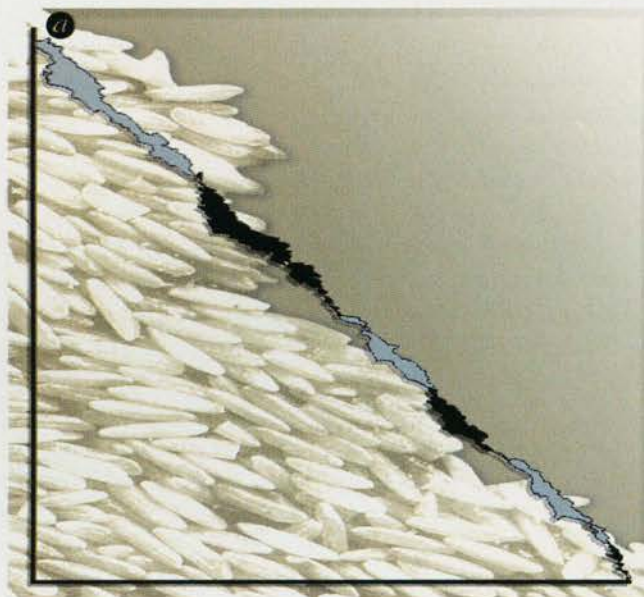
Indagações como estas apontam, antes de mais nada, para a necessidade de uma avaliação cuidadosa do perfil do universo estabelecido com a apresentação de centenas de grupos na primeira rodada do Pronex. Os achados resultantes de tal análise poderão ser os melhores indicadores para fundamentar eventuais correções de rumos e procedimentos, com vistas a um desempenho ótimo do programa. E não deixarão de constituir precioso subsídio para a história da nossa contemporânea ciência.

O que avalanches de grãos de arroz podem revelar aos físicos?

Os físicos sempre procuram descobrir, entre os inumeráveis aspectos dos fenômenos naturais, alguns poucos mecanismos que sejam essenciais, ou seja, que possam explicar, pelo menos em linhas genéricas, o maior número possível de observações aparentemente desconexas. Tais propriedades são denominadas 'universais'. A frase "a força que faz a maçã cair é a mesma que mantém a Lua em órbita em torno da Terra", atribuída a Isaac Newton, é um exemplo bem-sucedido dessa síntese, no caso da teoria da gravitação universal.

Uma extensão inovadora desse conceito de 'universalidade' foi introduzida pela teoria moderna de fenômenos críticos e transições de fase, desenvolvida a partir da década de 60. Fenômenos críticos são aqueles que envolvem mudanças abruptas (como o equilíbrio de forças entre as placas da crosta terrestre, que de um momento para outro pode se romper e causar terremotos), e transições de fase são alterações físicas decorrentes dessas mudanças abruptas (como a passagem da água do estado líquido ao sólido, com o congelamento).

No exemplo da gravitação, a 'universalidade' da teoria reside em que a mesma força atua nos dois casos. De forma semelhante, o estudo das tran-



Avalanche com grãos de arroz do tipo (a). O gráfico apresenta dois perfis (antes e depois da avalanche), e as áreas contidas entre esses perfis representam a reorganização da massa na pilha. As perdas de massa são indicadas em cinza e os ganhos em preto. A obtenção de gráficos desse tipo, em cada avalanche, permite calcular o tamanho de cada avalanche.

sições de fase revela que, mesmo se os mecanismos físicos que induzem essas mudanças de fase são diferentes, em casos distintos, algumas quantidades associadas à descrição dos fenômenos, como os expoentes críticos, podem ter o mesmo valor numérico, dependendo apenas de algumas simetrias. Quando, por exemplo, um fluido (como um gás) aproxima-se da chamada temperatura crítica (T_c), sua compressibilidade diverge (tende a tornar-se infinitamente grande) proporcionalmente a $(1-T/T_c)^{-\gamma}$. Igualmente, na transição de um ferromagneto do tipo

uniaxial da fase de baixa temperatura (com imantação espontânea) para a fase paramagnética (sem imantação), de alta temperatura, a suscetibilidade magnética também passa a ser descrita por $(1-T/T_c)^{-\gamma}$.

Nos dois casos, os valores de temperatura crítica (T_c) são diferentes, mas o expoente γ tem o mesmo valor 'universal' – aproximadamente 1,25. A teoria mostra que isso acontece porque, para ambos os sistemas, a dimensionalidade espacial é a mesma (três dimensões) e o parâmetro de ordem (a densidade, para o fluido, e a magnetiza-

ção, para o ferromagneto) é um escalar, ou seja, uma grandeza que pode ser representada por apenas um número (e não, por exemplo, por um vetor). Esse resultado é suficiente, porque mostra que, próximo ao ponto crítico, o alcance das correlações é tão longo que detalhes além dessas simetrias básicas entre os dois sistemas se tornam irrelevantes – isso significa que, perto do ponto crítico, apenas as propriedades globais de cada sistema são importantes, e não as propriedades individuais dos seus componentes.

O sucesso das idéias de 'universalidade' em transições de fase foi encorajador. No entanto, muitos fenômenos classificáveis genericamente como 'críticos' – por envolverem mudanças abruptas – têm aspectos importantes que fogem à descrição delineada acima. Uma dessas discrepâncias envolve o conceito de 'região crítica'. A temperatura crítica, nos exemplos do fluido e do ferromagneto, pode ser estimada (em ordem de grandeza) como aquela em que os efeitos de desordem devidos à agitação térmica contrabalançam a tendência ao ordenamento decorrente das interações internas (moleculares ou magnéticas, conforme o caso). O comportamento crítico

co ocorre apenas em faixa estreita (δT), a região crítica, em que a temperatura do sistema está em torno da temperatura crítica (T_c). Tipicamente, essa região pode ser representada por $\delta T/T_c \sim 10^{-2}$ (ou menor). Assim, a temperatura deve sofrer uma sintonia fina (de modo semelhante à sintonia necessária para captar uma estação de rádio) para que a 'criticalidade' seja observada nos fenômenos críticos convencionais.

Gradualmente, no entanto, os pesquisadores na área perceberam que muitos fenômenos não necessitam dessa sintonia fina. Ao contrário, tais fenômenos parecem ocorrer para valores de parâmetros que varrem várias ordens de grandeza. Exemplos observados incluem terremotos, incêndios em florestas, precipitação pluviométrica e outros. No caso dos terremotos, apenas os mais intensos chegam ao conhecimento da população em geral, mas os sismólogos sabem que ocorrem tremores de terra quase continuamente em todo o planeta, com diferentes ordens de intensidade. A grande maioria, porém, é tão fraca que só pode ser detectada por instrumentos muito sensíveis.

Nesses casos, o próprio sistema parece ajustar-se internamente, para estar sempre próximo do equilíbrio – entre tendências conflitantes – que caracteriza o comportamento crítico. No exemplo dos terremotos, as placas tectônicas disputam espaço umas com as outras, avan-

çando, cedendo e ajustando-se, sempre perto de romper o precário balanço de forças. Esse tipo de sistema ganhou a denominação geral de 'criticalidade auto-organizada' (*self-organized criticality*, ou SOC).

O protótipo de um sistema desse tipo seria, em princípio, uma pilha de grãos de areia. Em teoria, quando se constrói uma pilha de areia depositando os grãos lentamente, chega um momento em que a superfície livre atinge uma inclinação tal que se torna instável. A partir daí, a adição de novos grãos provoca avalanches que tendem a manter, em média, o ângulo de inclinação em torno de seu 'valor crítico'.

Entretanto, para que um sistema seja classificado como 'criticalidade auto-organizada', não basta existir esse reajustamento interno, que mantém a iminência do deslizamento. É necessário, também, que ocorram avalanches de todos os 'tamanhos' (como as variadas intensidades dos terremotos). A condição matemática é a de que a probabilidade de ocorrência de uma avalanche de um dado tamanho varie, em função desse tamanho, como uma lei de potência (inexistindo, portanto, um tamanho 'típico' ou 'médio' de avalanche), e não como, por exemplo, uma dependência exponencial (caso em que haveria um tamanho 'típico', dado pelo fator de amortecimento da exponencial).

Em experimentos reais com pilhas de areia, observa-

se que o ângulo crítico é mantido mais ou menos constante. No entanto, a distribuição tipo lei de potência para os tamanhos de avalanches é muito mais difícil de se verificar. Já para 'areia teórica', ou seja, em simulações computacionais, nas quais as leis de interação entre os grãos são definidas pelo autor do programa, a previsão teórica confirma-se com muito boa precisão.

Esse resultado computacional, porém, é insatisfatório: por mais que simulações numéricas sejam um instrumento útil, o objetivo principal da física é prever e/ou explicar o que acontece em sistemas físicos reais. A procura de uma realização experimental de 'criticalidade auto-organizada' é tema de artigo publicado recentemente na revista *Nature* *. Os autores, uma equipe do Departamento de Física da Universidade de Oslo, na Noruega, investigaram avalanches em pilhas de grãos de arroz, em vez de areia.

Uma razão para essa escolha é que, por suas dimensões, grãos de arroz são mais apropriados para seleção individual do que grãos de areia. Os autores utilizaram três tipos de grãos, diferentes em sua forma e em suas características superficiais: a) alongados e rugosos; b) aproximadamente esféricos e polidos; c) alongados e polidos.

As pilhas foram confinadas entre placas de vidro paralelas entre si e separadas por uma distância da ordem

do tamanho de um grão, de modo que a situação experimental tornou-se efetivamente bidimensional. Isso é conveniente porque diminui o total de quantidades a serem observadas, aumentando o controle sobre o experimento. As diferenças entre configurações 'antes' e 'depois' de uma avalanche são medidas pela diferença de áreas entre os perfis correspondentes (figura 1).

Uma definição precisa do 'tamanho' de uma avalanche envolve o número de grãos deslocados e a distância vertical percorrida por cada um no decorrer da avalanche. Em outras palavras, o 'tamanho' é a energia média total (ϵ) dissipada no campo gravitacional terrestre entre a situação inicial e a final. Isso é semelhante à intensidade de um terremoto medida, por exemplo, na escala Richter, proporcional à energia total liberada em um abalo.

Levando em conta as dimensões, necessariamente finitas, dos sistemas utilizados em suas experiências e os resultados observados, os autores concluíram que, para os grãos de arroz do tipo (a) ou (c), as características de uma 'criticalidade auto-organizada' estão presentes: a probabilidade – $P(\epsilon)$ – de ocorrência de uma avalanche de determinado tamanho – ϵ – varia segundo a fórmula $P(\epsilon) \propto \epsilon^{-\alpha}$, onde o expoente α é ligeiramente maior que 2 (o símbolo $\propto$ indica proporcionalidade).

No entanto, para grãos do tipo (b), mais esféricos, os

pesquisadores verificaram que a distribuição correspondente é diferente, variando exponencialmente. No caso desses grãos mais esféricos, portanto, existe um tamanho típico de avalanche. Esse resultado foi tão importante quanto os anteriores, porque mostrou os limites de validade da idéia de 'criticalidade auto-organizada'.

As experiências mostraram que o fator crucial é a

forma, e não o tipo de superfície: para haver 'criticalidade auto-organizada', os grãos devem ser alongados (não importa se polidos ou rugosos). A explicação física é a seguinte: os grãos alongados necessariamente têm que deslizar sobre os outros para se moverem. Tal mecanismo implica um atrito efetivo muito maior do que no caso de grãos mais esféricos, que tendem mais a rolar do que des-

lizar. Esse atrito, como meio importante de dissipação de energia a cada momento, é fundamental para manter a pilha de grãos sempre no estado crítico.

Em resumo, os autores do trabalho demonstraram que o fenômeno de 'criticalidade auto-organizada' é realizável experimentalmente e ao mesmo tempo ilustraram os limites desse conceito. Eles comprovaram, em particular,

que a 'universalidade' desse fenômeno é restrita a classes de sistemas em que o atrito (ou outro mecanismo dissipativo equivalente) tem intensidade tal que consegue mantê-lo continuamente no limiar crítico.

* *Nature*, vol. 379, p. 49 (1996).

Sérgio L. A. de Queiroz

*Instituto de Física,
Universidade Federal
Fluminense.*

N O T A S

Redução do buraco de ozônio

Os halogênios responsáveis pela destruição da camada de ozônio na estratosfera, depois de atingir um pico no início de 94, estavam decrescendo em meados de 95, segundo Stephen A. Montzka e colaboradores da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica de Boulder (EUA). Os resultados sugerem que a camada de ozônio poderá começar a recuperar-se por volta do final do século, caso seja respeitado o Protocolo de Montreal.

Science, vol. 272, p. 1.318 (1996).

Relação entre neutrinos e manchas solares

O fluxo de neutrinos solares não é relacionado com as atividades das manchas solares. O detector Kamiokande, situado um quilômetro abaixo da superfície, a leste de Tóquio, tem observado o Sol desde 1987. O aparelho

não vê os fótons que saem da superfície brilhante, mas detecta os neutrinos originários do centro do Sol. Já na década passada, Kamiokande afirmou que os neutrinos em sua maioria resultam do decaimento do boro-8 (outros detectores são específicos para neutrinos produzidos por reações adicionais no Sol), e que não mostram preferência pela noite ou pelo dia. Tendo monitorado um ciclo solar – 11 anos – quase completo, os pesquisadores examinaram o estoque de neutrinos e relataram que o seu fluxo independe das atividades das manchas solares (Y. Fukuda et al. a ser publicado em *Physical Review Letters*).

Depressão e superalimentação

Problemas psicológicos que atormentam pessoas obesas podem estar relacionados com o gene chamado Ob que produz a leptina, um hormô-

nio importante no controle de peso.

Uma cepa de camundongos obesos diminuiu sensivelmente a gordura quando injetados com a substância. A aplicação em humanos, porém, é mais complexa. Pessoas obesas têm, ao contrário, leptina em excesso e não há nenhuma relação entre a obesidade e as mutações no gene.

O geneticista David Comings, do Centro Médico de Hope, na Califórnia (EUA), aplicou uma série de testes psicológicos em 211 homens e mulheres de diferentes idades e pesos. Uma minoria dos voluntários tinham genes Ob com cadeias de DNA mais curtas que o normal, mas a instrução que faltava não estava na parte que codificava a leptina. Confirmando estudos anteriores, esses tipos de genes, mutados, não parecem ligados à obesidade e sim ao aspecto psicológico. A presença de duas cópias do ge-



ne Ob diminuído, observado em 47 dos 211 indivíduos, independente de idade, sexo ou peso, estava relacionada com depressão.

Para Gerard LaHoste, da Universidade da Califórnia, em Irvine (EUA), especialista em distúrbios psicológicos, esse resultado sugere que a ação principal do gene Ob e da leptina em humanos deve afetar mais a psique do que o apetite ou o metabolismo. Segundo LaHoste, o obeso pode ser encarado como um viciado. As pessoas que ficam deprimidas em decorrência de uma anormalidade no gene Ob, podem precisar comer cada vez mais para obter o mesmo grau de satisfação.

Comings pretende explorar mais essa teoria para tentar aplicá-la ao alcoolismo ou ao abuso de outras substâncias. *New Scientist*, 21/09/96.

TEM MARCIANO NA LAGOA

HENRIQUE LINS DE BARROS

Museu de Astronomia e Ciências Afins. MAST/CNPq.

Poucas são as ocasiões em que um trabalho de cunho puramente científico rompe as barreiras da academia e ganha notoriedade antes de ser publicado. Recentemente, o fenômeno ocorreu com um artigo de McKay e colaboradores, 'Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in martian meteorite

ALH84001' ('Pesquisa sobre vida no passado de Marte: possível vestígio de atividade biogênica no meteorito marciano ALH84001'). Antes da publicação, na revista *Science* (vol. 273, nº 5.277), o artigo já era homenageado como a maior descoberta da ciência em todos os tempos.

A verdade, no entanto, é que o referido artigo, graças à milagrosa Internet, já estava circulando nos computadores do mundo inteiro antes que os assinantes da revista recebessem seu exemplar, e as notícias e promessas eleitorais nos Estados Unidos logo incorporaram a idéia de uma chegada a Marte ainda no ano que vem, de preferência no dia 4 de julho, para manter semelhanças com o roteiro do filme milionário *Independence Day*.

Será que a vida veio do espaço, na cauda de algum fértil cometa, há mais de três bilhões de anos, e foi espalhada pelos planetas do sistema solar?

Como cientistas ativos, muitos de nós tivemos algum trabalho em explicar para amigos de outras áreas o que deveria estar sendo comunicado, mostrando que às vezes notícias dessa natureza também servem para chamar a atenção de grupos ou de áreas que andam necessitadas de apoio.

Mas o destino parece gostar de aprontar certas surpresas e, em 16 de agosto, data da chegada da revista *Science* em questão aos assinantes, recebi um telefonema:

– Você está citado no artigo sobre vida em Marte.

– Eu? Você está brincando. Nunca trabalhei em nada que tivesse a mínima ligação com Marte.

– É... mas você está lá.

A saída, nessas horas, é apelar para a comprovação, e para isso a Internet é a salvação. Um tanto de paciência, esperando que o texto e as figuras fossem aparecendo em espasmos na tela do micro, e o mistério começou a se resolver. McKay e colaboradores, ao analisarem o meteorito ALH84001, que caiu na Antártida há mais de 13 mil anos, encontraram partículas de magnetita e de alguns sulfetos de ferro (pirrotita e greigita, entre outros). Como os autores estão tentando cercar uma hipótese arrojada sem muitas evidências é importante encontrar os precursores.

Ora, organismos magnetotáticos têm sido, há vários anos,

objeto de pesquisa de nosso grupo: Darci Motta Esquivel e Marcos Farina, ambos por parte do Instituto Carlos Chagas Filho de Biofísica, da UFRJ, e eu, pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Jacques Danon, já falecido, também participou, como líder do Departamento de Matéria Condensada do CBPF, dando

palpites e incentivando. Em nossos trabalhos, no CBPF, utilizávamos um microscópio Leitz, gentilmente cedido por Neuza Amato e usado para a contagem de eventos em emulsões nucleares. Logo no início, deparamo-nos com um problema técnico: embora instrumento de alta qualidade óptica, o microscópio Leitz não estava pronto para produzir imagens em campo escuro de amostras líquidas, mas em nosso precário laboratório a improvisação era a regra. Conseguimos obter imagens muito ruins, mas era possível ver microorganismos magnetotáticos em águas coletadas na Lagoa Rodrigo de Freitas, na Zona Sul do Rio de Janeiro.

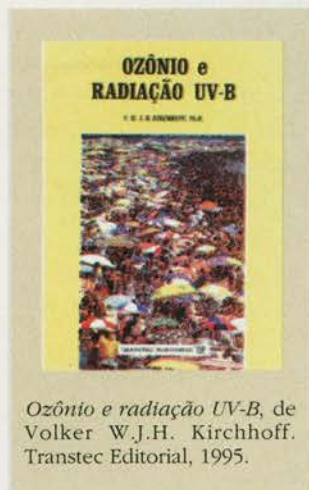
Inicialmente, pensávamos estar vendo bactérias, mas depois, com a ajuda da microscopia eletrônica, vimos não serem organismos unicelulares e sim agregados multicelulares, com cerca de 20 células e mais de mil cristais no interior. Era algo novo. Comunicamos nossos resultados e começamos a tentar avançar no estudo desses novos organismos. Descobrimos que os cristais biomineralizados, responsáveis pela resposta magnética, não eram de magnetita como os encontrados em bactérias: detectamos a presença de enxofre e as figuras de difração eletrônica apontaram para um sulfeto de ferro (pirrotita). Logo a seguir, o grupo americano coordenado por Bazylinski identificou como de greigita os cristais encontrados no interior de um agregado semelhante, coletado nos Estados Unidos. Esses dois resultados foram publicados simultaneamente, no volume 366 da revista *Nature* (1993).

Agora, três anos depois, embora ainda não tenhamos conseguido responder algumas perguntas importantes, os agregados magnetotáticos multicelulares reaparecem citados no trabalho 'marciano'. O fato de os pesquisadores americanos terem encontrado pirrotita, greigita e magnetita, além de vários outros minerais, levou-os a considerar a hipótese de produção biológica e os trabalhos em resposta magnética de microorganismos são a referência escolhida.

Cheguei em casa animado e comentei o acontecido com meu filho Daniel. Ele logo arrematou:

– Pai, você quer dizer que tem marciano na Lagoa?

Ultravioleta sob controle



Ozônio e radiação UV-B, de Volker W.J.H. Kirchhoff. Transtec Editorial, 1995.

Os problemas ambientais têm atraído crescente interesse da sociedade. Temas como desertificação e buraco na camada de ozônio começam a atrair a atenção de um número cada vez maior de pessoas, demandando da comunidade científica informações mais acessíveis a um público não-especializado.

Fruto de anos de pesquisa, o livro *Ozônio e radiação UV-B*, do engenheiro Volker Kirchhoff, chefe do Laboratório de Ozônio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos (SP), atende eficientemente a esse objetivo. Nesta primeira obra publicada no Brasil sobre o tema, a abordagem é didática e técnica, tratando desde os princípios básicos até os cálculos mais especializados.

O autor faz uma introdução sucinta sobre o surgimen-

to do oxigênio na atmosfera e a formação da camada de ozônio, associando os aspectos negativos de sua destruição ao aumento da radiação ultravioleta do tipo B (UV-B), uma das mais nocivas à saúde. A partir daí, Kirchhoff fala da evolução da atmosfera terrestre nos últimos milhões de anos e discute questões relacionadas à função do ozônio e sua representatividade na química da atmosfera.

Segundo o pesquisador do INPE, o ozônio, por ser um gás muito reativo, pode interagir com várias substâncias químicas, daí decorrendo o perigo de injeção na atmosfera de substâncias artificiais, como os clorofluorcarbonetos (CFCs). Quando esses compostos atingem altitudes acima de 25 km, a radiação ultravioleta é suficientemente intensa para liberar átomos de cloro da molécula do CFC, que por sua vez destroem as moléculas de ozônio.

O autor analisa os efeitos da radiação UV-B sobre as plantas, os sistemas aquáticos e a saúde humana. Além de indicar os perigos do câncer de pele, ele adverte que a radiação UV-B pode interferir no sistema imunológico humano, debilitando o organismo. E alerta para a possibilidade de certos medicamentos aumentarem a sensibilidade da pele exposta aos

raios solares, assunto que certamente merece mais atenção da comunidade científica.

Kirchhoff avalia a intensidade dos raios solares incidentes na superfície da Terra e a energia máxima oriunda de todos os comprimentos de onda dessa radiação. Ele mostra que, embora a energia disponível na faixa do UV-B seja baixa, a radiação que ela emite tem efeito devastador sobre os seres vivos pelo fato de a sensibilidade biológica nessa faixa ser muito alta.

Em linguagem acessível, Kirchhoff aborda o conceito de dose de radiação ultravioleta e chama a atenção para a dosagem mínima capaz de causar queimaduras na pele exposta à radiação. Enfatiza a importância de utilização do chamado índice de radiação ultravioleta B, que, numa escala de zero a 15, mede de maneira objetiva a intensidade dessa radiação. Apresenta uma tabela que permite avaliar, para cada valor desse índice, o tempo que uma pessoa pode se expor ao Sol sem se queimar.

Para uso adequado da tabela, é necessário que as pessoas conheçam o índice de ultravioleta no momento da exposição ao Sol, o que, segundo o autor, deverá causar maior conscientização da população sobre o perigo de exposição excessiva. Como já vem sendo feito em vários países, Kirchhoff propõe que no Brasil, onde os níveis de radiação ultravioleta são muito elevados, os meios de comunicação divulguem diariamente esse índice, com ênfa-

se na região costeira. Seria desejável que o mais brevemente possível esses índices fossem divulgados também para o interior do país, onde grande número de pessoas trabalha do nascer ao pôr-do-sol em condições precárias de proteção.

Em vários países, como Canadá e Estados Unidos tais índices podem ser estimados também por meio de pequeno cartão com substância fotocromática sensível à radiação UV-B. Em 20 segundos, seu portador faz avaliação aproximada dos índices de radiação ultravioleta, indicados em pelo menos três categorias: baixo, moderado e alto.

Ao final, o livro trata de questões mais técnicas, de grande interesse para o leitor especializado. Aos interessados em aprofundar-se no tema, o autor divulga extensa lista de referências e apêndice mostrando os vários instrumentos usados para a realização das medidas de radiação ultravioleta.

Trata-se de obra oportuna no momento em que crescem as preocupações com os efeitos nocivos da radiação ultravioleta. Além de expor e avaliar o problema do ponto de vista científico, *Ozônio e radiação UV-B* traz também propostas viáveis de serem implementadas a baixo custo e que certamente serão de grande valia para toda a sociedade.

José A. Torsani

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Guerra e paz, dilema do governo dos Índios



Rondon considerou, no ofício nº 54, de 10/02/1910, que a preservação dos grupos indígenas brasileiros só seria possível através da ação de grande “números de funcionários de várias categorias, num grande cerco de paz, num assédio extenso e paciente”. Esta sentença, Antônio Carlos de Souza Lima, antropólogo do Museu Nacional, tomou-a como mote e título de seu livro *Um grande cerco de paz: poder tutelar, indianidade e formação do Estado no Brasil* (Vozes, Petrópolis, 1995), versão de sua tese de doutoramento aprovada no Programa de Pós-graduação em Antropologia Social do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Produtivo pesquisador de gabinete, com formação básica em história, Souza Lima optou por elaborar uma tese

diferente das dos etnólogos. Recusando-se a aceitar que a antropologia só trabalhe em “contextos micros”, escolheu como tema conceitos tão amplos como o “poder tutelar” e “formação do estado no Brasil”, a partir da análise da política indigenista brasileira, sobretudo desde o início deste século.

Iconoclasticamente, atinge, ao mesmo tempo, o mito heróico do Marechal Rondon, a quem se atribui o papel principal na criação do Serviço de Proteção aos Índios (SPI), além de sua fama de pacificador, e o antropólogo Darcy Ribeiro, que considera como o arauto do mito, o criador da “história oficial” que fez de Rondon e seus companheiros positivistas um grupo de abnegados interessados na sobrevivência indígena. Para o autor, Darcy é também defensor pertinaz e intransigente “da ação estatizada, em um aparelho único, capaz de supostamente atingir e monopolizar o contato com as populações indígenas em todo o território nacional”.

Souza Lima procura demonstrar que, ao contrário do que todos supõem, a criação do SPI não foi simples reação às idéias genocidas do cientista alemão, Herman von Ihering, então diretor do Museu Paulista – que pregava o extermínio dos índios Xo-

kleng, à época em confronto com os colonos alemães do vale do Itajaí –, mas sim a concretização de intenções governamentais anteriores. Na página 113, ele informa que “a idéia de se criar um serviço para catequese e civilização dos índios já se encontrava presente em 1906, em decreto do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio”.

Para Souza Lima, o poder tutelar previa o monopólio estatal na ação de proteção aos índios, embora tal monopólio de fato nunca tenha existido.

O livro é resultado de pesquisa exaustiva sobre o funcionamento do SPI (1910-1967) e o desenvolvimento da política indigenista, a partir de Rondon. Este trabalho altamente competente analisa, à luz da documentação existente, o desenvolvimento do órgão protecionista, suas diferentes vinculações institucionais e diversas maneiras de agir, incluindo as técnicas de atração e pacificação de índios arredios.

O autor tem razão quando critica os pressupostos evolucionistas de Rondon, que buscavam transformar os índios errantes e selvagens, situados em estágio inferior do desenvolvimento social, em trabalhadores nacionais, mais propriamente em agricultores. Coerente com o pensamento positivista, esta posição acreditava em um evolucionismo do tipo vitoriano. Concordamos com Souza Lima quanto à ingenuidade desta visão. Mas faltou ao

autor demonstrar que a posição rondoniana, mais que ingênua, era totalmente equivocada. O fato de não ser etnólogo talvez o tenha impedido de refutar com veemência as afirmações de nomadismo dos índios, e também de demonstrar a inviabilidade da missão de Rondon de transformar coletores e caçadores em agricultores, pois os índios já conheciam bem a agricultura, sendo responsáveis por muitas das práticas e conhecimentos usados pelos agricultores brasileiros.

Carl von Clausewitz considerava a guerra extensão da política. Souza Lima inverteu a premissa. Para ele, o poder tutelar é forma de guerra e modo de conquista – princípios que se repetem a cada pacificação. A seu ver, a conquista das populações indígenas e de seus territórios pelo Estado brasileiro foi sempre presidida pela “potência da guerra”, ainda que de maneira sublimada. Pode-se aceitar esta formulação por se tratar de trabalho que pretende ser mais abrangente que a simples análise da situação brasileira. Mas se nos ativermos à história das relações interétnicas no Brasil, a guerra não pode ser reduzida à expressão metafórica. Além disto, ao contrário dos Estados Unidos, o executor destas guerras não é o Estado, mas segmentos marginais da própria sociedade civil. Os índios são massacrados por fazendeiros, garimpeiros, castanheiros, seringueiros, caçadores etc. O conhecimento dos massacres é que dá sen-

tido à crença de Rondon na necessidade de um grande cerco de paz.

O autor assume, por vezes, o direito de julgar as intenções dos atores políticos no passado. Ele afirma, que "o objetivo era prosseguir na implantação do Ministério, conquanto a retórica fosse a da salvação científica dos primitivos senhores da terra, embora os supostos pronunciamentos de Von Inhering tenham suscitado um momento de encenação ritual da nacionalidade". Ora, o que há de incompatível entre criar o Ministério da Agricultura e a salvação dos índios? Teria sido ótimo consultar a imprensa da época. Permitiria entender o significado da mobilização popular ou pelo menos comprovar as supostas afirmações genocidas de Von Inhering. De fato, antes da página citada, Souza Lima já levanta dúvida sobre isto. Em livro que pretende "afastar heróis" e rever mitos, a com-

provação da hipótese torna-se necessária.

Todos os etnólogos com experiência de campo junto a índios recém-contatados viveram a triste constatação do desastre que o contato significa. Por isto, concordamos com a indignação do autor quando diz que "em nome do humanitarismo, o serviço continuaria a intervir pacificando, mesmo se reconhecendo incapaz de impedir o esbulho subsequente à desmobilização guerreira de um povo indígena". Entretanto, é preciso formular uma questão que não aparece no livro: haveria outra alternativa para o serviço? Cabe lembrar que a ação estatal era sempre precedida de contatos iniciais realizados por membros das diferentes frentes pioneiras da sociedade nacional, que usavam os modos mais cruéis para desalojar as populações indígenas. Se há um mito a derrubar, este é o da organização guerreira das

sociedades indígenas brasileiras. Com raríssimas exceções, estas sociedades indígenas são praticamente despreparadas para a guerra verdadeira, que não pode ser confundida com as formas rituais de combates, integrantes de suas culturas. Talvez o próprio serviço, constituído na sua maioria por militares, tenha criado o hábito, persistente até hoje, de chamar de "guerreiros" os componentes masculinos de uma sociedade indígena. Assim, a não intervenção do serviço poderia deixar os índios entregues à própria sorte, ou seja, à dizimação total, consumada pela frente pioneira, como ocorreu em 1985, no sudoeste da Rondônia, onde fazendeiros exterminaram um grupo indígena desconhecido. Em resumo, para povos que não têm a condição de enfrentar a guerra como ela é de fato, talvez a solução mais aceitável seja uma espécie de *pax romana*. Ou, como pre-

fere Souza Lima, um grande cerco de paz.

Contudo, é importante reconhecer o valor do trabalho de Souza Lima. Além de ser o mais completo estudo já realizado sobre o SPI, analisa o processo de conquista de pequenas sociedades indígenas por um Estado em formação. Cabe lembrar que a expressão indígena, antes reservada aos povos pré-colombianos das Américas, está sendo hoje usada para todos os povos, em qualquer continente, vítimas do colonialismo europeu. Só este fato justifica a perspectiva macro que o autor conferiu ao seu trabalho.

O livro comprova que nem tudo já foi dito sobre indigenismo e política indigenista, com o mérito de apresentar uma série de *insights* que estimulam novas pesquisas sobre o tema.

Roque de Barros Laraia

Universidade de Brasília.

C H • R E C O M E N D A

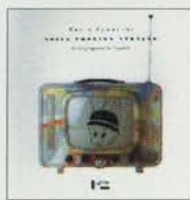


Lições da década de 80

Lourdes Sola e Leda Maria Paulani (orgs.).

São Paulo, Edusp, 1995.

A década de 80, que muitos analistas consideram como "perdida", é analisada nesta coletânea por economistas e cientistas sociais. O período focado começa em 1982 e vai até o *impeachment* de Collor, em 1992. São analisados aspectos políticos e econômicos do período, como os sucessivos planos econômicos; o *apartheid* social; o regime fiscal, a distribuição de renda e a ordem monetária do país; as modalidades de participação política predominantes na década de 80, como as Ongs, os grupos ecológicos e os movimentos em defesa dos direitos dos negros e das mulheres, além de outros temas relevantes.



Nossa próxima atração

O interprograma no Canal 3

Mario Fanucchi.

São Paulo, Edusp, 1996.

Um dos pioneiros na introdução da tevê no Brasil, Mario Fanucchi, apresenta em seu livro as imagens que os telespectadores viam no Canal 3, TV Tupi Difusora, nos intervalos da programação. Na década de 50, a ausência de modelos, exigiu da primeira equipe de tevê no país criatividade e experimentação, sobretudo durante os longos intervalos. Além das imagens, os comentários do autor nos remetem aos primórdios da tevê brasileira e nos assombram com seu caráter "artesanal", tão diferente da extrema sofisticação de hoje.



Assinaturas Consultas
Renovações Coleções
Consultas Reclamações

DISQUE

0800

Ciência Hoje

Ciência Hoje

Ciência Hoje das Crianças

Jornal da Ciência Hoje

CD-ROM

Assinaturas • Renovações • Coleções • Consultas • Reclamações • Tudo

É tudo mais rápido
e você não paga a ligação

NA DANÇA DA POLINIZAÇÃO, AS CORES MARCAM OS PASSOS?

A relação entre as flores e seus polinizadores, responsáveis diretos pela reprodução e sobrevivência das plantas, vem sendo estudada há muito tempo. Dentro dessa relação, qual seria o papel das cores variadas que as flores apresentam? Para responder a essa pergunta,

Clara Alarcón, do Centro de Investigaciones en Ecología y Zonas Áridas, vinculado à Universidad Central da Venezuela, em Caracas, pesquisou como abelhas, mariposas e outros agentes polinizadores reagem ao colorido das flores de ambientes naturais mais escuros.



Figura 1.
Flor de uma espécie do gênero *Mimosa*, sendo visitada por abelhas.

A cor é um dos grandiosos presentes da natureza. Sem as cores, o mundo seria como uma paisagem sombria, sem vida. Muitos dirão, com alguma razão, que a ausência da cor nem sempre significa uma imagem aterradora: muitas das grandes jóias do cinema mundial, por exemplo, foram originalmente filmadas em preto e branco. Embora a tecnologia já tenha tornado possível colorizá-las, especialistas afirmam que, com isso, perdeu-se a beleza das sombras e dos contrastes. Deixando de lado as exceções, que sempre confirmam a regra, as cores representam harmonia e festa. Na ausência de vermelhos, azuis, verdes e amarelos não teria existido um Calder ou um Van Gogh, e seria impossível recriar a exuberância de um carnaval no Rio de Janeiro. Sem cor, o entardecer não seria celebrado pelos poetas. O mundo, enfim, não seria o mesmo.

A cor é a impressão que os raios de luz refletidos por um corpo produzem no aparato visual do homem e de inúmeros animais. Curiosamente, algumas

cores herdaram o nome de objetos ou substâncias que as exibem naturalmente, como as flores: lilás, rosa, fúcsia ou violeta, por exemplo. É nas flores, sem dúvida, que a cor se expressa em toda a sua beleza, adquirindo uma infinidade de matizes. Tanta exuberância atçou a curiosidade de atentos observadores. Para que, ou para quem, as flores se enfeitam? Na natureza, as cores são simples elementos decorativos? Ou a evolução reservou a elas algum papel na biologia reprodutiva das plantas?

Os cheiros, as cores e as formas das flores são seus principais atrativos. Dos três, a coloração das pétalas parece ser de especial interesse para a atração de agentes polinizadores – papel de grande importância, já que, em geral, a reprodução das plantas depende desses agentes (figura 1). Quanto ao benefício que a relação entre cores e polinizadores traria, alguns autores afirmam que parte das afirmações não passa de especulação, porque a questão não foi suficientemente estudada, mas outros admitem

que a presença e as mudanças de cor nas flores beneficiam tanto as plantas quanto seus polinizadores.

Na verdade, a abertura das flores oferece um sinal inequívoco, relacionado com a viabilidade sexual destas e com o *status* da recompensa que os polinizadores obterão. Por seus indispensáveis serviços, esses agentes recebem uma recompensa, em alguns casos em pólen e em outros em néctar.

CAUSAS DAS CORES

A pigmentação variada das flores deve-se à presença de flavonóides, substâncias químicas que refletem determinadas cores. As que variam entre o rosado, vermelho, violeta e azul possuem antocianinas, um dos tipos de pigmentos, enquanto a gama dos amarelos, laranjas, roxos e púrpuras contém carotenóides ou flavonas. Flores brancas apresentam esse aspecto em função da reflexão da luz nos espaços intercelulares de células não coloridas, enquanto, nas flores negras, reflexões semelhantes envolvem

duplas de cores complementares. Curiosamente, o verde é invisível a todos os polinizadores, exceto quando dentro dessa cor existe algum efeito causado pela faixa de luz ultravioleta, invisível para o homem mas não para diversos animais. Por isso, as flores verdes apresentam outros tipos de atrativos, como o cheiro ou mudanças em seu plano de orientação.

Algumas cores esmaecem durante o desabrochar da flor e outras surgem ou alteram-se quando os botões se abrem, mas algumas dessas alterações ocorrem fora do espectro visível para o homem. Estudos em habitats nublados mostraram que a reflexão de luz ultravioleta (com comprimento de onda entre 340 e 400 nanômetros) é muito baixa nesse tipo de ambiente. Tais estudos encontraram três grupos de plantas. Dois desses grupos têm flores que refletem luz na faixa visível ao olho humano (aproximadamente entre 400 e 700 nanômetros). Tais flores apresentam a cor branca (primeiro grupo) ou tons que variam do rosado ao vermelho (segundo grupo). O terceiro grupo, muito escasso, apresenta flores amarelas, e somente nessas flores a reflexão de luz ultravioleta é significativa. Esses resultados sugerem que nesses ambientes a reflexão de luz ultravioleta pode ter pouca importância como chave visual para os polinizadores que freqüentam essas flores.

Em todo caso, a ocorrência de mudança de cor na faixa ultravioleta do espectro indica que pequenas diferenças podem ser determinantes, gerando padrões contrastantes na aparência das flores (como contrastes entre pétalas e pistilos ou entre as flores e a vegetação circundante). Esse tipo de alteração de cor exige dos polinizadores que tenham aparelhos visuais capazes de distinguir diferenças nesses níveis. Os insetos, agentes polinizadores de grande importância, enxergam uma amplitude maior de ondas luminosas e podem detectar tais variações.

COMO AS CORES MUDAM

A alteração da cor das flores das angiospermas (plantas que apresentam sementes envoltas por frutos) ocorre em pelo menos 214 gêneros, 74 famílias e 33 ordens, distribuídas por toda a Terra. Há diferentes explicações para essa mudança. Uma das propostas diz que o fenômeno pode ser induzido pelos polinizadores e envolve um complexo processo de migração de substâncias, como proteína e amido, de algumas partes da flor (pétalas e sépalas) até áreas com metabolismo mais ativo, como o ovário.

Outra explicação, mais simples, considera a mudança uma consequência da idade das flores. Em *Fuchsia excorticata* (família Onagraceae), as fases de cor estão associadas ao número de dias desde a abertura das flores hermafroditas e femininas (figura 2). Do mesmo modo, em flores de *Cryptantha humilis* (Borraginaceae), a taxa de mudança de cor da corola é muito semelhante em flores expostas e não-expostas aos polinizadores naturais. Nos dois casos, é evidente a dependência da idade. Em *Lantana camara*, ao contrário, as mudanças de cor parecem depender da ação dos polinizadores, assim como em grande número de orquídeas, especialmente as do gênero *Cymbidium*. Nesse gênero, as mudanças, comprovadamente, ocorrem em resposta à polinização.

Foi sugerido ainda que a mudança de cor representa um sinal visual, destinado a indicar que as flores estão em fase pós-reprodutiva e, portanto, não têm recompensa em forma de pólen ou néctar. A explicação parece boa, mas certos indícios sustentam o argumento de que esse sinal poderia ser dado de forma mais direta, através da perda, de uma só vez, das partes atraentes.

Duas hipóteses tentam esclarecer por que ocorre a mudança de cor e não a simples queda das partes atraentes.

A primeira propõe que a retenção das partes maduras da flor aumenta as chances de atração de polinizadores, já que,

em muitos casos, o número de flores disponíveis está associado a essa atração. Apesar da controvérsia em torno dessa hipótese, foi comprovada, na planta *Lupinus argenteus*, uma correspondência entre a abundância de flores – estando ou não em fase reprodutiva – e a taxa de visitas. Entretanto, na planta *C. humilis* (variedade *nana*) foi comprovado o contrário. A hipótese da atração, como é conhecida, parece mais aplicável aos casos em que flores com e sem recompensa não podem ser distinguidas à distância – quando, por exemplo, a mudança de cor ocorre apenas em pequenas manchas ou em partes mais escondidas da flor.

A segunda hipótese sugere que a mudança de cor está ligada ao processo fisiológico da senescência (envelhecimento natural) e queda das partes florais. A mudança, portanto, ocorre em função do tempo decorrido desde a abertura das flores. Nesse caso, as flores que mudam de cor não precisam aumentar o número de visitantes às plantas, o que sugere a existência de um evento de polinização sincronizado e



Figura 2. Flores de uma espécie do gênero *Fuchsia*, com um colorido brilhante.

massivo, como observado com frequência na natureza.

CHAVES PARA POLINIZADORES

A árvore *Fuschia excorticata*, com flores femininas e hermafroditas que variam do verde ao vermelho, é polinizada pelas aves territoriais *Anthornis melaura*, *Prosthemadera novaeseelandiae* e *Notiomystis cincta*. Quando as flores dessa planta ainda estão verdes, a disponibilidade de néctar é maior, atraindo mais aves. O que influencia as taxas de visitas parece ser a quantidade de néctar e não a cor, que funciona apenas como sinal disparador. Nesse caso, a mudança de cor para o vermelho é retardada para assegurar o sucesso reprodutivo e, com isso, aumentar a adaptação a seu ambiente.

Nessa espécie, a retenção das partes florais por mais tempo não aumenta a taxa de visitas, o que não é surpresa, já que o contraste da mudança de cor é muito evidente e pode ser distinguido a grandes distâncias. Para *F. excorticata*, a hipótese de que a mudança de cor depende do tempo ou da idade das flores parece mais plausível, já que a senescência das partes atraentes só ocorre após outros processos, como o crescimento do tubo polínico no ovário.

Nas leguminosas simpátricas (que vivem na mesma área) *Dillwynia hispida*, *Dillwynia uncinata* e *Pultenaea densifolia*, tanto a recompensa quanto as mudanças florais podem ser importantes chaves para polinizadores. *D. hispida* oferece maior quantidade de néctar que *D. uncinata*. Em contraste, *P. densifolia* – que não possui néctar – apresenta, através da abundância de flores, uma compensação para os visitantes. As pétalas têm a mesma cor nessas espécies, com pequenas variações de uma espécie para outra, na parte central da corola ou na faixa do ultravioleta. Por essa razão, essas espécies parecem semelhantes para o olho humano, mas têm imagens singulares e recompensas dife-



Figura 3. Flores de uma espécie do gênero *Lantana*, ainda com a cor amarela.

rentes para os polinizadores. Nesse caso, a hipótese de que a mudança de cor tem a função de atrair polinizadores parece mais adequada.

Dentro desse mecanismo encaixa-se o conceito de fidelidade entre as flores e seus polinizadores, segundo o qual certas espécies de animais estão associados, de modo mais ou menos estrito, a determinada espécie de planta. Nesse sentido, as abelhas, principais polinizadores de *D. hispida*, *D. uncinata* e *P. densifolia*, só são fiéis a essas espécies em 43% dos casos. No caso de *D. hispida* e *D. uncinata*, a constância nas relações entre polinizadores e plantas – influenciada pela disponibilidade de néctar – é reforçada, já que apresentam oferta constante desse alimento, garantindo a dependência dos visitantes. Mas *P. densifolia*, ao contrário, reforça a inconstância dos polinizadores, já que, mesmo não oferecendo néctar, é visitada pela abelha.

Esse tipo de comportamento apresenta vantagens e desvantagens para a relação planta-polinizador. A infidelidade permite que o polinizador obtenha maior quantidade de recursos, mas para buscá-los terá maior gasto energético. Para as plantas, ela terá efeito prejudicial, por gerar competição entre as es-

pécies. No exemplo dado, entretanto, o forrageio inconstante provavelmente foi equilibrado, a ponto de permitir a existência das três espécies vegetais em simpatria.

Desde tempos remotos, o gênero *Lantana* (figura 3) atrai a atenção de muitos naturalistas, entre eles Charles Darwin, que o estudou em 1877. Na espécie *L. camara*, as flores mudam de cor, do amarelo ao vermelho, passando pelo laranja, em três dias. Depois disso, as flores vermelhas duram de um a nove dias, dependendo das condições ambientais. Quando as flores são amarelas, possuem pólen em abundância e são receptivas a seus polinizadores – as mariposas *Agraulis vanillae* e *Junonia coenia*. Tais mariposas são atraídas por grandes quantidades de flores, independente da recompensa, ou por aquelas que oferecem maior quantidade de néctar, quando os grupos de flores têm o mesmo tamanho.

Nesse caso, a hipótese válida é a da atração, já que, ao manter por mais longo tempo as flores maduras, a planta aumenta o atrativo para seus polinizadores, a grandes distâncias. Quando chegam a curta distância da planta, os polinizadores selecionam as flores amarelas, as únicas que têm a recompensa

em forma de néctar. Tal comportamento implica certa aprendizagem por parte das mariposas: de fato, verificou-se que, embora em princípio a seleção não indique preferência, a atração rapidamente favorece as flores amarelas, pois as mariposas 'lembram' que estas são as que oferecem recompensa.

Em *C. humilis* (variedade *nana*), foi observado que a perda da cor, do amarelo ao branco, é acompanhada por redução do cheiro das flores. Nesse caso, as chaves visuais e químicas estão perfeitamente associadas. Embora o néctar seja a recompensa primária, a produção não cessa completamente nas flores brancas. Os insetos polinizadores, porém, são capazes de associar a mudança de cor com a ausência de recompensa. A mudança de cor, nessa variedade, ocorre três dias após o desabrochar da flor, e não depende da visita do poli-

nizador. A corola branca só dura um dia completo antes de murchar e não parece aumentar o poder de atração das flores. Nesse caso, o padrão de mudança de cor parece seguir a segunda hipótese, de senescência ou idade das flores.

CONCLUSÕES

A influência recíproca entre a mudança de cor das flores e a visita de polinizadores provavelmente não constitui uma perfeita relação coevolutiva, mas não há dúvida de que apresenta alta constância, dependendo da perfeita associação entre o desenvolvimento da plasticidade das plantas e a aprendizagem dos polinizadores. Tal aprendizagem, que exerce papel fundamental no estabelecimento da associação, é importante componente da teoria de forrageio (busca de alimento), já que os polinizadores, de acordo com as chaves, aumentam ou

diminuem sua estratégia de extração do néctar ou do pólen. Evidentemente, essa teoria abrange, além da cor das flores, outros atrativos das plantas, ainda que secundários. Cabe ressaltar, porém, que os possíveis padrões de reflexão no ultravioleta, detectáveis por extenso grupo de insetos visitantes de flores, dificulta a interpretação das chaves pelos polinizadores.

Sugestões para leitura:

- FAEGRI, K. & VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*, 3rd. Pergamon Press, Oxford, 1979.
- GORI, D.F. 'Floral color change in *Lupinus argenteus* (Fabaceae): Why should plants advertise the location of unrewarding flowers to pollination?', in *Evolution* nº 43 (pp. 870-881), 1989.
- REAL, L. *Pollination biology*, Academia Press, Orlando, 1983.
- WEISS, M.R. 'Floral colour changes as crue for pollinators', in *Nature*, vol. 354 (pp. 227-229), 1991.

Cientista: Antes de assinar qualquer jornal, procure saber qual é o que mais fala de ciência no Brasil.

Assinaturas : 0800 264846

Lançado o "Prêmio Cidade do Rio de Janeiro de Ciência e Tecnologia 97". Inscrições abertas até 2012. Fone: (021) 221-0884

JORNAL DA CIÊNCIA HOJE

PUBLICAÇÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA - RIO DE JANEIRO, 15 DE NOVEMBRO DE 1996 - ANO XI Nº 356

SBPC apóia o "provão" como início da avaliação permanente das Universidades

Sérgio Henrique Ferreira *

O exame é relevante para avaliar as Universidades e estimular sua melhoria no sentido da qualidade acadêmica. Mas não pode ser usado para classificar o desempenho das instituições. Mas não pode nem para qualificar profissionalmente os estudantes.

A sociedade acadêmica, como princípio, tem de se tornar responsável pela avaliação da qualidade da educação superior. Isso é o que a SBPC tem feito, através da criação do "Provão" e da avaliação permanente das instituições de ensino superior.

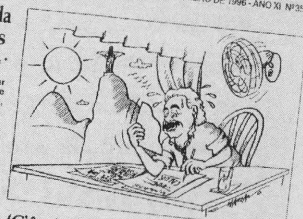
A SBPC, ao concordar com o exame, entende como o início de um processo de avaliação que deve contemplar toda a complexidade e heterogeneidade de ensino superior no Brasil.

Quase a avaliação não pode ser simplesmente restringida a um episódio episódico, como é o caso do "Provão", que não contempla a qualidade da educação superior em seu todo.

A SBPC também entende que a avaliação de um setor pode ser usada para classificar, em relação ao desempenho, as instituições de ensino superior. Mas não pode ser usada para classificar a qualidade da educação superior em seu todo.

Essas instituições de ensino superior, portanto, não podem ser avaliadas apenas em termos de desempenho acadêmico, mas também em termos de qualidade da educação superior em seu todo.

A SBPC também entende que a avaliação de um setor pode ser usada para classificar, em relação ao desempenho, as instituições de ensino superior. Mas não pode ser usada para classificar a qualidade da educação superior em seu todo.



'Ciência Hoje' vai publicar manuscrito inédito de Einstein, redigido no Rio

É o texto original da comunicação feita por Albert Einstein em maio de 1925, durante sua visita ao Rio de Janeiro. A edição da 'Ciência Hoje' circulando em dezembro. O manuscrito, não incluído nas bibliografias existentes do cientista, foi localizado nas mãos do físico.

Em 1925, em uma viagem ao Brasil, Einstein encontrou o físico brasileiro, o qual lhe apresentou um manuscrito de um trabalho que ele havia redigido em 1925. Este trabalho, que trata da teoria da relatividade, foi publicado na 'Ciência Hoje' em dezembro de 1996.

A SBPC, ao concordar com o exame, entende como o início de um processo de avaliação que deve contemplar toda a complexidade e heterogeneidade de ensino superior no Brasil.

Quase a avaliação não pode ser simplesmente restringida a um episódio episódico, como é o caso do "Provão", que não contempla a qualidade da educação superior em seu todo.

A SBPC também entende que a avaliação de um setor pode ser usada para classificar, em relação ao desempenho, as instituições de ensino superior. Mas não pode ser usada para classificar a qualidade da educação superior em seu todo.

Essas instituições de ensino superior, portanto, não podem ser avaliadas apenas em termos de desempenho acadêmico, mas também em termos de qualidade da educação superior em seu todo.

SBPC, Nordeste, crise e esperança encontram-se em Feira de Santana

Agredidos pela crise econômica, os cientistas brasileiros encontraram na Feira de Santana, Bahia, um ambiente de esperança e de luta por uma educação superior de qualidade.

A SBPC, ao concordar com o exame, entende como o início de um processo de avaliação que deve contemplar toda a complexidade e heterogeneidade de ensino superior no Brasil.

Quase a avaliação não pode ser simplesmente restringida a um episódio episódico, como é o caso do "Provão", que não contempla a qualidade da educação superior em seu todo.

A SBPC também entende que a avaliação de um setor pode ser usada para classificar, em relação ao desempenho, as instituições de ensino superior. Mas não pode ser usada para classificar a qualidade da educação superior em seu todo.

(Continua na página 4)

CIÊNCIA E TECNOLOGIA NO BRASIL: QUAL É A SITUAÇÃO?

Ex-reitor da Universidade de São Paulo, ex-secretário de Educação do Estado de São Paulo, ex-secretário de Ciência e Tecnologia da Presidência da República e ex-ministro da Educação, o professor José Goldemberg nos oferece aqui uma reflexão documentada e estimulante sobre as peculiaridades do sistema de apoio ao desenvolvimento científico criado no Brasil e seus pontos de semelhança com o modelo norte-americano, que muito o influenciou. As grandes diferenças, pelo visto, são duas: o conjunto de recursos destinados à C&T no Brasil é ainda muito baixo e apenas 26% deles provém do setor privado ou de empresas estatais. Nada menos de 74% do total são encargos do governo. E destes, 37% cabem aos ministérios da Saúde, da Agricultura e da área militar, para tarefas em geral aplicadas. Há, portanto, 37% destinados à pesquisa pura, percentagem relativamente muito alta. Dai as recomendações finais do autor em favor do aumento de nossos investimentos em C&T como um todo e em pesquisa aplicada, para o país gerar mais desenvolvimento.

JOSÉ GOLDEMBERG

Universidade de São Paulo.

A implantação de um sistema de apoio ao desenvolvimento científico no Brasil, com a criação da Fapesp e do CNPq, seguiu de perto a trajetória adotada pelos Estados Unidos (e por alguns países da Europa) após a Segunda Guerra Mundial.

Naquele país, o sucesso alcançado no desenvolvimento de novas armas, como as bombas atômicas, e de novas tecnologias, como o radar e outras – que tiveram papel importante no resultado final do conflito –, convenceu os políticos e a sociedade em geral de que a ciência, a partir de primeiros princípios, podia desenvolver produtos novos e de que, sem ela, o país estaria ameaçado em sua segurança e prosperidade.

Esta percepção foi expressa com grande eloquência, em 1945, no relatório de Vannevar Bush ao presidente dos Estados Unidos – *Science, the Endless Frontier* –, que levou, cinco anos depois, à criação da National Science Foundation.

As duas mensagens principais deste relatório foram:

- os Estados Unidos devem preservar a capacidade em pesquisa e desenvolvimento (P&D) mobilizada durante a Segunda Guerra Mundial;
- o governo dos Estados Unidos deve assumir a responsabilidade pela pesquisa básica das universidades norte-americanas.

O Relatório Bush converteu o binômio *segurança e prestígio* em verdadeiro 'contrato social', que justificou o apoio à

pesquisa básica a partir de 1945; ao fazê-lo, introduziu a distinção entre ciência pura e ciência aplicada e a idéia de que poderio econômico resultava 'linearmente' da ciência, isto é, de que pesquisa básica criava novos conhecimentos, os quais, após P&D apropriados, levavam de maneira direta a produtos de uso no mercado.

Em outras palavras, o que o relatório dizia – não explicitamente – era que, se o apoio à ciência fosse feito corretamente, o resto decorreria naturalmente.

Passados 50 anos, a situação mundial é diferente:

- o elemento 'segurança nacional' perdeu muito de sua força com o fim da chamada Guerra Fria;
- a competitividade econômica internacional ocupa hoje o papel central, antes ocupado pela Guerra Fria; e
- a confiança no simplista 'modelo linear' de desenvolvimento diminuiu muito.

Foi o modelo seguido pelo Japão que passou a representar as expectativas dos governos de outros países. Tal modelo baseia-se:

- em pacote de medidas de longo alcance, com alvo comum envolvendo educação, pesquisa, indústria e comércio internacional;
- em atmosfera econômica que assegura e mantém o dinamismo do setor privado.

Dentro desse conceito é que o apoio à ciência pura poderia se justificar, mas o fato é que não funcionou nos Estados Unidos, provavelmente pela simples

razão que naquele país houve declínio acentuado de apoio político e social a qualquer iniciativa racional, seja ela militar ou civil (como se viu no caso da reforma do sistema de assistência social).

Passados são, pois, os dias em que os Estados Unidos podiam se dar ao luxo de apoiar a pesquisa pura, quaisquer que fossem seus custos. Além disso, a credibilidade na pureza das universidades diminuiu em consequência de incidentes freqüentes com o uso extravagante de verbas públicas, falta de ética científica e resistência a mudanças nas universidades. Além disso, a pesquisa científica, em vista de seus custos crescentes, passou a competir com outras prioridades sociais consideradas mais urgentes pelos políticos.

De qualquer forma, justificar o apoio à ciência pura em nome da competitividade econômica, mesmo se válido, implica mudança do relacionamento entre os cientistas e os agentes que pagam as despesas decorrentes do seu trabalho.

Com isto, a 'autonomia' da ciência diminuiu, e, de fato, são poucas as atividades do sistema científico que não dependem de decisões tomadas fora desse sistema, onde proteção de patentes, lucro, controle de mercados, práticas monopolistas e outras constituem a regra e não a exceção.

Nas palavras de Jean-Jacques Salomon – no artigo 'National science policy in a changing world', in *Strategies for the na-*

tional support of basic research: an international comparison, publicado em Israel em 1995 –, "o conhecimento científico se tornou *commodity*, ferramenta a serviço da política e da economia, isto é, produto que pode ser comprado, vendido, roubado e usado indevidamente.

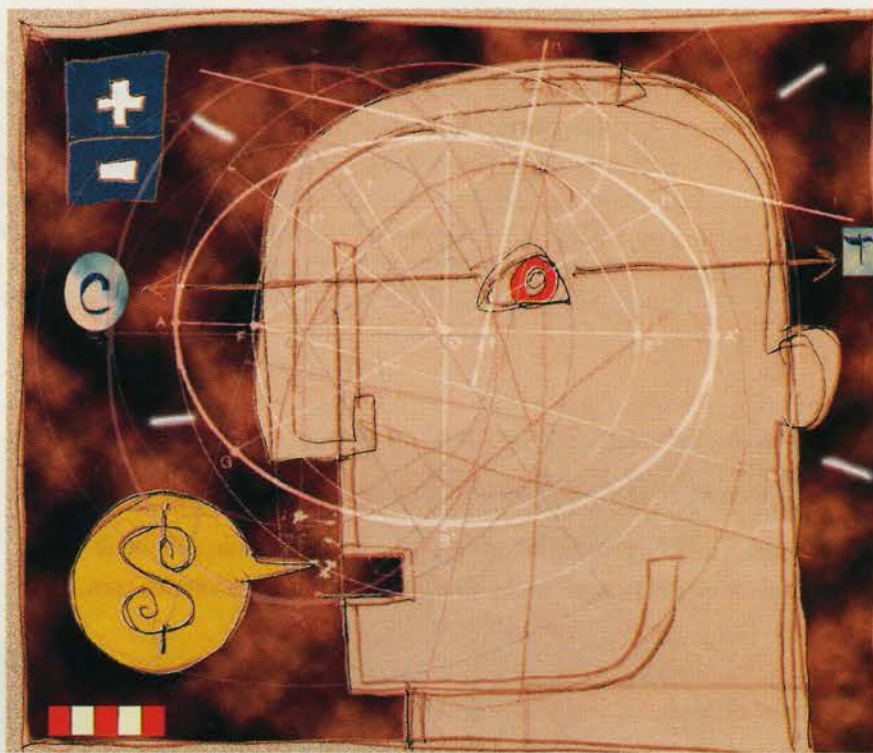
Sob a nova ótica em que vivemos, é difícil quantificar a autonomia do sistema científico, mas, de novo aqui, Salomon coloca o problema de maneira muito convincente. Segundo ele, o que as

'estatísticas' provam é que cerca de 10% do orçamento de P&D dos países desenvolvidos têm sido dedicados à ciência básica e deixados nas mãos dos cientistas, sem maior interferência governamental. Em países em desenvolvimento, mais de 20% do orçamento vão para pesquisa básica porque não há indústrias suficientes nesses países para se beneficiarem da pesquisa aplicada. Por outro lado, se a percentagem cai abaixo de 70%, isso significa que não existem inovações no país em questão.

No Brasil, o dispêndio em P&D é inferior a 1% do produto bruto nacional (0,7% em 1994, o que significa US\$ 3,85 bilhões, em um produto interno bruto de US\$ 551 bilhões). Comparado ao de outros países (figura 1), esse índice mostra que o Brasil gasta em C&T menos do que países industrializados, mas não se encontra em posição tão inferior quanto outros países em desenvol-

vimento, como México e Equador.

Um problema realmente sério é a origem e destinação desses recursos (figura 2). Apenas 26% são dispêndios do setor privado ou empresas estatais, os restantes 74% são do governo. Dos dispêndios federais, 37% são feitos pelos ministérios da Saúde e da Agricultura e pelos ministérios militares e, portanto, para pesquisas que podem ser consideradas aplicadas. Restam, ainda assim, 37% destinados à pesquisa pura, o que é elevado, segundo Jean-Jacques Salomon.



Brasil	0,70	Japão	3,0
Argentina	0,35	Alemanha	2,8
México	0,32	França	2,4
Venezuela	0,34	Inglaterra	2,1
Equador	0,16	Itália	1,4
Estados Unidos ..	2,6	Canadá	1,4

FONTE: INDICADORES NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA 1990-1994. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1996.

Figura 1. Dispendios em ciência e tecnologia (1991) em vários países, envolvendo pesquisa e desenvolvimento, em percentagem dos produtos nacionais brutos.

	US\$ milhões	%
Governo Federal	2.199	57.2
Governo Estadual	646	16.6
Empresas Estatais	308	8.1
Empresas Privadas	698	18.1
Total	3.851	100

Figura 2. Dispendios em ciência e tecnologia no Brasil, por fontes de recursos, em 1994.

A fração dos dispêndios em ciência pura aplicada no Brasil é questão a ser melhor esclarecida, mas um indício desencorajador é o número de patentes concedidas no país a estrangeiros e a brasileiros (figura 3). Em 1994, de 2.469 patentes registradas, apenas 417 eram de residentes no País, o que dá uma

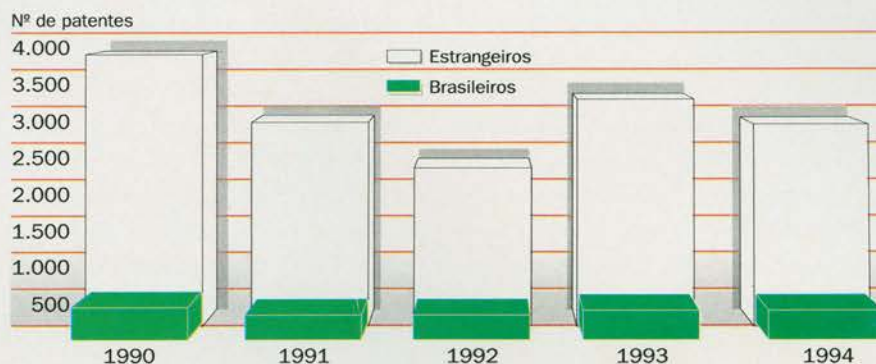


Figura 3. Número de patentes concedidas no Brasil segundo o país de residência do solicitante.

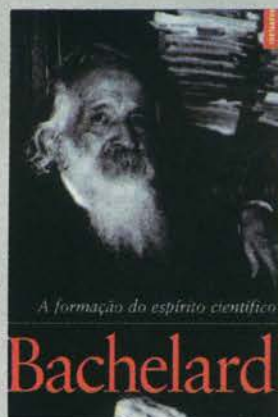
idéia da fraca contribuição nacional na tecnologia usada. Há no Brasil cerca de 35 mil cientistas que publicam cerca de 15 mil artigos por ano, mas que dão origem a um número muito reduzido de patentes.

O Brasil cai, portanto, claramente na categoria de país em desenvolvimento, segundo a classificação de Jean-Jacques

Salomon, tendo dois problemas nessa área, e não apenas um:

- o de aumentar a fração do produto bruto nacional dedicada a P&D (o que beneficiaria a pesquisa básica); e
- dedicar maior fração desses recursos à pesquisa aplicada, o que redundaria em maior desenvolvimento.

A Contraponto Editora oferece seus livros, em venda direta, com descontos médios de 30%. Você receberá os livros em casa, pelo correio. As despesas postais já estão incluídas. Telefone ou escreva pedindo o nosso catálogo. Tel. / fax (021) 275-0751 – Caixa Postal 56066 – CEP 22292-970 – Rio de Janeiro, RJ



A formação do espírito científico
Gaston Bachelard – 316 p.
Preço com desconto: **R\$ 20,00**



A parte e o todo
Werner Heisenberg
288 p.
Preço com desconto: **R\$ 20,00**



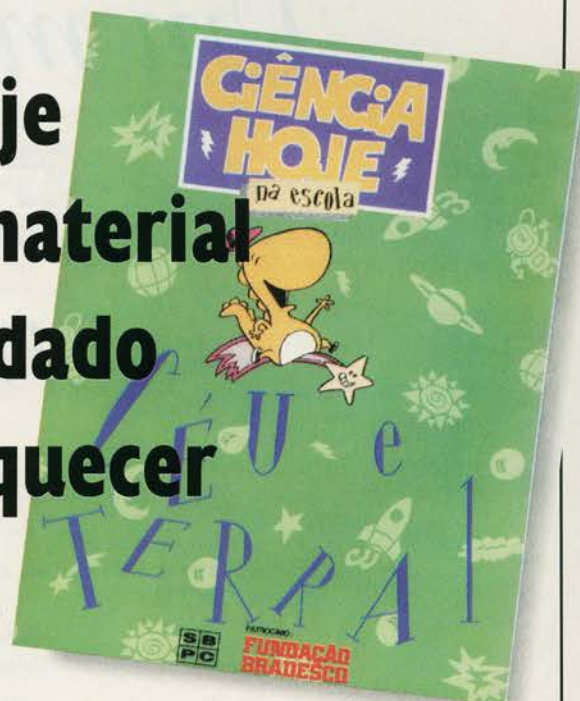
Física atômica e conhecimento humano
Niels Bohr – 140 p.
Preço com desconto: **R\$ 13,00**



O valor da ciência
Henri Poincaré
180 p.
Preço com desconto: **R\$ 14,00**



**Ciência Hoje
preparou este material
com todo cuidado
para você enriquecer
sua aula.**



Agora, conte aqui como foi a aula.

Ciência Hoje na Escola reúne, em volumes temáticos, artigos e experiências publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças*. São textos e desenhos selecionados para você planejar suas aulas com segurança e de acordo com os temas curriculares.

Foi um esforço e tanto. Agora, ninguém melhor que você, com sua experiência, para nos relatar sobre os resultados alcançados.

Escreva-nos contando como transcorreu aula e como reagiram os alunos.

Queremos publicar sua carta aqui na *Ciência Hoje*.

Ela pode ser muito útil tanto para nós como para outras escolas do Brasil inteiro.

ENVIE SUA CARTA PARA CIÊNCIA HOJE

Av. Venceslau Brás 71, Casa 27, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-140.

Ou pelo fax (021) 541-5342.

Para adquirir seu exemplar ou para qualquer esclarecimento, ligue para:

0800 264846

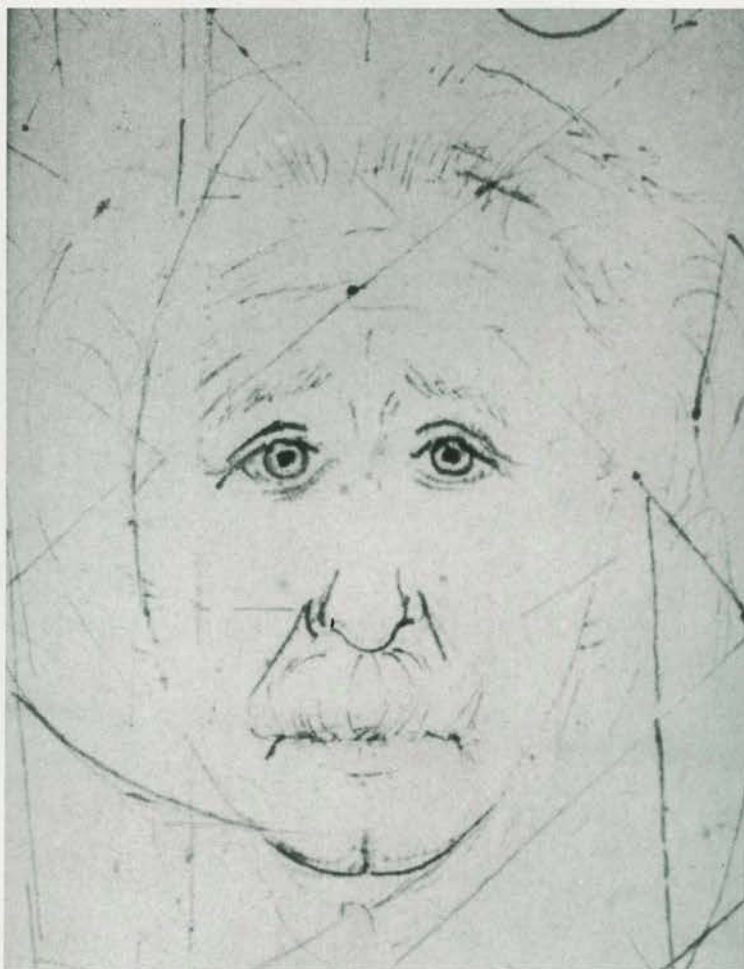
Um manuscrito de **Einstein** *no Brasil*

Alfredo Tiomno Tolmasquim

Museu de Astronomia e Ciências Afins – CNPq.

Ildeu de Castro Moreira

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



**Einstein,
em desenho
feito por
Portinari.**



Einstein na Academia Brasileira de Ciências.

Um importante documento escrito por Albert Einstein em 1925, no Brasil, e não incluído nas bibliografias existentes

do grande cientista, foi recentemente localizado no Rio de Janeiro. Trata-se do texto original de uma comunicação feita por ele à Academia Brasileira de Ciências (ABC), durante sua visita ao país. Datado de 7 de maio de 1925 e assinado por Einstein, o manuscrito – no idioma alemão – dessa comunicação, redescoberto após sete décadas, tem o título *Bemerkungen zu der gegenwärtigen Lage der Theorie des Lichtes* (Observações sobre a situação atual da Teoria da Luz).

Apresentamos a reprodução integral do manuscrito de Einstein e de uma nova versão para o português,

baseada na tradução original realizada por Roberto Marinho de Azevedo. Este documento é o único artigo em

que o cientista compara suas idéias sobre o fóton (ou *quantum* de luz) com a teoria que Bohr, Kramers e Slater defendiam, na época, sobre a natureza ondulatória da radiação luminosa, prescindindo do conceito de fóton. Um relato da viagem de Einstein à América do Sul, no primeiro semestre de 1925, apresenta o contexto histórico no qual a comunicação foi feita. A tradução original da comunicação de Einstein foi publicada no primeiro número da Revista da Academia Brasileira de Ciências, em 1926, mas o seu conteúdo e a existência do manuscrito não são conhecidos internacionalmente.

A VIAGEM À AMÉRICA DO SUL

A vinda de Einstein à América do Sul fez parte de uma série de viagens que ele realizou, na década de 20, a vários lugares, como Japão, Palestina e Estados Unidos. Esse período seguiu-se à súbita fama que adquiriu, deflagrada pelo anúncio, em 1919, dos resultados da expedição científica a Sobral, no Ceará, que confirmaram as previsões de Einstein sobre a deflexão da luz das estrelas ao passar nas proximidades do Sol (ver 'A prova cearense das teorias de Einstein', em *Ciência Hoje* nº 115). Graças ao prestígio conquistado, sua figura ganhou as páginas dos jornais de todo o mundo e suas opiniões científicas, filosóficas, éticas e políticas passaram a ter grande repercussão junto ao público.

Uma das motivações de Einstein para tais viagens era certamente sua curiosidade em conhecer diferentes países e culturas. Além de buscar difundir suas teorias, ele tinha também um objetivo político em algumas dessas visitas, como as realizadas à França e à Inglaterra: tentar aproximar as comunidades científicas dos diversos países, que haviam estado em conflito na Primeira Guerra Mundial, e mostrar que a ciência, como a arte, podia contribuir para a superação dos nacionalismos. Além disso, Einstein estava engajado na causa judaica, especialmente em seus objetivos culturais.

A viagem à América do Sul incorpora vários desses aspectos motivadores. Einstein fez conferências científicas na Argentina, no Uruguai e no Brasil. Visitou instituições científicas, participou de recepções organizadas pela comunidade judaica e pela comunidade germânica, defendeu a paz e a conciliação mundial e falou sobre a necessidade dos judeus de todo o mundo se unirem para apoiar o movimento de criação da universidade hebraica em Jerusalém.

A idéia de convidar Einstein para vir à América do Sul surgiu na Argentina, em 1922. Superados os obstáculos e após vários contatos com Einstein, foi



Einstein desembarcando no Rio de Janeiro.

pelo Rio no dia 21 de março, onde foi recebido por uma comissão composta por cientistas, jornalistas e membros da comunidade judaica. Nesse dia, visitou o Jardim Botânico, almoçou no Copacabana Palace Hotel e fez o seguinte comentário, por escrito, para um jornalista: "O problema que minha mente formulou foi respondido pelo luminoso céu do Brasil." Na volta para o navio, fez uma pequena jornada a pé pelo centro da cidade.

Na Argentina, onde chegou no dia 24 de março, Einstein permaneceu por um mês. Fez 12 conferências, a maioria sobre a teoria da relatividade, e participou de muitas recepções, inclusive uma organizada pelos estudantes da Faculdade de

Engenharia da Universidade de Buenos Aires. Visitou também La Plata e Córdoba. Discutiu com alguns físicos e químicos argentinos aspectos atualizados da física na época (sobre os *quanta* e sobre a relatividade geral). O jornal *La Prensa* publicou um artigo especial de Einstein, intitulado *Pan-Europa*, onde o cientista critica o nacionalismo e defende o renascimento da comunidade européia e sua unificação, pelo menos nos aspectos culturais.

Em 24 de abril de 1925, Einstein deixou Buenos Aires e alcançou Montevideu. Fez ali três conferências na Faculdade de Engenharia e, como na Argentina, participou de várias recepções e visitou o presidente da República. Permaneceu



Manchete de *O Jornal* do dia 21 de março de 1925.

por uma semana no Uruguai, de onde saiu no dia 1º de maio, em direção ao Rio de Janeiro, no navio *Valdivia*.

Einstein desembarcou novamente no Rio ao anoitecer do dia 4 de maio. Ficou hospedado no Hotel Glória, apartamento 400. Nos dias seguintes, percorreria vários pontos turísticos do Rio de Janeiro, como o Pão de Açúcar, o Corcovado e a floresta da Tijuca. O fascínio com a maravilhosa natureza tropical e o interesse nas diferentes tradições culturais foram atitudes permanentes em Einstein durante sua visita. As anotações de seu diário fazem referência à flora que "supera os sonhos das mil e uma noites", notam a "deliciosa mistura étnica nas ruas" e comentam sobre a influência do clima quente e úmido no comportamento humano. No dia 6 de maio, Einstein visitou o presidente da República, Artur Bernardes, e alguns ministros de Estado.

Seu programa turístico-científico incluiu visitas a diversas instituições: Museu Nacional (a 7 de maio), Instituto de Manguinhos (atual Fundação Oswaldo Cruz, a 8 de maio) e Observatório Nacional (a 9 de maio). Visitou também, no dia 11 de maio, o Hospital dos Alienados. Através das ondas da Rádio Sociedade, criada em 1923, dirigiu, em alemão, uma mensagem breve ao povo brasileiro, traduzida em seguida pelo químico Mário Saraiva. Na mensagem, Einstein falou da importância dos meios de comunicação radiofônica para a difusão da cultura e do conhecimento científico, desde que utilizados por pessoas qualificadas.

Como aconteceu em outros países, as conferências de Einstein no Rio tinham o objetivo de disseminar as novas idéias para uma audiência acadêmica diversificada. A primeira delas, versando sobre a teoria da relatividade especial, ocorreu no

Bemerkungen zu der gegenwärtigen Lage der Theorie des Lichtes.

Das vor kurzen Zeit glaubte man, dass mit der Modulationstheorie des Lichtes in deren elektromagnetischer Fassung eine endgültige Kenntnis der Natur der Strahlung gewonnen sei. Seit etwa 25 Jahren aber weiss man, dass diese Theorie, zwar die geometrischen Eigenschaften des Lichtes in genauer Weise darstellt (Brechung, Beugung, Interferenz etc.), die thermischen und energetischen Eigenschaften der Strahlung aber nicht zu verstehen gestattet. Eine neue theoretische ^{Erklärung} welche der alten Newton'schen Emanationstheorie nahe steht, Konzeption, die Quantentheorie des Lichtes, trat unvermittelt neben die Modulationstheorie des Lichtes und hat durch ihre Leistungen (Erklärung der Planck'schen Strahlungsformel, der photochemischen Erscheinungen, Bohr'sche Atomtheorie) eine sichere Stellung in der Wissenschaft erlangt. Eine Synthese der Quantentheorie und Modulationstheorie ist trotz aller Anstrengung der Physiker bisher nicht gelungen. Deshalb ist die Frage nach der Realität korpuskel-artiger Lichtquanten eine viel umstrittene.

Vor kurzen hat Bohr zusammen mit Compton und Slater einen interessanten Versuch unternommen, die energetischen Eigenschaften des Lichtes theoretisch zu erfassen, ohne die Hypothese heranzuziehen, dass die Strahlung aus korpuskel-artigen Quanten bestehe. Nach der Ansicht dieser Forscher hat man sich noch wie vor vorzustellen, dass das Licht aus nach allen Richtungen hin sich verteilenden Wellen

Reprodução do manuscrito original da comunicação à ABC.

Clube de Engenharia, no dia 6 de maio. O auditório estava completamente lotado por professores, autoridades, jornalistas, alunos. Para muitos, mais importante do que entender o que seria dito era ver e ouvir o cientista mais famoso do mundo. Sobre essa conferência, Einstein escreveu em seu diário: "Às 4:00 PM, primeira conferência no Clube de Engenharia em um auditório lotado, com barulho da rua. As janelas estavam abertas. A acústica não permitia o entendimento. Pouco científico." A segunda conferência, agora sobre a teoria da relatividade geral, deu-se na Escola Politécnica, no

dia 8 de maio, e os organizadores limitaram o número de pessoas para evitar os atropelos da primeira palestra.

Nessa época, não havia no Brasil instituições destinadas à pesquisa nas áreas de física e matemática. Poucos cientistas, em geral provenientes das escolas de engenharia, interessavam-se pelas novas idéias na física, especialmente pela teoria da relatividade. Entre eles destacavam-se Manoel Amoroso Costa e Roberto Marinho de Azevedo, ambos professores da Escola Politécnica e membros da ABC, além de Theodoro Ramos, Lélío Gama, Luiz Freire e o jurista Pontes de Miranda.

Amoroso Costa publicou muitos artigos em jornais e revistas, depois de 1919, explicando as teorias de Einstein. Escreveu um excelente livro de introdução à teoria da relatividade, publicado já em 1922, mas estava na França durante a visita de Einstein. Houve também oponentes às novas idéias: a influência do positivismo na cultura brasileira era intensa e de suas hostes vieram as críticas mais vigorosas à relatividade. O principal opositor foi Licínio Cardoso, presidente da sessão de ciências físicas e matemáticas da Academia e catedrático de mecânica racional na Escola Politécnica.

Antes, durante e depois da estada de Einstein, vários artigos foram publicados nos jornais sobre a teoria da relatividade, alguns contrários a ela. Na ABC, o debate estendeu-se por várias sessões. A disputa surgiu após a publicação de um artigo de Licínio Cardoso, intitulado *Relatividade Imaginária*, em *O Jornal* no dia 16 de maio. Vários acadêmicos defenderam as idéias de Einstein e, algumas semanas mais tarde, Roberto Marinho de Azevedo apresentou o artigo *Resposta a algumas objeções feitas entre nós contra a Teoria da Relatividade*.

bestehen, welche von der Materie aus dem Sinne der Undulationstheorie kontinuierlich absorbiert werden, aber trotzdem nach einem statistischen Gesetze in einzelnen Atomen quantenartige Wirkungen erzeugen, genau so, wie wenn die Strahlung aus Quanten von der Energie $h\nu$ und vom Impuls $h\nu/c$ bestünde. Dieser Konzeption zufolge haben die Atome die exakte Gültigkeit des Energie- und Impuls-Satzes ~~zugewandt~~ aufgegeben und an dessen Stelle eine Relation gesetzt, welche eine statistische Gültigkeit beansprucht.

Zur experimentellen Prüfung dieser Auffassung haben die Berliner Physiker Geiger und Bothe ein interessantes Experiment unternommen, auf das ich Ihre Aufmerksamkeit lenken möchte. Vor einigen Jahren hat Compton aus der Quantentheorie des Lichtes eine sehr wichtige Konsequenz gezogen und durch das Experiment bewahrt. Bei der Zerstreuung harte Röntgenstrahlen durch die die Atome konstituierenden Elektronen kann der Fall eintreten, dass der Impuls (Stoss) des gestreuten Quants hinreichend gross ist, um das Elektron aus der Atom-Hülle herauszuschleichen. Die hierfür nötige Energie wird dem Quant bei der Kollision entzogen und äussert sich gemäss den Prinzipien der Quantentheorie als Frequenz-Veränderung der gestreuten Strahlung gegenüber der einfallenden Röntgenstrahlung. Diese durch Experiment qualitativ und quantitativ sehr nachgewiesene Erscheinung wird als „Compton-Effekt“ bezeichnet.

Von diesem nach der Theorie von Bohr, Sommerfeld und Slater zu erwarten, muss man die Zerstreuung der Strahlung als einen kontinuierlichen Prozess auffassen, an dem sich alle Atome der gestreuten Substanz beteiligen, während das Herausschleichen der Elektronen den Charakter von nur statistischen

Einstein deixou o Rio, com destino à Europa, no dia 12 de maio. Sua visita, amplamente noticiada pela imprensa, influenciou e deu novo alento à pequena e emergente elite acadêmica do Rio de Janeiro em sua luta pelo estabelecimento da pesquisa ‘pura’, como era designada a pesquisa básica, e para a difusão das idéias da física moderna no Brasil. Quando deixou o Rio, o cientista enviou, do navio, uma carta ao Comitê Nobel, sugerindo o nome de Cândido Rondon para o Prêmio Nobel da Paz. Embora não tivesse encontrado Rondon pessoalmente, Einstein ficou muito impressionado com o que ouviu sobre suas atividades “na integração das tribos indíge-

folgenden Folgerungen hat. Nach der Theorie der Lichtquanten muss auch die Zerstreuung des Lichtes Eigenschaften besitzen, und es muss jedesmal, wenn durch die gestreute Strahlung ein Sekundäreffekt in durch die getroffene Materie erzeugt wird in einer ~~ganzen~~ bestimmten Richtung ein ungeschlossenes Elektron vorhanden sein. Nach der Theorie der Lichtquanten besteht also eine statistische Abhängigkeit zwischen unkompton'schen Streuung und Elektronenemission, welche statistische Abhängigkeit nach der theoretischen Auffassung der erwähnten Autoren fehlen müsste.

Um nachzusehen, wie es sich in Wirklichkeit verhält, muss man ein Apparat haben, um einen einzigen Elementarprozess der Absorption bzw. ein einziges ungeschlossenes Elektron zu beobachten. Dieser Apparat liegt vor in der elektrischen Lampe, die dadurch ein einziges von ihr aufgefangenes Elektron durch sekundäre Ionisierung eine messbare momentane Entladung erzeugt. Mit zwei solchen geeignet angeordneten Spitzten gelingt es Geiger und Bothe die wichtige Frage der statistischen Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der genannten Sekundärvorgänge nachzuweisen.

Zur Zeit meines Abreise von Europa waren die Versuche noch nicht abgeschlossen. Nach den bisherigen Ergebnissen jedoch scheint statistische Abhängigkeit vorzuliegen, was sich dies bestätigt, so liegt ein neues wichtiges Argument für die Realität der Lichtquanten vor.

A. Einstein. 7. I. 25.

tornou-se local importante de debates científicos e passou a publicar uma revista, que desempenhou papel significativo na ciência brasileira.

A recepção reuniu mais de cem membros de várias instituições. A sessão foi aberta por Juliano Moreira, então presidente da ABC, que falou sobre a influência da relatividade em várias áreas da ciência. Em seguida, entregou a Einstein o diploma de Membro Correspondente da ABC. Francisco Lafayette, outro membro da Academia, fez uma apresentação geral sobre os trabalhos científicos de Einstein, mencionando suas primeiras pesquisas sobre o movimento browniano, o efeito fotoelétrico e as teorias relativísticas. Em seguida, Mário Ramos estabeleceu o prêmio Albert Einstein, que seria dado anualmente ao melhor trabalho apresentado à Academia. Por fim, Einstein fez uma conferência curta sobre a situação da teoria da luz naquele momento, expressando-se em francês.

Significativamente, em vez de fazer um discurso, Einstein preferiu apresentar à Academia uma questão científica candente naquele momento. Isso está registrado na ata da sessão: "O professor Einstein,

nas ao homem civilizado, sem o uso de armas nem de qualquer tipo de coerção".

A COMUNICAÇÃO À ACADEMIA

A recepção a Einstein na Academia Brasileira de Ciências foi o compromisso científico mais importante do cientista durante sua visita ao Rio de Janeiro. A instituição, criada em 1916 com o nome de Sociedade Brasileira de Ciências, reunia cientistas e professores com o objetivo de promover as atividades científicas no Brasil. Em curto espaço de tempo, a Academia

agradecendo às homenagens que lhe são prestadas, ao invés de um discurso, diz ele, mostra o seu reconhecimento e o seu apreço à Academia fazendo uma rápida comunicação sobre os resultados que, na Alemanha, estão sendo obtidos nos estudos realizados sobre a natureza da luz, comparando a teoria ondulatória e a dos *quanta*. Não existem registros de perguntas feitas a Einstein referentes ao conteúdo de sua apresentação. O interesse maior despertado nas palestras de Einstein centrou-se na teoria da relatividade.

Em sua comunicação, Einstein faz um paralelo entre a teo-

OBSERVAÇÕES SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL DA TEORIA DA LUZ

Até pouco tempo atrás, acreditava-se que, com a teoria ondulatória da luz, na sua forma eletromagnética, tivéssemos adquirido um conhecimento definitivo sobre a natureza da radiação. No entanto, sabemos, há cerca de 25 anos, que essa teoria não permite explicar as propriedades térmicas e energéticas da radiação, embora descreva com precisão as propriedades geométricas de luz (refração, difração, interferência etc.). Uma nova concepção teórica, a teoria quântica da luz, semelhante à teoria da emissão de Newton, surgiu ao lado da teoria ondulatória da luz e adquiriu uma posição bem estabelecida na ciência devido a seu poder explicativo (explicação da fórmula da radiação de Planck, dos fenômenos fotoquímicos, teoria atômica de Bohr). Apesar de todos os esforços feitos pelos físicos, não se conseguiu, até hoje, uma síntese lógica da teoria quântica e da teoria ondulatória. É, por essa razão, muito discutida a questão da realidade dos *quanta* de luz.

Há pouco tempo, Bohr, juntamente com Cramers e Slater, tentou explicar teoricamente as propriedades energéticas da luz sem lançar mão da hipótese de que a radiação é constituída de *quanta* análogos a corpúsculos. Segundo a opinião desses pesquisadores, devemos continuar a imaginar a radiação como constituída de ondas que se propagam em todas as direções. Essas ondas, embora absorvidas pela matéria de modo contínuo, como quer a teoria ondulatória, produzem, de acordo com leis puramente estatísticas, efeitos quânticos em átomos individuais como se a radiação fosse constituída de *quanta* de energia $h\nu$ e de momento $h\nu/c$. Com essa concepção, esses autores abandonaram a validade exata dos teoremas da conservação da energia e do momento, substituindo-os por uma relação que possui apenas um valor estatístico.

Com a finalidade de verificar experimentalmente esse modo de ver, os físicos berlinenses Geiger e Bothe tentaram uma experiência interessante sobre a qual desejaria chamar a atenção dos senhores. Há alguns anos atrás, Compton tirou uma consequência de grande importância da teoria quântica da luz, consequência esta que foi verificada experimentalmente. Quando ocorre a difusão dos raios Roentgen duros pelos elétrons constitutivos do átomo, pode acontecer que

o momento (choque) do *quantum* incidente seja suficientemente forte para arrancar o elétron do átomo. A energia necessária para isso é retirada do *quantum*, durante a colisão, e se manifesta, de acordo com os princípios da teoria dos *quanta*, na diminuição da frequência da radiação difundida, quando comparada com a frequência da radiação incidente. Esse fenômeno, verificado experimentalmente, tanto qualitativa como quantitativamente, é conhecido sob a denominação de "efeito Compton".

Para que se possa compreender o "efeito Compton" pela teoria de Bohr, Cramers e Slater, é necessário conceber a difusão da radiação como um processo contínuo em que tomam parte todos os átomos da substância que difunde aquela radiação, enquanto a emissão dos elétrons tem apenas o caráter de acontecimentos isolados que obedecem a leis estatísticas. Por outro lado, de acordo com a teoria dos *quanta* de luz, também a difusão da luz deve possuir o caráter de acontecimentos isolados, e, sempre que um efeito secundário for produzido na difusão da radiação pela matéria, um elétron deve ser emitido em uma direção determinada. Por essa teoria, existe, assim, uma correlação estatística entre a radiação difundida, no sentido de Compton, e a emissão de elétrons, correlação esta que não deve existir na concepção teórica dos autores citados acima.

Para verificar o que ocorre realmente, é necessário que se utilize um aparelho capaz de constatar um único processo elementar de absorção e a emissão respectiva de um único elétron. Esse dispositivo existe numa ponta eletrizada, onde um único elétron por ela apreendido gera, pela formação secundária de íons, uma descarga momentânea susceptível de ser medida. Com duas dessas pontas convenientemente dispostas, Geiger e Bothe conseguem responder à importante questão da existência da correlação estatística dos fenômenos secundários mencionados acima.

Por ocasião de minha partida da Europa, as experiências não estavam ainda concluídas. No entanto, os resultados até agora obtidos parecem mostrar a existência daquela correlação. Se essa correlação for verificada de fato, tem-se um novo argumento de valor em favor da realidade dos *quanta* de luz.

A. Einstein, 7. V. 25.

ria corpuscular da luz e a teoria da radiação proposta pouco antes, em 1924, por Niels Bohr, Hendrik Kramers (no manuscrito, Einstein escreve Cramers) e John Clarke Slater (teoria BKS). A teoria BKS contrariava as idéias de Einstein ao dispensar a idéia do *quantum* de luz (fóton), fazendo com que a conservação da energia e a conservação do momento nos fe-

nômenos atômicos tivessem um caráter apenas estatístico.

Einstein havia introduzido o conceito de fóton em 1905, ao estudar o fenômeno fotoelétrico. Enquanto estava no Brasil, experiências eram finalizadas na Alemanha, por Hans Geiger e Walther Bothe, que viriam refutar a suposição de Bohr e de seus colegas e fazer com que o conceito proposto por Einstein

fosse definitivamente aceito. Essa comunicação à ABC preenche um vazio entre as publicações de Einstein, entre novembro de 1924 e julho de 1925, e parece ser o único artigo de sua autoria, publicado em uma revista científica, onde há uma comparação direta, embora genérica, entre a idéia de fóton e a proposta da teoria BKS.

Os resultados definitivos sobre os experimentos de Bothe e Geiger foram publicados apenas em meados de 1925. Chegaram à conclusão de que esses resultados eram incompatíveis com a interpretação de Bohr, Kramers e Slater e que “o conceito de *quanta* de luz possuía mais realidade do que esta teoria supunha”. Arthur Compton e Alfred Simon, pouco depois, e com experimentos utilizando outras técnicas, foram levados a conclusões similares: “... [as medidas] dão suporte à visão de que a energia e o momento são conservados durante a interação entre a radiação e os elétrons individuais.”

Pouco depois, Bohr aceitava a prova experimental da existência dos fótons, mas expressava a opinião de que a questão das propriedades ondulatória e corpuscular da luz era mais profunda. Einstein, embora tivesse recebido esses resultados experimentais como uma confirmação de suas expectativas quanto às leis de conservação e a uma estrita causalidade na descrição física da natureza, sabia também que o problema da radiação estava ainda longe de uma solução. Mesmo em 1951, em uma carta a seu amigo Michele Besso, comentava: “Os 50 anos de meditação consciente não me levaram mais próximo da resposta à questão: o que são os *quanta* de luz? Naturalmente, hoje qualquer espertalhão pensa que sabe a resposta, mas ele está enganando a si mesmo.”

Nessa primeira etapa do debate Einstein-Bohr, da qual a comunicação à ABC faz parte, as idéias de Einstein sobre a realidade dos *quanta* de luz predominaram, com a confirmação experimental de Bothe e Geiger e de Compton e Simon. Contudo, novas etapas, e mais acesas, surgiram nos anos



Conferência de Einstein na Politécnica.

seguintes sobre a questão geral da causalidade, do determinismo e do significado de uma descrição completa na teoria quântica. Essa disputa viria a se tornar, com certeza, o mais importante debate científico do século XX.

O manuscrito original da comunicação foi entregue por Einstein a Getúlio das Neves, que presidia a Comissão de Recepção a Einstein. Foi escrito no Rio de Janeiro: o verso do documento mostra que o papel utilizado era do Hotel Glória, onde Einstein ficou hospedado na cidade. A data, 7 de maio, é a mesma da conferência feita na ABC. Possivelmente os membros da Academia instaram com Einstein para que o manuscrito de sua apresentação fosse publicado na revista da Academia, que se pretendia criar. A versão para o português foi feita por Roberto Marinho de Azevedo e tornou-se o primeiro artigo da Revista da Academia Brasileira de Ciências: foi publicado no volume 1, número 1, nas páginas 1 a 3, em 1926.

Getúlio das Neves, que ficou com o manuscrito, faleceu em 1928. Seu arquivo foi guardado por seu neto Jorge Getúlio Veiga, que manteve o documento em sua posse até recentemente. Poucas semanas após revelar a existência do documento e fornecer uma reprodução dele aos autores deste artigo, Jorge Getúlio faleceu. Esta publicação é também um agradecimento e um tributo à sua memória. Ele e muitos outros familiares de cientistas e professores contribuíram com dedicação e cuidado para a preservação de importantes arquivos sobre a história da ciência no Brasil, freqüentemente descurados pelo poder público.

Sugestões para leitura:

Ciência Hoje. *Einstein e o Brasil*, hipertexto (em disquete), 1995.
MOREIRA, I.C. & VIDEIRA, A.A.P. (orgs.). *Einstein e o Brasil*, Editora da UFRJ, 1995.

COLABORARAM COM A REVISÃO DA TRADUÇÃO:
Bernhard Lesche e Odair Gonçalves.



Einstein no Observatório Nacional.

James W. Cronin

O enigma das micropartículas com macroenergia

Que objetos, fora de nossa galáxia, poderiam acelerar partículas microscópicas a energias tão elevadas?

Premio Nobel de Física de 1980, James Watson Cronin, de 65 anos, é professor da Universidade de Chicago e membro da Academia Americana de Artes e Ciências e da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos. Cronin é o líder científico do Projeto Auger, que até o ano 2002 construirá dois equipamentos detectores de raios cósmicos, um nos Andes, na Argentina, e outro no hemisfério Norte, no estado de Utah (Estados Unidos). Trata-se de empreendimento estimado em US\$ 100 milhões, com a participação de 20 países, inclusive o Brasil. Cronin visitou o Brasil em maio, quando discutiu com o ministro da Ciência e Tecnologia, José Israel Vargas, a participação brasileira no Projeto Auger.

Nesta entrevista, Cronin fala sobre o Projeto Auger e sobre a comprovação da violação da simetria CP, que lhe deu o Prêmio Nobel em 1980. O tema atrai há tempos o interesse dos físicos. Por algum tempo, eles acreditaram que se todas as partículas fundamentais fossem transformadas em antipartículas e pudessem ser vistas em um espelho, a imagem seria idêntica à original – condição conhecida como simetria por paridade e conjugação de carga (*Charge conjugation-Parity*, ou CP, em inglês).

A experiência conduzida por Cronin e seu colaborador

Val Fitch, em 1963, no entanto, mostrou que essa simetria não é válida para os káons neutros. Essa violação da CP – que equivale à violação da reversão temporal – permite explicar por que o universo é dominado pela matéria e tem importantes implicações filosóficas.

Entrevista concedida a Ronald Cintra Shellard (PUC/RJ) e

Cássio Leite Vieira.



Qual o interesse científico do Projeto Auger?

Sabemos, desde 1911, que existem radiações provenientes do céu. Há toda uma bela e complexa história sobre esse fenômeno. Sabemos hoje que tais radiações são, principalmente, partículas carregadas. Ao longo dos anos, tais partículas foram estudadas para se saber o que são e de onde vêm. Seu espectro é conhecido até energias bastante elevadas. Creio que sendo

Ciência Hoje uma revista científica, posso usar unidades de energias como elétron-volts (eV) ou joules (J). À medida que foi sendo estudado o espectro de energia dos raios cósmicos – ou seja, sua intensidade em função da energia – viu-se que essa intensidade diminui rapidamente para energias muito elevadas. Entretanto, verificou-se em alguns experimentos que existem ainda raios cósmicos de energia superior a 10^{20} eV. Em unidades práticas, isso corresponde a 16 J de energia, o que significa energia macroscópica em partícula microscópica. Seria o equivalente a deixar cair uma pedra grande sobre seu pé. Então, como em qualquer projeto científico, tentamos entender todos os aspectos da natureza. Não compreendemos que tipos de objetos poderiam existir, presumivelmente, fora de nossa galáxia, capazes de acelerar uma partícula microscópica a energias extraordinariamente elevadas como essas.

O senhor tem alguma idéia sobre os mecanismos que aceleram raios cósmicos a tal nível de energia?

Até essas energias, não. Não se tem nenhuma idéia concreta, mas há mecanismos básicos, que, acredita-se, são capazes de explicar os processos de aceleração dos raios cósmicos para energias baixas. Os mais comuns em nossa galáxia são as ondas de choque dos materiais produzidos quando ocorre a explosão de uma estrela do tipo supernova. De cada lado das ondas de choque dessa explosão, são produzidos campos magnéticos extremamente turbulentos. Isso permite que os raios cósmicos, ao atingirem essas ondas, adquiram a energia do choque e sejam jogados de volta. É como se as partículas fossem refletidas por um espelho em movimento. O outro campo magnético, então, reflete novamente as partículas, e assim por diante. A cada reflexão, essas partículas ganham uma fração de sua energia original. Isso parece funcionar, pelo menos numericamente, para os raios cósmicos situados em uma ordem de magnitude cinco vezes mais baixa (em energia)

*“Os raios cósmicos são
partículas com energias
extraordinariamente elevadas,
e ainda não compreendemos
que tipo de objetos astrofísicos
podem produzir isso.”*

do que os raios que queremos estudar. Mas fenômenos equivalentes não ocorrem com outros objetos astrofísicos conhecidos, tais como buracos negros, radiogaláxias e outros, que simplesmente não têm a capacidade de produzir a aceleração dessas partículas.

O estudo desses raios cósmicos pode revelar alguma surpresa?

Sim. Se soubéssemos o que, teríamos melhores condições de pesquisa. Até agora, porém,

temos algumas evidências indicando que esses raios se originam em regiões do espaço aparentemente não associadas a qualquer objeto astrofísico grande. Isso pode significar que eles seriam acelerados por algum tipo novo de objeto astrofísico, não-visível, mas detectável exatamente através dessa aceleração. É também possível que existam pressões e estresses no próprio espaço-tempo capazes de liberar, de maneira relativamente súbita, a energia responsável pela aceleração de tais partículas. Os físicos teóricos chamam isso de ‘defeitos topológicos’, e tal fenômeno está relacionado com teorias de partículas elementares. Pessoalmente, creio que não é bem isso o que acontece, mas acredito que, quando não se entende algo e não há boa explicação, é quase certo que haverá alguma surpresa. Não posso dizer exatamente o que será, porque aí não seria surpresa.

O estudo dos raios cósmicos pode levar a uma descoberta com o impacto da violação da reversão temporal?

É difícil responder. Usamos a noção da violação da reversão temporal para explicar porque estamos num universo dominado por matéria. O físico soviético Andrey Sakharov foi o primeiro a sugerir isso, em 1967. Na realidade, não sei como os raios cósmicos se relacionariam com a violação da reversão temporal.

Considera válido que um país como o Brasil gaste 10 milhões de dólares em pesquisa básica? Não seria melhor investir essa quantia em projeto tecnológico?

Se o país tem na mão um projeto tecnológico bem definido, está certo de que esse projeto terá algum resultado importante e aceita confrontá-lo com o Projeto Auger, esquecendo qualquer outra coisa, então creio que poderia ser válido escolher o projeto tecnológico. Mas acho que o Brasil tem economia de porte e vem gastando muito em grandes projetos tecnológicos.

Penso que devemos ter muito cuidado ao fazer ciência, mesmo ciência pura como astronomia, astrofísica ou esses raios cósmicos. Será que podemos ter tanta certeza de que, com esses estudos, vamos encontrar algo cuja importância ultrapasse em muito a de projetos tecnológicos com objetivos restritos? Não sei responder, mas creio que, de modo geral – e isso tem sido verdadeiro em toda a história –, os países desenvolvidos que investem em aspectos mais culturais da ciência trazem muitos benefícios a seus cidadãos. Certeza não podemos ter. A preocupação com entender a natureza não faz parte da cultura do país? Todo o processo de civilização no mundo é feito por pessoas que ignoram o lado prático da vida para questionar e procurar respostas nas coisas da natureza. Qualquer criança é curiosa sobre o mundo, pergunta o que há no céu, e quando cresce quer saber mais. Entendo que é decisão do país gastar um pouco de seus recursos no que chamaríamos de cultura científica.

No Brasil, estamos assistindo à deterioração do ensino de matemática e de ciência nas escolas, e creio que o mesmo acontece nos Estados Unidos. Quais as consequências disso lá?

Nos Estados Unidos, estamos perdendo parte cada vez maior da população que poderia participar da atividade econômica do país. Vemos jovens inteligentes condenados a uma vida infeliz. Eles acabam pertencendo a uma classe que temos a obrigação de manter e ajudar, porque somos seres humanos e não queremos que suas vidas sejam tão miseráveis. Mas eles não participam da economia. É um enorme problema para eles. Não creio que os EUA percam sua vantagem tecnológica, pois há sempre imigração da Ásia, América do Sul, Central, México, que procura tirar proveito das vantagens oferecidas na tecnologia, na educação. Os imigrantes entram no setor tecnológico da economia, cada vez mais dominante. Acredito que há um lado trágico, que tem suas consequências na qualidade de vida das pessoas. Isto é a questão mais séria, porque quando um país tem 20, 30, 40% de sua população não suficientemente educada para ter emprego decente, esse país vive, na realidade, uma tensão, sobretudo do ponto de vista humano. Não conheço soluções para esses problemas, mas eles certamente existem e também ocorrem nos Estados Unidos.

“Todo o processo de civilização do mundo é feito por pessoas que ignoram o lado prático da vida para questionar e procurar respostas nas coisas da natureza.”

Qual será o resultado, para os Estados Unidos, da queda do orçamento para ciência e tecnologia?

A pergunta, se bem entendi, refere-se à queda do orçamento para a ciência básica. Quando a diminuição é pequena, provavelmente não faz muita diferença, contanto que o orçamento tenha boa administração. Em ciência, como em muitas outras coisas, você fica experimentando e experimentando. As chances de sucesso de um projeto qual-

quer não são especialmente grandes. Então, se você sofre um corte pequeno, isto não afeta muito. A longo prazo, sim, afetaria. Mas não creio que isso ocorra nos EUA. É muito evidente que os investimentos em ciência e tecnologia são efetivamente rentáveis. Ali está o desenvolvimento econômico do país. Creio que os cortes cessarão tão logo os políticos se apercebam de que estão lidando com perda de competitividade econômica. O que pode acontecer é que a proporção do financiamento para pesquisas orientadas para objetivo determinado, como a cura do câncer, seja aumentada à custa da pesquisa básica. No campo da medicina, certamente ficou muito bem demonstrado que, no final, a pesquisa básica mostrou-se muito mais importante que a pesquisa dirigida. Nas ciências duras, como a física, talvez seja mais difícil ter certeza disso. Na astrofísica ou na astronomia, o financiamento pode sofrer cortes e a produção cair, mas, se os projetos aprovados ganham maior prioridade, não creio que seja um desastre. Temos um longo caminho pela frente. O financiamento da ciência nos Estados Unidos é, de fato, muito bom, embora todo mundo se queixe.

Voltando à violação da CP, duas perguntas: Que mecanismo induz esta violação nos káons – mésons K – neutros?

E como vê as implicações filosóficas da violação da CP?

A violação da CP foi descoberta há muito tempo, mas a resposta ainda é esta: não sabemos. Entretanto, há uma enorme área em física de partículas tentando entender a origem da violação da CP. Terei de ser um pouco técnico aqui. Suspeita-se fortemente que a violação esteja relacionada ao fato de existir três famílias de quarks e de léptons. Isso foi mostrado num artigo dos japoneses Makoto Kobayashi e Toshihide Maskawa. Não creio que isso seja suficientemente satisfatório. Toda a pesquisa feita hoje sobre isso baseia-se no

comportamento de um parâmetro que aparece numa matriz 3 por 3. Se esse parâmetro existe, ele dá conta da violação da CP. Acho que isso só desloca o problema um passo à frente: devemos perguntar então por que esse parâmetro tem o valor numérico encontrado, e também por que os outros elementos dessa matriz têm os valores que tem. Considero isso um pouco desconcertante, pois a violação da CP está relacionada a propriedades funda-

mentais do espaço e do tempo, e, provavelmente, é responsável pela própria existência de coisas como as galáxias, porque nunca sobreviveríamos se houvesse misturas em partes iguais de matéria e antimatéria. A violação pode ser detectada nos káons neutros porque é um sistema extremamente sensível, formado por um equilíbrio delicado entre partículas e antipartículas. Basta romper esse equilíbrio, em um valor extremamente pequeno, para que o efeito apareça. Só para dar uma idéia, o parâmetro que mede a violação da CP nesse sistema corresponde a uma energia de 10^{-17} eV e a massa do káon atinge cerca de 10^8 eV. Devido a tal sensibilidade, o efeito aparece primeiro nesse sistema. No entanto, há um sistema análogo no caso dos mésons B. Pode-se prever o efeito com bastante precisão, se a origem da violação da CP for essa matriz numérica, ou seja, se estiver relacionada com o fato de que há três famílias de quarks. Eu estimaria que 1.500 físicos no mundo inteiro estão trabalhando no problema da violação da CP para os mésons B. Esse é um número excessivo, a meu ver. Um dos artigos mais bem escritos sobre a violação da CP é o de Murray Gell-Man e Abraham Pais. Eles escreveram sobre as consequências da interação das partículas no início dos anos 50. Esse artigo foi escrito em 55. Eles dizem que deve existir um méson K de longa vida, capaz de viajar centenas de metros. Uma previsão tão poderosa partindo de elementos tão simples foi realmente notável. Os mésons K já tinham dado informações sobre a violação da paridade. São realmente partículas notáveis, que sinalizaram para nós propriedades maravilhosas da natureza.

O que vou dizer agora é algo pessoal. A pessoa precisa ter sorte para descobrir uma coisa como essa. Quando você descobre, tende a pensar que deve ser algo especial, e não apenas mais um, na coleção de números que caracteriza a natureza. Então temos de pensar: por que deve ser assim? Essa é provavelmente a mais fundamental pergunta em física de

"A violação da CP está relacionada a propriedades fundamentais do espaço e do tempo e, provavelmente, é responsável pela existência de coisas como as galáxias."

partículas. Certamente, sabemos muito bem como as coisas funcionam. Considerando a máquina do LEP (*Large Electron-Positron Collider*), no CERN, podemos prever, talvez com 99,9% de precisão, qualquer coisa que se possa medir nela. É um grande sucesso na ciência. Podemos dizer que é assim que as coisas funcionam, mas a questão é o porquê. Por que existem todas essas famílias de quarks? Por que eles têm as massas que medimos? Mesmo quando esse

famoso méson de Higgs for descoberto, teremos um mecanismo, mas ainda não teremos a resposta. Não sei se a resposta virá da construção de uma máquina maior, ou dos céus, ou de alguma intuição teórica. Esse é o grande problema da física de partículas. A resposta pode vir de algo que nem imaginamos hoje.

Quando o senhor fez a experiência com káons neutros, já estava procurando a violação da CP ou ela apareceu de forma inesperada?

Havia uma experiência que mostrava a regeneração de káons de longa vida. Quando se gera um feixe de káons de vida longa em um material, isso perturba o balanço entre partículas e antipartículas, e emergem muitos káons de vida curta. O físico Robert Adair fez uma experiência em hidrogênio e interpretou os resultados como mostrando uma regeneração anômala e desenvolveu bela teoria a respeito. Projetamos um experimento para verificar isso. Devido à nova tecnologia de câmara de centelha que usamos, podíamos aumentar a resolução por um fator de 50. Quando analisamos as fotografias, depois do Natal de 1963 e no início de 1964, lá estava o efeito que tínhamos visto no verão de 1963. A experiência fora feita em 1963. No verão de 1964, já tínhamos quase tudo pronto para publicá-la. Ela foi publicada na *Physical Review Letters*. Nosso objetivo era usar a nova tecnologia para reduzir o limite, mas acabamos encontrando um sinal. A experiência era tecnicamente boa o suficiente para tornar clara a existência do sinal. O alvo inicial, no entanto, não tinha sido esse. Mas não é assim que a ciência progride? Não suspeitávamos da existência de um efeito. Na época, era um sinal pequeno. Mas, com o avanço da tecnologia dos detectores, o sinal tornou-se tão grande em relação a outros em nossos planos de observação que é necessário mascarar-lo para ver outro fenômeno.

Fale um pouco das implicações filosóficas desse conceito.

Consideramos que é verdade, e em tal perspectiva essa é talvez a razão pela qual eu gostaria de pensar que, de algum modo, é mais profundo e fundamental do que ter simplesmente que medir parâmetros da teoria da natureza. Posso estar errado sobre isso, mas talvez todos estejam procurando saber se os parâmetros da violação da CP têm também *status* similar ao da massa do quark *top*, do mé-

son π . A existência da violação da CP sugere – se você realmente acredita nisso – que este seja o mecanismo responsável por termos um Universo todo de matéria. Mas há outras questões filosóficas ainda mais profundas. O que me surpreende também, quando mais aprendo sobre ciência, é se há realmente algo. É um acaso, é uma sorte, que todos esses parâmetros tenham o valor correto, e você pode até argumentar mais, com o fato de que o gelo flutua sobre a água em lugar de afundar e de que a ligação atômica não é um pouquinho diferente. Se cada uma dessas coisas tivesse pequenos desvios, a vida, pelo menos como nós a conhecemos, não existiria. Acho que os cientistas levam desvantagem em relação a pessoas religiosas: não aceitam admitir que as coisas são como são por razões sobrenaturais.

Como decidiu tornar-se físico?

Já me fizeram essa pergunta e vou tentar contar como aconteceu. Eu diria que foi como os franceses costumam dizer: *au pifomètre* (por intuição). Não se deve só a um fator, mas a um conjunto de circunstâncias, tais como estar interessado em uma coisa, ter uma boa professora no ginásio. Outra coisa que me fascinou foi que eu adorava medir coisas, não importa o que fossem. Nas aulas de laboratório do curso elementar, eu media cuidadosamente o ângulo de plano inclinado. Tanto quanto possa lembrar, sempre gostava de fazer medidas como essas. Isto me dirigiu para a física e para a física experimental. Penso que o que aconteceu em minha carreira foi grande dose de sorte: estar no lugar certo na hora certa. E todos esses prêmios... Você deve ter muito cuidado para não se deixar levar pelo sucesso, porque isso pode acontecer com muita gente. Refiro-me a esse Prêmio Nobel que parece ter tanto prestígio, e as pessoas (não falo de Einstein, ou Bohr, ou outros) precisam saber que, se estamos

“É uma sorte que todos os parâmetros da natureza tenham um valor correto. Se essas coisas tivessem pequenos desvios, a vida como nós a conhecemos não existiria.”

lá, isso deve-se em boa parte à sorte. Mas, voltando à sua pergunta, creio que andei passeando pela física. Quando terminei a pós-graduação, em 1955, tinha a opção de ir trabalhar na indústria, na General Electric, para construir melhores reatores para aviões. A outra alternativa era ir para a pesquisa básica. Não tenho certeza de ter tido sentimentos fortes nem para uma nem para outra. Se tivesse ido para a GE, a situação teria sido completamente diferente.

Por que escolheu partículas?

Fiz minha tese em física nuclear. A física de partículas estava apenas começando. Era física de partículas de alta energia. Parecia bastante interessante e um de meus professores, Valentine Telegdi, sugeriu esse campo, embora o salário não fosse muito alto naquele tempo. Sempre se preza o conselho dos professores ou dos colegas. É como um passeio ao acaso. Eu imagino que até o Einstein deve ter se perguntado como ele se envolveu em física. Será que ele estava olhando para uma bússola? Aposto que sim. É fácil montar essas lendas, mais tarde.

Tem algum hobby?

Se ler é *hobby*, então sim. Leio muito. Não leio ficção científica. Se gosto de um autor, leio sua obra até a exaustão. Há três anos, li uma novela dessa maravilhosa mulher americana, Willa Cather. Gostei muito. Então li tudo que ela escreveu. Dostoiévski é outro. Também gosto de ler memórias de políticos e de presidentes, história moderna da França, desde a guerra franco-prussiana. Também leio sobre a transformação da União Soviética. E, devido ao Projeto Auger, tenho entrado em contato com muitos países diferentes. Gostaria de aprender mais sobre a América do Sul. Não quero fazer previsões, mas gostaria de aprender espanhol. Minha única língua estrangeira, no momento, é o francês. Mas tenho 64 anos, e não sei se será fácil aprender uma nova língua.

E música?

Gosto de ouvir música, mas não toco nenhum instrumento. Minha esposa toca piano, temos um piano em casa. Como vivemos em um apartamento na cidade, construímos uma casa no campo, em Wisconsin. Outra coisa que faço é jardinagem. São os meus exercícios físicos!

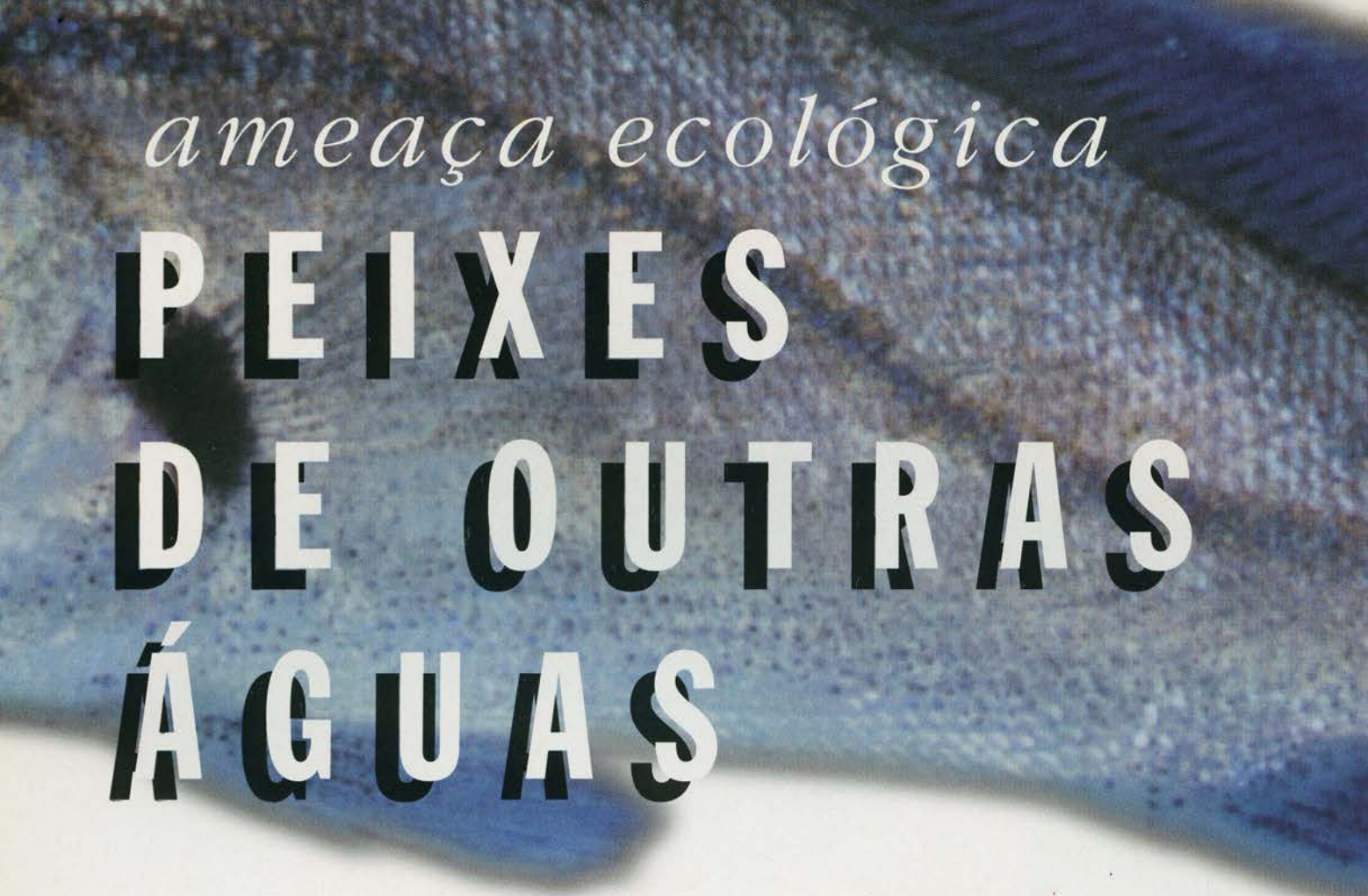
“Os nossos produtos são feitos sob medida para cada tipo de consumidor. Por isso, os anúncios de revista são sob medida para as nossas necessidades.”

Ricardo Adams
Diretor de Marketing
WALITA



A Walita sabe bem o significado da palavra segmentação. Como poucas empresas, ela investe muito para oferecer produtos diferentes para públicos diferentes. E é por este motivo que ela consegue ter uma grande participação nos mais diversos segmentos do mercado. Para a Walita, nada dá tanto resultado quanto anunciar em revistas. Afinal, nenhuma outra mídia é tão segmentada. Em uma revista é mais fácil dirigir uma mensagem para um determinado target. E anúncio dirigido é sinônimo de anúncio persuasivo. Quem afirma isso é Ricardo Adams, diretor de Marketing da Walita: "Anunciamos em revistas por esse meio ter uma maior flexibilidade para segmentar os produtos da linha Walita. Como nossa linha é muito ampla, tendo produtos high-end e low-end, o meio revista nos permite veicular anúncios sob medida para cada produto. E também nos permite anunciar o mesmo produto, com mensagens específicas para cada título".

ANER



ameaça ecológica

PEIXES

DE OUTRAS

ÁGUAS

Transferir espécies de peixes de um continente ou país para outro, ou entre diferentes regiões de um país, é prática antiga da humanidade. Para alguns pesquisadores, as primeiras introduções de peixes, como tais transferências são conhecidas hoje, teriam sido realizadas por chineses e romanos há mais de quatro mil anos. Há registros dessa prática na Idade Média, mas as introduções só ganharam impulso a partir do final do século passado, intensificando-se entre 1950 e 1985. Nesse período ocorreram em torno de 45% das 1.354 introduções até então registradas entre corpos d'água de diferentes países.

A definição de espécie introduzida como "qualquer espécie transportada e liberada pelo homem, intencional ou acidentalmente, em ambiente fora de sua área de distribuição", adotada pela comissão que administra a pesca na Eu-

ropa (*European Inland Fisheries Advisory Commission* – EIFAC), é hoje utilizada por vários países. Essa definição engloba termos como 'espécie alóctone' (proveniente de outra bacia do mesmo país), e 'espécie exótica' (proveniente de outro país, continente ou zona zoogeográfica), ainda usados mas inconsistentes como distinções ecológicas, já que a introdução – ou seja, a inserção de um elemento novo – independe da origem desse elemento.

Em estudo patrocinado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), publicado em 1988, o biólogo inglês Robin L. Welcomme enumera 237 espécies de peixes introduzidas, em todo o mundo, considerando apenas as que atravessaram fronteiras. As mais amplamente disseminadas são a truta-arco-íris (*Salmo gairdneri*, introduzida em 82 países) (figura

1), uma espécie de tilápia (*Oreochromis mossambicus* – 66 países) e a carpa comum (*Cyprinus carpio* – 59). O uso da carpa chegou ao auge entre 1910 e 1940, e as tilápias foram as preferidas nos anos 50, 60 e 70. As introduções em massa, em geral visando o desenvolvimento da piscicultura, vêm diminuindo na maioria dos países desde os anos 70, em função de fatores como o insucesso econômico da maioria das tentativas, as pressões de ambientalistas e a saturação das espécies introduzidas.

As regiões neotropicais, que possuem a maior diversidade de peixes do planeta, foram ironicamente as que receberam a maior quantidade de espécies exóticas (25,3% do total mundial), e nessa parte do mundo o Brasil é o país com o maior número de introduções. Ao contrário da tendência mundial, as introduções no Brasil tiveram seu auge

CRIAR PEIXES TRAZIDOS DE OUTROS PAÍSES OU REGIÕES EM ÁREAS FECHADAS, OU SOLTÁ-LOS EM RIOS E LAGOS, PARA MELHORAR O RENDIMENTO DA PESCA – OU QUALQUER OUTRA RAZÃO – PARECIA SER, DURANTE MUITO TEMPO, ÓTIMA IDÉIA. HOJE, PESQUISAS CIENTÍFICAS REVELAM QUE ESPÉCIES ESTRANHAS, SOLTAS DE PROPÓSITO OU LIBERADAS POR ACIDENTES, PODEM ALTERAR PROFUNDAMENTE OS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS QUE INVADEM, PREJUDICANDO E ATÉ EXTINGUINDO PEIXES NATIVOS, ESPALHANDO DOENÇAS E PARASITAS E AFETANDO O EQUILÍBRIO ECOLÓGICO, COM CONSEQUÊNCIAS TAMBÉM PARA O HOMEM. ISSO ESTÁ ACONTECENDO NO BRASIL, ONDE AS INTRODUÇÕES DE PEIXES, NAS FAZENDAS DE PISCICULTURA, NOS CLUBES DE 'PESQUE-PAGUE' OU NOS LAGOS FORMADOS POR BARRAGENS DE USINAS HIDRELÉTRICAS, QUASE SEMPRE DISPENSAM ESTUDOS PRÉVIOS. A AMEAÇA QUE ESSA PRÁTICA REPRESENTA, NO ENTANTO, PODERIA SER MINIMIZADA COM A ADOÇÃO DE CRITÉRIOS RIGOROSOS E AVALIAÇÕES CIENTÍFICAS DOS IMPACTOS ECOLÓGICOS DAS NOVAS ESPÉCIES.

Impacto das novas espécies deve ser avaliado com todo o rigor científico

**Ângelo Antônio Agostinho
Horácio Ferreira Julio Jr.**

*Núcleo de Pesquisas em Limnologia,
Ictiologia e Aquicultura,
Universidade Estadual de Maringá (PR).*

a partir dos anos 70, embora os primeiros lotes de carpas comuns tenham chegado ao país no final do século passado, e os de trutas-arco-íris no início deste século.

Além da vinda de espécies de outros continentes, registrou-se, a partir dos anos 60, imensa transferência de espécies nativas da bacia amazônica para estações de piscicultura do Nordeste e, em seguida, para o Sudeste e o Sul do país.

COMO OCORRE A DISPERSÃO

A piscicultura é considerada o principal mecanismo de dispersão de espécies exóticas para novos ambientes. Em seu trabalho, Welcomme estima que 41% das 237 espécies que cruzaram fronteiras alcançaram novos ambientes por esta via. Importadas para cultivos experimentais ou projetos com escala econômica, as espécies podem, a partir da

piscicultura intensiva, alcançar corpos d'água naturais contíguos aos criadouros. Isso acontece quando alguns indivíduos escapam junto com a água efluente dos tanques de criação, em rompimentos ou transbordamentos desses tanques, durante seu esvaziamento (ainda com indivíduos remanescentes) ou durante as atividades normais de manejo nas estações. São também significativas

as introduções de espécies acompanhantes, sejam outros peixes ou invertebrados, inclusive parasitas.

Na piscicultura semi-intensiva e extensiva, geralmente realizada em águas represadas às vezes de modo rústico, ao longo de cursos d'água naturais, a opção por espécies exóticas e o menor controle dos estoques facilitam as introduções.

Nessa atividade são frequentes os rompimentos de barragens, durante picos de vazão imprevistos. Os chamados 'pesque-pague' (clubes e áreas de pesca esportiva) e a piscicultura em tanques de rede (dentro de represas ou lagos naturais), crescentes no Sudeste



Figura 1. A truta-arco-íris (*Salmo gairdneri*) foi introduzida em 82 países, inclusive o Brasil, onde é criada em regiões altas e frias.

e no Sul do Brasil, também são fontes potenciais de dispersão de espécies alienígenas em cursos d'água, já que os escapes são inevitáveis e geralmente envolvem indivíduos já desenvolvidos e

portanto mais aptos a colonizar o novo ambiente.

A estocagem de espécies exóticas ou alóctones diretamente em reservatórios ou cursos d'água é outro importante mecanismo de dispersão. Órgãos do setor de fomento à pesca e do setor hidrelétrico brasileiro agiram dessa forma por muito tempo, alegando a necessidade de "melhorar os estoques silvestres" para oferecer novas opções à pesca comercial, desenvolver a pesca esportiva e o turismo, preencher 'nichos vazios', oferecer formas forrageiras, controlar o nanismo (baixo crescimento resultante da superpopulação e escassez de alimento) e controlar outros organismos. Entre as espécies introduzidas dessa forma na bacia do rio Paraná destacam-se o tucunaré (pesca esportiva e controle de piranhas e tilápias – figura 2), as tilápias (pesca e forragem – figura 3), o *black-bass* (pesca esportiva), a corvina (pesca) e a sardinha de água doce (forrageira).

A aquariofilia, ou seja, o *hobby* de manter peixes ornamentais em residências, também levou à dispersão de muitas espécies. A participação dessa atividade no número total de espécies introduzidas no planeta, segundo Welcomme, chega a 16%. Além de escapes acidentais, os peixes ornamentais podem alcançar novos ambientes pela soltura deliberada. O uso de iscas vivas, na pesca esportiva, é outra fonte de introdução, pelo escape dos anzóis e, principalmente, pela soltura de iscas remanescentes após a jornada de pesca.

OS PRINCIPAIS IMPACTOS

Embora a introdução de nova espécie de peixe em determinada bacia possa melhorar o rendimento da piscicultura e a estocagem seja valiosa técnica de manejo, os riscos associados a essas práticas são altos. Os efeitos podem incluir

desde prejuízos ecológicos até a inviabilização do próprio manejo, passando por impactos negativos sobre a pesca como atividade econômica.

Dependendo da espécie escolhida, as introduções podem resultar em reduções dos estoques nativos ou mesmo extinções locais, decorrentes de alterações no habitat, e ainda em pressões de competição, predação, nanismo, degradação genética de espécies nativas, disseminação de patógenos e parasitas ou combinações desses efeitos (figura 4). Também têm sido registrados impactos socioeconômicos, relacionados a alterações na estratégia de pesca, no processamento do pescado e no hábito alimentar da população.

Modificações no habitat hospedeiro ocorrem geralmente nas introduções de espécies que revolvem o substrato do fundo (como carpas), de espécies herbívoras (algumas tilápias, a carpa-capim *Ctenopharyngodon idella*, espadas do gênero *Xiphophorus*) e de espécies planctófagas (tilápias). O revolvimento do fundo e a conseqüente turvação da água só têm maior relevância em águas rasas e com altas densidades de peixes. Na natureza, tais condições são encontradas em planícies de inundação, em períodos de retração das águas ou em épocas de seca, e os impactos podem assumir proporções dramáticas se essas áreas são criadouros para indivíduos jovens de espécies nativas.

A literatura científica é contraditória quando aborda a ação dos peixes herbívoros no controle de macrófitas aquáticas (razão muitas vezes alegada para sua introdução) e sua capacidade de

Figura 2. O peixe amazônico tucunaré (*Cichla monoculus*) foi transferido para várias outras bacias hidrográficas no Brasil e até para outros países (imagem à direita).

Figura 3. De origem africana, as tilápias, como a espécie *Oreochromis niloticus* (imagem à esquerda), estão hoje em muitos rios e lagos brasileiros, como o Rio Paraná.

causar alterações profundas no ambiente. Os impactos potenciais desses peixes estão ligados à redução dos locais de postura de algumas espécies, dos substratos em que se desenvolvem organismos que servem como alimentos de outras e dos abrigos de espécies pequenas e formas juvenis das maiores. Entretanto, tais peixes raramente consomem apenas um tipo de vegetal e mudam de dieta durante a vida.

Em geral, uma espécie introduzida afeta as nativas principalmente através da competição por alimento. Introduções bem-sucedidas geralmente envolvem espécies de hábito alimentar bastante variado e com oportunismo trófico (que mudam a dieta de acordo com a disponibilidade de alimentos). O melhor exemplo de espécie bem-sucedida na bacia do rio Paraná é a corvina (*Plagioscion squamosissimus*), cuja dieta inclui pelo menos 54 espécies de peixes e seis ordens de insetos, além de aracnídeos e crustáceos (figura 5). Tão amplo espectro alimentar leva a considerável sobreposição com a dieta de outras espécies. A competição por espaço e por locais de desova, que depende da estratégia reprodutiva e do comportamento territorial do peixe introduzido, também pode assumir caráter dramático.

Algumas espécies predadoras de peixes introduzidas foram responsáveis por extinção de espécies nativas. A perca-do-Nilo (*Lates niloticus*), introduzida no lago Victoria, entre Uganda e Quênia



ESPÉCIE E LOCAL	CONSEQUÊNCIAS
Carpa comum (<i>Cyprinus carpio</i>), na Índia	Alterações ambientais: extinção local de espécies do gênero <i>Schizothorax</i> .
Perca-do-Nilo (<i>Lates niloticus</i>), nos lagos Vitória e Kyoga	Alterações ambientais: predação de espécies do gênero <i>Haplochromis</i> , relacionada à eutrofização.
Tilápias, nos Estados Unidos	Competição por alimento: reduções de populações de espécies nativas
<i>Cichlasoma managuensis</i> , em El Salvador	Competição por alimento: predadores locais tiveram suas populações deslocadas
<i>Lepomis auritus</i> , na Itália	Competição por alimento: populações locais de <i>Alburnus alborellus</i> foram substituídas
<i>Tilapia zilli</i> , no lago Vitória	Competição por local de desova: redução da espécie <i>Oreochromis variabilis</i>
<i>Salmo trutta</i> , nos Estados Unidos	Competição por espaço: deslocamento de salmónídeos nativos
Perca-do-Nilo (<i>Lates niloticus</i>), no lago Vitória	Predação: virtual extinção de cerca de 250 espécies de ciclídeos
Tucunaré (<i>Cichla ocellaris</i>), no lago Gatun, no Panamá	Predação: extinção local de várias espécies
Black-bass (<i>Micropterus salmoides</i>), na América do Sul e na África	Predação: redução dos estoques locais de <i>Chirostoma ester</i> (Guatemala), espécies da família Goodeidae e outras (México), diversos ciclídeos (Quênia) e <i>Amphilius platychir</i> (Zimbabwe)
Peixe-rei (<i>Odontesthes bonariensis</i>) e Truta-arco-íris (<i>Salmo gairdneri</i>), no lago Titicaca	Predação e/ou competição: redução de estoques nativos ou extinção de espécies dos gêneros <i>Orestias</i> e <i>Trichomycterus</i>
Truta-arco-íris (<i>S. gairdneri</i>), no Chile e na Colômbia	Predação e/ou competição: extinção de espécies dos gêneros <i>Orestias</i> e <i>Trichomycterus</i>
Truta-arco-íris (<i>S. gairdneri</i>) na Europa, Ásia e África	Predação e/ou competição: desaparecimento de salmónídeos nativos (Iugoslávia), espécies do gênero <i>Schizothorax</i> (Himalaia), <i>Trachystoma euronotus</i> e <i>Sandelia capensis</i> (África do Sul) e espécies de galaxiídeos (Austrália e Nova Zelândia)
Black-bass (<i>M. salmoides</i>), na Itália	Predação e/ou competição: extinção local de <i>Alburnus alborellus</i> , <i>Esox lucius</i> e <i>Perca fluviatilis</i>
<i>A. alburnus</i> , <i>Tilapia rendalli</i> e espécies dos gêneros <i>Lepomis</i> e <i>Oreochromis</i> , em todos os locais de introdução	Nanismo: redução de estoques locais pela competição por espaço e, eventualmente, deficiência de oxigênio
<i>M. salmoides</i> e <i>Lepomis macrochirus</i> , no Havaí	Degradação genética: hibridação, com perda de características úteis à pesca e piscicultura
<i>Salmonídeos</i> (após várias gerações em estações de piscicultura), na Europa	Degradação genética: perda de características de adaptação às condições naturais
Coregonus peled, na Polônia	Degradação genética: hibridação com a espécie nativa <i>C. lavarens</i> levou à extinção deste
Truta-arco-íris (<i>S. gairdneri</i>), na Europa e América do Sul	Introdução de patógenos e parasitas: infestação de espécies nativas com furunculose
Carpa-capim (<i>Ctenopharingodon idella</i>) na América do Norte e Sul do Brasil	Introdução de patógenos e parasitas: infestação de espécies nativas e peixes em cultivo por <i>Botriocephalus acheilognathi</i>
<i>Pimephelas promelas</i> , na Europa	Introdução de patógenos e parasitas: infecção intestinal em espécies nativas
Carpa comum (<i>C. carpio</i>), em reservatórios na Índia	Impacto socioeconômico: relação negativa entre o rendimento da carpa e os desembarques pesqueiros totais
Corvina (<i>Plagioscion squamosissimus</i>), no reservatório de Itaipu	Impacto socioeconômico: relação negativa entre o rendimento da corvina em dado ano e do mapará no ano seguinte
Tilápia (<i>Oreochromis mossambicus</i>), na Índia	Impacto socioeconômico: substituição de uma espécie com aceitação no mercado por outra menos aceita

Figura 4. Alguns exemplos de impactos de introduções de espécies, apontados em pesquisas de diversos cientistas, realizadas entre 1967 e 1995.



Figura 5. A corvina (*Plagioscion squamosissimus*) é um dos poucos exemplos de peixes introduzidos com sucesso em rios brasileiros.

(ver 'Triste exemplo'), e o tucunaré (*Cichla ocellaris*), levado para o lago Gatun, no Panamá, são exemplos clássicos. Geralmente realizadas para fornecer opções à pesca esportiva ou profissional, essas introduções são inicialmente

bem-sucedidas, mas a redução dos estoques forrageiros leva à queda do rendimento na pesca, como ocorreu no lago Kyoga, em Uganda, e recentemente no lago Victoria.

A diminuição dos estoques de espécies nativas, ou sua extinção, não decorrem apenas da introdução de grandes predadores. Mesmo espécies de pequeno porte, como o esgana-gato (gênero *Gasterosteus*), os guarus (gênero *Gambusia*) e peixes ornamentais, que ao comer os ovos de outras espécies podem afetar estoques pesqueiros e oferecer obstáculos intransponíveis ao

manejo da pesca em grandes corpos d'água. Tais peixes são especialmente prejudiciais a espécies de baixa fecundidade.

Em geral, as espécies introduzidas mostram, no novo ambiente, desenvolvimento menor que o do local de origem. O nanismo, exacerbação desse fenômeno, é freqüente em tilápias, em peixes dos gêneros *Lepomis*, *Alburnus*, *Perca* e em alguns crustáceos. O problema resulta da rápida expansão populacional, que leva grande número de indivíduos a amadurecer e reproduzir-se em tamanho reduzido. Além de limitar seriamente o uso do estoque para a pesca, por causa do tamanho dos indi-

Triste exemplo

A introdução da perca-do-Nilo (*L. niloticus*) no lago Victoria revela como uma espécie nova pode alterar um ambiente. Essa espécie apareceu misteriosamente no lago nos anos 50, justamente quando a conveniência de sua introdução era intensamente debatida. Sua presença justificou reintroduções posteriores, sempre com o propósito de incrementar a pesca, até então baseada em haplocromíneos – grupo que na época reunia em apenas um gênero (*Haplochromis*) cerca de 300 espécies, hoje divididas em vários gêneros.

Até o início da década de 70, 88% do pescado retirado do lago Victoria pertenciam a esse grupo, considerado o mais fantástico exemplo de especiação conhecido no mundo. A especiação – fenômeno evolutivo que leva à formação de uma espécie – impressiona no lago Victoria tanto pelo grande número de espécies congêneres e endêmicas que produziu quanto pela notável partição de nichos que permitiu. Tal fenômeno faz com que este e outros lagos africanos (Tanganica, Malawi) estejam entre os mais importantes do mundo para o estudo do papel da ecologia e do comportamento animal na evolução.

Os peixes, frescos ou secos ao sol, eram usados na alimentação das populações da região. A rápida expansão da perca-do-Nilo coincidiu com o decréscimo de haplocromíneos: em 1985, estes ainda respondiam por 6,9% das capturas, mas desapareceram nos anos seguintes, enquanto *L. niloticus*, em 1986, já representava

91,6% da biomassa retirada do lago.

A introdução da perca-do-Nilo quadruplicou o volume capturado, mas a transformação da pesca artesanal voltada para a região em pesca comercial destinada à exportação, inclusive para a Europa, trouxe problemas sociais e nutricionais para os habitantes da área. Muitos pescadores locais, em função da baixa capacidade de investimento, não puderam reequipar-se para explorar o novo recurso e foram excluídos da atividade. O maior teor de gordura da perca, em relação aos haplocromíneos, representa dificuldade adicional, exigindo novas técnicas de processamento do pescado, como a defumação, que provocou intensa devastação nas florestas da região.

O virtual desaparecimento de cerca de 250 espécies de haplocromíneos modificou também o estado trófico do lago Victoria. Como grande parte desses peixes alimentava-se de algas e detritos, sua ausência é considerada responsável pela proliferação excessiva de algas e pelo acúmulo de detritos, que causaram anoxia (falta de oxigênio) em vastas áreas desse lago. Esse desaparecimento pode explicar ainda o aumento (em 10 vezes) do nível de clorofila, a triplicação da produção primária e alterações na composição do fitoplâncton e do zooplâncton. O próprio rendimento das perca-do-Nilo também está ameaçado. Levantamentos recentes já apontam tendências de queda nas capturas da espécie, provavelmente em função da queda nos estoques de suas presas.

vídus, a explosão populacional tende a sufocar espécies nativas, aumentando o estresse da competição e, em casos extremos, criando condições inadequadas de oxigenação da água.

Introduções de peixes possibilitam também a entrada de parasitas e patógenos em novas áreas, afetando espécies nativas e contaminando tanques de cultivo. Isso ocorre porque todos os peixes são, normalmente, hospedeiros de vários organismos (como vírus, bactérias, fungos e grandes parasitas). Quando os peixes introduzidos tornam-se debilitados, por deficiências nutricionais, condições adversas do ambiente ou densidade excessiva, alguns desses organismos – chamados patógenos oportunistas – proliferam e podem causar mortalidade em massa.

Outros organismos 'acompanhantes' causam pouco ou nenhum dano ao hospedeiro original, mas podem ser altamente patogênicos para espécies nativas com as quais o peixe introduzido tem contato. Estudos relatam, por exemplo, que o crustáceo parasita *Lernaea cyprinacea* infesta muito mais os peixes nativos do que os introduzidos. Os tanques de cultivo, em função da densidade de estocagem, são particular-

análise do material mostrou a presença do cestódeo *Bothriocephalus acheilognathus*. Endêmica da China e Japão, essa tência parasita especialmente a carpa-capim (*C. idella*). A introdução das carpas em outros países espalhou esse parasita pela Malásia, por países europeus e pela América do Norte, onde causa grandes prejuízos à aquicultura e infecta diversas espécies de peixes nativos, embora nem sempre o escape de indivíduos infectados dos ambientes de cultivo implique epidemias nos estoques silvestres.

Parasitas e patógenos são responsáveis por vultuosas perdas na aquicultura mundial. A septicemia hemorrágica viral, introduzida em cultivos de truta-arco-íris na Europa através de farinha de peixe contaminada, é responsável por prejuízos anuais de US\$ 40 milhões. Tentativas de controle da septicemia, doença causada pela bactéria *Aeromonas salmonicida*, em fazendas de criação de peixes na Noruega custaram mais de US\$ 100 milhões. A aquicultura conferiu a alguns parasitas um caráter cosmopolita, como acontece com os crustáceos *L. cyprinacea* e *Argulus foliaceus* – o primeiro já é registrado como parasita de peixes nativos da bacia do rio Paraná.

tado às condições ambientais locais por outro. Quando os cruzamentos com os peixes nativos levam a híbridos estéreis, debilitados ou mesmo a falhas na produção de descendentes, a competição com os reprodutores locais afeta o sucesso reprodutivo destes, com reflexos na viabilidade populacional.

INTRODUÇÕES NO BRASIL

Desde o final do século passado, quando chegaram as primeiras carpas asiáticas, vindas da América do Norte, pelo menos 20 espécies de peixes foram introduzidas em território brasileiro, sem contar inserções clandestinas – prática comum –, como a de bagres do gênero *Clarias* (figura 6). Dessas espécies, pelo menos 80% destinavam-se à piscicultura e mais de 50% conseguiram, mais tarde, reproduzir-se em cursos d'água naturais (figura 7). Outras foram 'importadas' para pesca esportiva, controle de plantas aquáticas, forrageamento e aquarofilia. As espécies trazidas para pesca esportiva (15%) atingiram logo os cursos d'água, e as demais acabaram chegando e eles por solturas deliberadas ou acidentais.

Decorrido um século e consumidos vultuosos investimentos e esforços, en-



Figura 6. Alguns bagres-africanos de grande porte, como *Clarias gariepinus*, foram introduzidos clandestinamente em rios brasileiros.

mente afetados por patógenos e representam focos potenciais de disseminação de doenças em corpos d'água naturais.

Recentemente, o biólogo Gilberto C. Pavanelli, também pesquisador do Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá, foi procurado por piscicultores do norte do Paraná que tiveram problemas de mortandade em tanques de cultivo de carpa comum. A

As introduções podem ainda alterar geneticamente as populações nativas. Os diversos impactos provocados por novos peixes podem, por um lado, levar a reduções nos estoques nativos, que resultam em menor variabilidade genética e até na inviabilidade populacional. Por outro lado, a hibridação, mais fácil em peixes do que em outros vertebrados, pode gerar híbridos férteis, afetando e até eliminando o estoque parental, ou substituir um conjunto gênico adap-

volvendo grande número de espécies de peixes de outros continentes (ou transferidos da Amazônia para outras regiões), a piscicultura nacional continua à procura de alternativas. A pesca em reservatórios, exceto a dos açudes nordestinos, tem baixíssimo rendimento, mas a dispersão de novas espécies nas bacias hidrográficas foi elevada. A bacia do rio Paraná, por exemplo, recebeu pelo menos 13 espécies de peixes nessas tentativas (figura 8).

ESPÉCIE	ORIGEM	ANO	OBJ.	RAN	DISTRIBUIÇÃO NATURAL	AValiação
<i>Anguilla anguilla</i>	França	1977/80	P	N	Atlântico Norte, Báltico, Mediterrâneo	boa
<i>Anguilla japonica</i>	Japão	1977	P	N	Japão, Coréia, China	boa
<i>Aristichthys nobilis</i>	China	1979/84	P	N	China e Leste da Sibéria	boa
<i>Betta splendens</i>	–	–	O	S	Malásia e Tailândia	–
<i>Carassius auratus</i>	Japão	1920/30	O	S	Leste Europeu, Ásia Central e China	controversa
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Japão	1968/79	P/C	N	China e Leste da Sibéria	controversa
<i>Cyprinus carpio</i>	Est. Unidos	1898/72	P	S	Japão, China e Ásia Central	controversa
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Japão/China	1968/79/82	P	N	China e Leste da Sibéria	boa
<i>Ictalurus punctatus</i>	Est. Unidos	1971	P	S	Leste e Centro dos EUA	boa
<i>Lepomis cyanellus</i>	Est. Unidos	1930	E	S	Leste e Centro dos EUA	boa
<i>Lepomis macrochirus</i>	Est. Unidos	–	P	–	Bacia do Mississipi, EUA	peste
<i>Micropterus salmoides</i>	Est. Unidos	1911	O	N	Leste, Sudeste dos EUA e Norte do México	controversa
<i>Odontesthes bonariensis</i>	Argentina	1945	P	–	Sudeste da Argentina e La Plata	controversa
<i>Oreochromis aureus</i>	Est. Unidos	1965	P	S	Rios Niger e Nilo, Sudeste de Israel	boa
<i>Oreochromis mossambicus</i>	–	1960/70	P	S	Baixo rio Zambezi	peste
<i>Oreochromis niloticus</i>	C. Marfim	1971/72	P	S	Nilo, Chari e Sudeste de Israel	boa
<i>Oreochromis hornorum</i>	C. Marfim	1971/72	P	S	Rios da Tanzânia e Zanzibar	–
<i>Salmo gairdneri</i>	Inglaterra	1913/42/60	P/E	S	EUA, Canadá e México	controversa
<i>Salmo salar</i>	Est. Unidos	1957	E	N	EUA, Europa e Canadá	–
<i>Tilapia rendalli</i>	Zaire	1953	P/E	S	África Central e Oeste	controversa

Figura 7. Relação de espécies introduzidas no Brasil, segundo estudo de Robin L. Welcomme patrocinado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Os diferentes objetivos são piscicultura (P), esporte (E), uso ornamental (O) e controle de macrófitas (C), e RAN significa reprodução em ambiente natural. O traço indica dados desconhecidos. A avaliação final é do próprio Welcomme.

ESPÉCIE	DISTRIBUIÇÃO NATURAL	ABUNDÂNCIA	HÁBITO ALIMENTAR	RAN
Corvina (<i>plagioscion squamosissimus</i>)	Amazônia	mais de 10%	carnívoro (> peixes)	S
Tucunaré (<i>Cichla monoculus</i>)	Amazônia	até 10%	carnívoro (> peixes)	S
Apaiari (<i>Astronotus ocellatus</i>)	Rios Amazonas, Negro, Paraguai	menos de 0,01%	onívoro (> insetos)	S
Tambaqui (<i>Colossoma macropomum</i>)	Amazônia	menos de 0,01%	onívoro (> vegetais)	–
Sardinha (<i>Triportheus angulatus</i>)	Nordeste, Paraguai	até 3%	insetívoro	S
Trairão (<i>Hoplias lacerdae</i>)	–	até 3%	carnívoro (> peixes)	S
Tilápia do Nilo (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Nilo, Chari, Israel	até 10%	algívoro (algas)	S
Tilápia (<i>Tilapia rendalli</i>)	Oeste e Centro da África	até 10%	algívoro	S
Carpa (<i>Cyprinus carpio</i>)	Japão, China, Ásia Central	menos de 0,01%	detritívoro (detritos)	S
Black-bass (<i>Micropterus salmoides</i>)	Est. Unidos e México	menos de 0,01%	carnívoro (> peixes)	–
Peixe-rei (<i>Odontesthes bonariensis</i>)	Argentina	menos de 0,01%	carnívoro	S
Bagre-do-canal (<i>Ictalurus punctatus</i>)	Leste e Centro, Est. Unidos	só registro	carnívoro	–
Bagre-africano (<i>Clarias gariepinus</i>)	Rios Nilo e Niger	só registro	onívoro	–

Figura 8. Espécies introduzidas registradas em rios e reservatórios da bacia do rio Paraná (RAN significa reprodução em ambiente natural e os traços indicam dados desconhecidos).

A piscicultura brasileira passou por diversos ciclos de euforia e decepção, sempre ligados a uma nova espécie introduzida. A expectativa de alta rentabilidade, em geral fruto da propaganda duvidosa feita por alguns produtores de alevinos (filhotes), apoiados por órgãos oficiais, é seguida pela decepção, levando produtores à descrença na atividade. Como o acompanhamento da produção pelos órgãos oficiais é precária, a avaliação dos resultados das introduções não é confiável, o que, aliado ao caráter empírico com que estas são feitas, tem retardado o desenvolvimento da piscicultura no Brasil.

As tentativas de desenvolver a pesca em grandes corpos d'água, especialmente em grandes reservatórios, também são desalentadoras (figura 9). Atualmente, a produção da pesca artesanal nesses reservatórios inclui basicamente espécies nativas – a única exceção cabe à corvina. A pesca esportiva ainda é incipiente e a pesca de lazer, realizada pela população urbana, nos fins de semana, também se

baseia em formas nativas. Além disso, espécies nativas com contribuição relevante para a pesca, como mandis (*Pimelodus maculatus* e *Iheringichthys labrosus*), mapará (*Hypophthalmus edentatus*), armado (*Pterodoras granulosus*), acará (*Geophagus* sp.) e traíra (*Hoplias malabaricus*), não foram objeto de repovoamento ou qualquer outra medida de manejo.

Os melhores rendimentos registrados nos reservatórios de Itaipu e de Barra Bonita sugerem que a presença de vastos trechos livres a montante são mais relevantes, do ponto de vista do manejo, do que os repovoamentos em massa feitos nas últimas décadas. Mesmo a corvina, considerada exemplo de introdução bem-sucedida na bacia do rio Paraná, pode ter seu benefício na pesca profissional contestado: em Itaipu, os dados revelam que se o rendimento dessa espécie é bom em determinado ano, o mapará (espécie nativa cujos jovens são as presas preferenciais da corvina) tem rendimento negativo no ano seguinte.

ALGUMAS RECOMENDAÇÕES

As razões alegadas para as introduções de peixes (produção de alimento, recreação e benefícios econômicos) são legítimas, mas a história dessa prática, no Brasil, revela que raramente os objetivos propostos foram atingidos e que toda introdução tem um custo ecológico ou ambiental. O conhecimento científico ainda não é suficiente para dimensionar esse custo, mas sabe-se que não existe risco zero em qualquer ação de manejo.

O problema fundamental é a ausência de um mecanismo apropriado para avaliar se as introduções alcançaram os objetivos propostos. Ainda não está claro por que espécies bem-sucedidas em outros continentes não obtiveram o mesmo sucesso aqui – as empresas do setor hidrelétrico, responsáveis pela construção de grandes barragens, que geraram imensos reservatórios, desenvolveram durante anos programas de introdução de espécies que jamais foram capturadas. As causas disso não estão claras. Certamente o desconhecimento prévio do comportamento da espécie no novo

RESERVATÓRIOS	JUPIÁ	ITAIPU	ÁGUA VERMELHA	BARRA BONITA	IBITINGA	PROMISSÃO	NOVA AVANHANDAVA
Características gerais							
Rio	Paraná	Paraná	Grande	Tietê	Tietê	Tietê	Tietê
Fechamento	1968	1982	1978	1962	1969	1974	1982
Área (km ²)	352	1.350	644	334	114	530	217
Tempo de residência (dia)	6,9	40	62,1	90,3	21,6	134,1	45
Pesca Comercial							
Rendimento bruto (t/ano)	166	1.600	184	229	42	173	43
Rendimento (t/ha/ano)	4,7	12	2,9	6	3,2	3,7	2,5
Nº de espécies	34	52	34	39	41	43	42
Participação relativa de espécies na pesca comercial							
<i>P. squamosissimus</i>	11,9	20,1	30,8	28,3	25,4	23,8	34,7
<i>C. monoculus</i>	4,3	–	2,9	–	0,5	0,02	0,2
<i>Oriochromis</i> + <i>Tilapia</i>	–	–	9,7	–	–	–	–
Espécies nativas	83,8	79,9	56,6	71,7	74,1	76,2	65,1

* Tempo de residência é o tempo médio de escoamento de todo o volume de água acumulado em um reservatório.

Figura 9. Rendimento da pesca comercial e composição de capturas em sete reservatórios da bacia do rio Paraná, repovoados com espécies introduzidas e nativas há mais de 20 anos.

ambiente e a resposta das comunidades de peixes locais à invasora levaram a tal quadro.

Equívocos na escolha da espécie, estocagens em tamanhos e quantidades inadequadas e solturas em habitats ou épocas impróprias são fatores que inviabilizam esses empreendimentos. O monitoramento, que permitiria a detecção da ineficácia da introdução em tempo hábil, só começou mais de 10 anos após a implantação dos programas de peixamento. Avaliações empíricas efetuadas ignoraram os efeitos das espécies introduzidas sobre as nativas. Para completar o quadro, os dados divulgados sobre o sucesso de tais empreendimentos eram exagerados e não-documentados. Essas práticas ainda ocorrem, embora o nível de conscientização da sociedade, das empresas de energia e das agências governamentais seja hoje maior.

Para prever – e evitar – os impactos das introduções de peixes é necessário ampliar as pesquisas nessa área. Programas de monitoramento devem ser implementados para avaliar se os objetivos da introdução foram alcançados, para identificar riscos imprevistos e corrigi-los no momento adequado e para subsidiar decisões sobre futuras introduções. Deve ser considerado, em tais programas, que os benefícios de introduções de peixes, quando existirem, são em geral imediatos, enquanto os efeitos nocivos, em sua maioria irreversíveis, podem demorar vários anos para aparecer.

Os planos de manejo da pesca e sua abrangência espacial são geralmente de-

finidos com base nas fronteiras políticas de estados e países, mas as espécies introduzidas e os ecossistemas afetados não estão sujeitos a tais fronteiras. Isso torna necessário que os órgãos ligados ao setor (de estados e até de países diferentes) atuem de forma coordenada. Na América Latina, as leis que regulam as introduções – tratando de quarentenas e estudos prévios da espécie e do ambiente em que será libertada – são, quando existem, casuísticas. Embora seja muito difícil prever o comportamento de uma espécie em novo ambiente, a regulamentação do processo de introdução pode minimizar efeitos negativos e evitar surpresas desagradáveis.

Como o bom senso raramente está presente nas introduções, é recomendável maior rigor no controle do transporte de peixes vivos e exigência de documentação especificando a validade da introdução, as medidas de confinamento da espécie na área desejada, as salvaguardas quanto à introdução de parasitas e patógenos, a avaliação do potencial de aclimação e reprodução no ambiente natural, a avaliação de benefícios e riscos para o ambiente e para o homem, a revisão detalhada dos estudos já realizados com a espécie em seu ambiente natural e nos locais onde foi introduzida e a proposta de pesquisas necessárias à complementação do conhecimento sobre tal espécie.

A decisão sobre qualquer introdução de peixes deve basear-se em pareceres técnicos detalhados de pelo menos três cientistas independentes, do meio acadêmico, ligados à área ambiental, à piscicultura e pesca e aos recursos naturais. Uma atuação mais efetiva do Estado, disciplinando tais empreendimentos, pouparia esforços e recursos financeiros e reduziria os riscos de problemas ambientais.

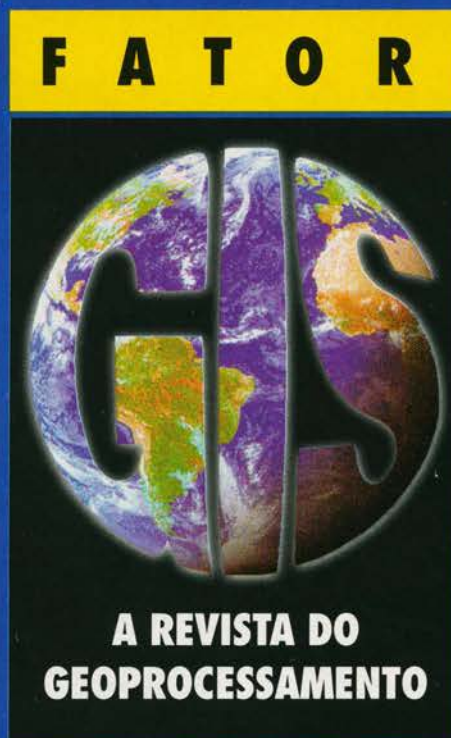
Sugestões para leitura:

- AGOSTINHO, A.A. 'Considerações sobre a atuação do setor elétrico na preservação da fauna aquática e dos recursos pesqueiros', in *Seminário sobre fauna aquática e o setor elétrico brasileiro – Caderno IV: Estudos e levantamentos*, Comase/Eletróbrás, Rio de Janeiro, 1994.
- COURTENAY Jr., W.R. & STAUFFER Jr., J.R. *Distribution, biology and management of exotic fishes*, Johns Hopkins University Press, Baltimore (Estados Unidos), 1984.
- HICKLEY, P. 'Stocking and introduction of fish – A synthesis', in COWX, I.G., *Rehabilitation of freshwater fishes*, Bodman: Fishing News Book, 1994.
- ROSENFELD, A. & MANN, R. *Dispersal of living organisms into aquatic ecosystems*, Maryland Sea Grant Publications, College Park, 1992.
- WELCOMME, R.L. 'International introductions of inland aquatic species', in *FAO Fish. Tec. Papers*, nº 294, 1988.

ACONTECE EM ALGUM LUGAR DA TERRA

TUDO QUE ACONTECE

DOZINHA DE ORGANIZAÇÃO



Utilize nossa Web Site
para assinatura:
<http://www.fatorgis.com/>

GIS • Sistemas de Informação Geográfica
GPS • Posicionamento por Satélite
CAD • Mapas Digitais
Informática Aplicada
Imagens de Satélite de Sensoriamento Remoto
INTERNET



PEDIDO DE ASSINATURA DA REVISTA FATOR GIS

RECORTE, PREENCHA E ENVIE À SAGRES EDITORA

Formas de Assinatura: (nº de edições/preço) No Brasil: 06 edições — R\$ 36,00 12 edições — R\$ 65,00 No Exterior: 06 edições — US\$ 70,00 12 edições — US\$ 126,00 Assinale aqui o nº de edições: ☐ 06 edições ☐ 12 edições		Assinale aqui o nome do Cartão de Crédito Internacional: ☐ ☐ ☐ ☐	
NOME DO ASSINANTE (Em caso de pessoa jurídica, informe o nome da instituição)		Nº _____ Validade _____ mês / ano	
FORMAÇÃO ACADÊMICA	O ENDEREÇO FORNECIDO É: ☐ RESIDENCIAL ☐ COMERCIAL		
ENDEREÇO		BAIRRO	CEP
CIDADE	ESTADO	INSTITUIÇÃO NA QUAL TRABALHA (Se for pessoa jurídica, informe a pessoa que receberá as revistas)	
DEPARTAMENTO	FUNÇÃO	TELEFONE (DDD, Nº)	FAX (DDD, Nº)
CGC (Se for pessoa jurídica)	CPF (Se for pessoa física)	DATA	ASSINATURA

SAGRES EDITORA

(Promoção válida até 31/03/97)
 CGC 82.441.841/0001-07 — Inscrição Estadual 101.94366-63
 Rua Dr. Goulin, 1345 — Hugo Lange — 80040-280
 Curitiba — Paraná — Brasil — Tel/Fax (041) 264-9807

Utilize nossa Web Site para assinatura:
<http://www.fatorgis.com/>



Wilson F. Menezes
Universidade Federal da Bahia

Semi-árido da Bahia

**Pobreza econômica
e exclusão social**

Como uma
região assim
pode enfrentar
a mundialização
da economia?

O semi-árido baiano tem peso marcante no Polígono das

Secas, formado pelos municípios do Nordeste com menos de 800 mm de chuva por ano, conforme definição da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene).

Os 373 mil km² do semi-árido baiano são mais de um terço do Polígono e correspondem a 66% do território da Bahia. Ali vivem, em 250 dos 415 municípios baianos (60,2%), mais de seis milhões de pessoas, cerca de 70% da população de todo o semi-árido nordestino. Sua densidade demográfica é de 16 hab./km², algo menor que a média populacional da Bahia, de 21 hab./km².

A região convive com um regime fundiário bem segmentado – grandes propriedades não raro improdutivas e minifúndios de subsistência. Historicamente, padece de grande penúria, resultado das secas contínuas, o que limita em muito sua base de sustentação socioeconômica.

Apesar do dinamismo econômico de vários de seus municípios, como Vitória da Conquista, Juazeiro e Jequié, tem economia pouco vigorosa, com raras indústrias e um sistema frágil de comércio e serviços.

Este artigo examina aspectos econômicos e sociais do semi-árido à luz de alguns elementos da nova ordem econômica internacional. Assim, busca-se uma avaliação das condições econômicas da região, bem como suas implicações internas no nível da educação e da distribuição da renda. Questões em aberto que formam verdadeiros obstáculos ao alinhamento da região às exigências do processo de mundialização econômica e constituem grande desafio para sua população, já acostumada à rotina da **pobreza.**

Condicionantes nacionais e internacionais

Entre 1980-1990, a dívida externa e interna, a inflação, o déficit público e o atraso tecnológico levantaram grandes barreiras ao crescimento da economia brasileira. Daí que graves questões sociais ficaram em segundo plano, enquanto dava-se prioridade à estabilização monetária e ao equilíbrio orçamentário e financeiro, na permanente tentativa de adaptar a economia nacional às exigências dos bancos internacionais.

A opção pela abertura econômica e pela estabilização monetária tem tomado como parâmetro os preços externos dos produtos, entendendo-se que uma economia mais competitiva deve manter os valores reais de todos os bens e serviços e eliminar as chamadas perdas inflacionárias. Mas, a despeito da estabilidade monetária alcançada pelo Plano Real, a economia brasileira como um todo ainda não encontrou os caminhos do crescimento econômico.

Nos anos 80, particularmente de 1981 a 1983, a economia nordestina cresceu mais que a média nacional. Hoje acontece o inverso. Com isto, a atual recessão é relativamente mais penosa para o Nordeste. Acrescente-se que a volta ao crescimento econômico é condição necessária, mas não suficiente, para o aumento do emprego e a melhor distribuição da renda, conforme os novos paradigmas produtivos.

Outro dado valioso: desde o fim dos anos 60, o sistema econômico internacional sofre uma série de desajustes – déficits orçamentários, retorno às taxas de câmbio flutuantes, elevação dos preços das matérias-primas, retração dos lucros etc. Ao mesmo tempo, o mundo vive transformações técnicas e organizacionais. A microeletrônica possibilita a automatização dos processos produtivos e a sociedade da informação. Os processos organizacionais adotam procedimentos revolucionários, como



just-in-time, kan-ban, qualidade total etc. Tais inovações permitem que os fluxos de capitais dominem mais ainda a cena econômica mundial, intensificando as relações comerciais, a globalização produtiva e os fluxos financeiros em tempo real.

No novo quadro internacional, o desenvolvimento econômico regional fica condicionado pelo circuito dos negócios cada vez mais mundializado, que se territorializa em dada região. Assim, no capitalismo, cada vez menos o espaço econômico regional se desenvolve de forma autônoma ou isolada. Manter uma região no circuito das decisões de investimento é muito importante. Disso depende a qualidade de vida das populações.

As economias nacional e internacional – reguladas nos últimos tempos quase exclusivamente pelos mercados competitivos – compõem nova realidade, que rejeita qualquer entrave ao livre curso dos mercados. Operacionalizar a nova base técnica e organizacional, produto da nova realidade, exige um trabalhador mais qualificado e maior demanda de bens e serviços. Novo horizonte humano se abriria a partir da nova ordem econômica, não fosse sua contrapartida perversa: elevado desemprego, aumento das relações informais de trabalho e exclusão econômica de muitas nações e regiões espalhadas pelo mundo.

Não tem sentido pensar a economia do semi-árido fora dos âmbitos nacio-

nal e internacional. O espaço territorial da região também está subordinado a espaço econômico cada vez mais internacionalizado. Mesmo assim, o mercado mundial – que dispõe de grande autonomia – continua a sofrer injunções das políticas econômicas nacionais que, por sua vez, influenciam diretamente as economias regionais.

No Brasil, a estabilidade monetária, ancorada na rigidez da taxa de câmbio, limita as exportações nacionais e reduz a capacidade produtiva de regiões mais pobres. Os principais produtos de exportação do semi-árido – uva, manga, melão, acerola, sisal, mamona etc. –, sofrem o impacto da depreciação cambial.

A economia do semi-árido

As estatísticas econômicas brasileiras encontram-se defasadas. O último censo industrial, comercial e de serviços é de 1985. Seus dados já não refletem a dinâmica da realidade econômica, introduzindo grande viés nos estudos mais atualizados. Entretanto, quando se sabe que nos últimos 10 anos, exceto a fruticultura irrigada do vale do São Francisco, nenhum grande projeto econômico se instalou no semi-árido, constata-se que as informações disponíveis, embora imponham fortes restrições, continuam pertinentes para muitos estudos. Além disso, na medida em que a con-

centração econômica da Bahia se reforça em torno da Região Metropolitana de Salvador, é bem provável que o estado do semi-árido seja hoje ainda mais alarmante.

Em 1985, 77 municípios da região (30% do total) não tinham qualquer tipo de indústria, segundo o IBGE. Mesmo assim, 55% das fábricas e 32% da mão-de-obra industrial da Bahia concentravam-se na região. Naquele ano, o semi-árido tinha 6.426 indústrias com mais de 47 mil trabalhadores – média de 7,3 pessoas por empresa, contra 12,7 no Estado. Só 11 municípios da região tinham fábricas com mais de 800 trabalhadores. A indústria, pois, era formada por grande número de pequenas unidades, e pagava apenas 15,8% dos salários industriais da Bahia. Em termos de valor da transformação industrial, medida efetiva da riqueza gerada, toda a indústria do semi-árido tinha peso similar ao do município de Salvador: 9,9% da riqueza industrial da Bahia vinham do semi-árido, e 9,3% da capital.

Ainda em 1985, pelo IBGE, o semi-árido detinha 40,8% das empresas comerciais da Bahia. Mas, empregava 28,7% dos comerciários em todo o estado, pagando 22,1% dos salários e respondendo por 19,5% da receita comercial. Cada empresa comercial, no semi-árido, empregava em média 3,1 pessoas, enquanto a média baiana era de 4,4 empregados. O salário médio no comércio da região era 23% menor que a média no estado. A participação relativa dos salários na receita comercial era de 5,7% para todo semi-árido. A média baiana, de 5,1%, configura renda comercial menos concentrada.

Sempre em relação à Bahia, os serviços do semi-árido, em 1985, representavam 39,5% das empresas, 25,7% da mão-de-obra, 18% dos salários e 16,3% da receita. A média de emprego no setor de serviços do semi-árido era de três pessoas por empresa, quando no estado esse número era de 4,6. Por outro lado,

a média salarial do setor no semi-árido era 30% inferior a média do Estado. A participação do salário na receita dos serviços aparece mais elevada na região semi-árida (30,1%) que no estado (27,2%). A renda dos serviços mostra-se também menos concentrada na região que na média baiana.

No entanto, apesar das grandes mudanças econômicas ocorridas nos setores secundário e terciário, o semi-árido baiano continua eminentemente agropecuário. Tradicionalmente, ele produz milho, feijão, mandioca, cebola, mamona, sisal, além de possuir uma pecuária de pequeno corte. Há pouco, começou a ter agricultura irrigada, que, especializada na produção de frutas, tomate, aspargo, uva etc., detém elevado rendimento físico. Mas, a grande concentração fundiária tem freiado o pleno avanço econômico da região, pois impede o aumento da produtividade do pequeno produtor, empurrando-o para a agricultura de subsistência. Cerca de 73% das propriedades rurais do semi-árido baiano ocupam só 10% do território da região e não atingem 20 ha, enquanto as grandes propriedades, com mais de 1.000 ha, detém 32% do território, mas representam 0,4% das propriedades rurais, segundo dados de 1995.

Mudanças na estrutura produtiva da agricultura, de modo a desconcentrar o atual sistema de propriedade, permitiriam elevar a capacidade de geração de excedentes pelos pequenos e médios proprietários e contribuiriam para diminuir a miséria e a pobreza. Deixando de produzir só para sobreviver, os pequenos proprietários exerceriam ação menos predatória sobre o meio ambiente. E mais ainda: o incentivo às novas técnicas produtivas, a implementação de um sistema de crédito e o fomento às atividades econômicas não-agrícolas certamente alargariam o alcance de uma dinâmica econômica mais sustentada e com maiores benefícios sociais. Vale lembrar que as frentes de trabalho, mes-

mo pagando meio salário mínimo, permitiram o aparecimento de pequenos negócios (armazéns, lojas, reparos), servindo a uma demanda microlocalizada.

Além de avanços na agricultura, indústria, comércio e serviços, o pleno desenvolvimento econômico do semi-árido ainda requer a recuperação da malha viária, o desenvolvimento de redes de transportes, um sistema de comercialização e distribuição de mercadorias, bem como a promoção de melhorias na infra-estrutura de saúde e educação. Só assim o processo de fixação do homem se urbanizará, deixando de obedecer apenas à lógica das frentes de trabalho em períodos de seca para seguir os movimentos dos mercados de trabalho localizados nas pequenas e médias cidades da própria região, e não mais no sul e centro-sul do país, como ocorreu nos anos 70.

Entretanto, apesar do elevado grau de urbanização que vem ocorrendo no semi-árido, não se pode dizer que esse processo venha sendo acompanhado de grandes alterações na estrutura produtiva rural. A urbanização verifica-se, portanto, com uma economia industrial, comercial e de serviços composta de pequenas empresas. Estas empresas, devido ao atraso técnico e à pequena escala de seus negócios, exercem fraco poder de alavancagem regional. Concentração fundiária, pequenos negócios

urbanos e seca adicionam pressões perveras a condições sociais já bastante precárias, como veremos.

Aspectos sociais do semi-árido

Subnutrição, analfabetismo e baixo poder aquisitivo são sinais de exclusão econômica e social, reflexo direto de estrutura econômica atrasada. A Bahia, e em particular o semi-árido, precisam, mais do que nunca, superar o atraso social para acompanhar as exigências do modelo econômico emergente. Esse modelo, embora siga apresentando-se de forma desigual, tem exigido que fração importante da mão-de-obra seja qualificada e melhor paga.

Sem esquecer a lógica de funcionamento do sistema econômico, abordam-se aqui só dois aspectos dessa problemática: a educação, como elemento fundamental para qualificação da mão-de-obra, e a distribuição de renda, como principal condicionante dos processos de demandas setoriais e/ou pessoais. A mão-de-obra qualificada e polivalente na produção, com leque distributivo menor, é o ponto de partida para acelerar a dinâmica dos mercados e alcançar maior desenvolvimento socioeconômico, como ocorre desde o início do século nos países industriais mais avançados.



Educação

Tecnologias de passado ainda recente, que produziram máquinas específicas para trabalhadores especializados, acabaram por massificar a produção, o consumo e, conseqüentemente, o próprio trabalho. O aprofundamento da divisão do trabalho no interior do processo produtivo engendrou um trabalhador altamente especializado em procedimentos simples e repetitivos. A preocupação com a escolaridade do trabalhador, salvo para atender razões meramente humanitárias, quase nunca refletiu exigência de produtividade. Assim, a educação de base se deteriorou em quase todos os países, até naqueles em que as populações de baixa renda tiveram mais acesso à educação.

A chamada Terceira Revolução Tecnológica exige a mudança do quadro. À medida que novas tecnologias, especialmente as de base microeletrônica e digital, são incorporadas à produção, o processo de trabalho torna-se mais complexo e passa a requerer novos padrões de qualificação. Bom sistema educacional torna-se então condição necessária para se pensar em emprego, mesmo sem ser suficiente para garantir melhores condições de vida, pois muitos trabalhadores no mundo inteiro têm se qualificado com novas formações e nem por isso passam a ganhar mais. Hoje, é notória a reconcentração da renda nos países mais avançados, de certa forma invertendo o movimento apontado por S. Kuznets em *Crescimento econômico moderno* (1966, publicado no Brasil em 1983). O caso brasileiro é, sob esse aspecto, característico, porque, exceto em conjunturas bem particulares (Planos Cruzado e Real), pulou-se a etapa de desconcentração da renda.

Acompanhar a competitividade internacional nos dias atuais requer diversificação produtiva, agilidade no fornecimento e no processo de trabalho, além do controle de qualidade do pro-

duto no próprio fluxo produtivo. Esses fatos têm naturalmente exigido reorientação na forma de uso da mão-de-obra. Motivação, comunicação e autonomia passam a ser essenciais, mas só podem ser alcançados se o trabalhador torna-se mais qualificado para decodificar as informações e assim tomar decisões com autonomia, segurança e eficiência sistêmica.

Hoje, a competitividade no plano internacional depende, entre outros fatores, das condições de escolaridade dos indivíduos. Por isso mesmo, preocupações com o sistema escolar, notadamente de 1º grau como ocorre em todo o mundo, tornam-se cada vez mais intensas. A situação no semi-árido é bastante crítica neste aspecto, como pode ser visto nas figuras 1 e 1a. A figura 2 permite visualizar melhor a problemática do analfabetismo no semi-árido. Nos 47 municípios listados, mais de 70% dos chefes de domicílio são analfabetos.

Distribuição da renda

Dados do censo demográfico não captam as desigualdades existentes na distribuição funcional da renda e também subestimam rendas derivadas de outras fontes que não o salário. Além disso, estes dados referem-se a período de alta inflação, ficando difícil estimar as perdas inflacionárias, sobretudo para os assalariados. Com efeito, se houvesse correção da estatística disponível, para eliminar tais distorções, teríamos elevação de todas as faixas de renda. O procedimento por certo mostraria que a renda regional foi maior que as estatísticas demonstraram, mas também revelaria o aspecto concentrador do processo distributivo, ao evidenciar aumentos mais elevados para quem recebeu renda variável do que para quem recebeu salário.

O Brasil foi um dos países que mais cresceram no pós-guerra. Desde a época do "milagre econômico", o modelo

ÍNDICES DE ESCOLARIDADE DOS CHEFES DE DOMICÍLIO COM MAIS DE 15 ANOS DE ESTUDOS

TAXA DE ANALFABETISMO	MUNICÍPIOS
Menos de 40%	2,4%
Entre 40% e < 50%	12,6%
Entre 50% e < 60%	26,8%
Entre 60% e < 70%	39,8%
Entre 70% e < 80%	15,5%
80% e mais	2,8%

PERCENTUAL DE CHEFES DE DOMICÍLIO SEGUNDO PERCENTUAIS DE MUNICÍPIOS

TAXA DE NÍV. UNIV.	MUNICÍPIOS
Menos de 0,5%	84,8%
Entre 0,5% e < 1%	9,6%
Entre 1% e < 2%	4,0%
Entre 2% e < 3%	1,6%
3% e mais	0,0%

Figura 1. Só 2,4% dos municípios têm menos de 40% de chefes de domicílio analfabetos, enquanto 84,9% dos municípios (quatro últimas faixas) apresentam taxas de analfabetismo dos chefes de domicílios superiores a 50%. Trata-se de números incompatíveis com o desenvolvimento social e bastante divergente dos países mais avançados.

Figura 1a. Nesse aspecto, as coisas apresentam-se também calamitosas: em 84,8% dos municípios do semi-árido, o percentual de chefes de domicílio com mais de 15 anos de estudos é de menos de 0,5% e em nenhum foi superior a 3%.

econômico brasileiro deu prioridade ao movimento de concentração da renda para atender a demanda de bens destinados aos que ganham mais. O setor produtivo protegido, dirigindo-se basicamente aos rendimentos mais elevados e indexados contra o processo inflacionário, ganhou muito mais pela fixação de margem de lucro sobre o valor dos custos do que pelo aumento do consumo. A dificuldade em atender maior número de consumidores certamente colocou grandes entraves para a formação de um mercado de massas a preços reduzidos no Brasil.

**MUNICÍPIOS MAIS ILETRADOS
TAXAS DE ANALFABETISMO DOS CHEFES DE DOMICÍLIO SUPERIORES A 70%**

MUNICÍPIOS	TAXAS DE ANALFAB.	MUNICÍPIOS	TAXA DE ANALFAB.
Coronel João Sá	90,71	Jeremoabo	72,48
Monte Santo	87,01	Anagé	72,32
Pedro Alexandre	85,31	Araci	72,26
Sítio do Quinto	84,14	Boa Vista do Tupim	72,19
Boa Nova	81,15	Sátiro Dias	72,19
Tremedal	81,09	Várzea da Roça	72,07
Mirante	80,92	S. José do Jacuípe	71,85
Ribeira do Amparo	80,30	Teofilândia	71,82
Adustina	79,66	Planaltino	71,77
Pres. Janio Quadros	78,88	Rio do Antonio	71,76
Heliópolis	77,20	Andorinhas	71,55
Botuporã	77,03	Nova Soure	71,51
Cansanção	76,84	Crisópolis	71,41
Caturama	76,00	Itaeté	71,27
Caraíbas	75,92	Manoel Vitorino	71,04
Nordestina	75,61	Maetinga	70,84
Santa Brígida	75,50	Ituaçu	70,78
Quijingue	75,37	Lagoa Real	70,75
Novo Triunfo	75,36	Olindina	70,72
Fátima	74,62	Planalto	70,44
Capela Alto Alegre	74,33	Dario Meira	70,27
Piripá	73,56	Palm. Monte Alto	70,22
Bom Jesus da Serra	73,21	Itaquara	70,20
Itapicuru	72,98		

Figura 2.

A estratégia da política econômica brasileira há muito tempo vem condicionando a melhor distribuição da renda ao crescimento econômico. Crescer para depois dividir tem sido a palavra de ordem. Grande equívoco, sobretudo nos dias atuais. É preciso entender, de uma vez por todas, que a desconcentração da renda engloba questão que vai muito além da justiça social. Está em jogo a formação de demanda e de poupança social, sobretudo no momento em que os mercados de baixa renda têm se tornado prioritários e as necessidades de poupanças para investimentos com recursos próprios são prementes. Hoje, nada menos que 54% da população brasileira têm renda de até 825 reais, dispondo de um total de 69 bilhões de reais a cada ano (*Gazeta Mercantil*, 22/

01/96). Em termos de Brasil, este contingente populacional forma forte mercado, mas a realidade do semi-árido passa ao largo dessa questão, como veremos.

O índice de Gini [nome adotado por referência a seu criador, o estatístico e demógrafo italiano Corrado Gini] é uma medida de concentração de renda que varia entre zero e um. Quando seu valor se aproxima de zero, a distribuição tende a ser completamente igualitária, ou seja: a renda encontra-se mais dispersa, ou repartida entre maior número de pessoas. À medida que esse valor se distancia de zero, vai revelando uma tendência de crescente desigualdade distributiva, com a renda repartida entre poucas pessoas. Assim, desde o período do "milagre econômico", esse índice é crescente no Brasil, tanto para o processo

distributivo setorial (agricultura, indústria e serviços), como para o funcional (salário e lucros) e regional (Nordeste e Centro-Sul). A figura 3 permite algumas conclusões sobre o processo distributivo do semi-árido.

A desigualdade distributiva no semi-árido, como era de esperar, é menor que a média baiana. Isso revela que, ao contrário dos países de indústria mais avançada, o processo de crescimento e desenvolvimento econômico verificado nos últimos 25 anos na Bahia, e mesmo no Brasil, introduziu mecanismos distributivos que alargaram as disparidades na repartição da renda. Assim, quanto maior foi o crescimento econômico, maior foi a concentração da renda. Prova é que o índice de Gini no Brasil passou de 0,497, na década de 60, para 0,565, nos anos 70, e para 0,590, nos anos 80.

Muitos são os mecanismos que contribuem para reduzir a dispersão do processo distributivo e, portanto, para concentrar a renda. Entre eles, destacam-se:

1. as recessões cíclicas da atividade econômica, quando muitos perdem seus empregos, ou continuam trabalhando mas reduzem seus rendimentos reais – a década de 80 é exemplo significativo;
2. o avanço técnico que substitui o trabalho por capital – a grosso modo, isso se verificou no Brasil, no período pós-abertura, quando a competitividade invade a economia brasileira, levando muitos de seus reflexos ao semi-árido; e
3. a política econômica – o combate à inflação, por exemplo, normalmente gera recessão e desemprego. Com efeito, a grande disponibilidade de mão-de-obra não qualificada, além do processo de verdadeira estagnação econômica do semi-árido e ausência de políticas compensatórias por parte dos governos, contribui largamente para acentuar as desigualdades distributivas.

A figura 4 mostra as condições de escolaridade e de distribuição de renda

RENDA RELATIVA DOS CHEFES DE DOMICÍLIO E ÍNDICE DE GINI

MUNICÍPIOS C/RENDA > RENDA BAIANA	RENDA	ÍNDICE GINI
Irecê	1,06	0,6220
Nova Fátima	1,15	0,5343
Paulo Afonso	1,17	0,5690
Urundi	1,15	0,8305
Vitória da Conquista	1,21	0,6332
Municípios c/I. Gini > I. Gini baiano		
Caraíbas	0,39	0,6627
Caturama	0,37	0,6751
Ibiassucê	0,48	0,6601
Itaberaba	0,65	0,6632
Lagoa Real	0,22	0,7735
Tanque Novo	0,33	0,7114
Média semi-árido	0,52	0,4910
Salvador	2,21	0,6516
Bahia	1,00	0,6533

Figura 3. Considerando a renda média dos chefes de domicílios da Bahia igual à unidade, a tabela indica que, em 1991, o peso relativo da renda média dos chefes de domicílio do semi-árido correspondeu à metade da renda média da Bahia e a 23,5% da renda média de Salvador. Estes números atestam o baixo poder aquisitivo dos chefes de domicílio do semi-árido, onde só cinco municípios apresentaram rendas superiores à média baiana. Por outro lado, só sete municípios tiveram índice de Gini superior ao da Bahia. Urundi é o único município que teve renda média e índice de Gini superiores à média da Bahia.

MAIORES MUNICÍPIOS

MUNICÍPIOS	Educação		Renda Relativa		
	% ANALFAB.	N. UNIV.	S/BAHIA	S/SALVADOR	ÍND.GINI
Jequié	46,19	1,12	0,80	0,36	0,6093
Juazeiro	35,59	2,68	0,97	0,44	0,5895
Vitória da Conquista	37,75	2,58	1,21	0,55	0,6332
Média semi-árido	56,65	0,55	0,52	0,23	0,4910
Salvador	10,83	9,38	2,21	1,00	0,6516
Bahia	44,82	2,50	1,00	0,45	0,6533

Figura 4.

dos três maiores municípios do semi-árido. Confirmando a regra, são municípios que apresentam índices de analfabetismo dos chefes de domicílio bastante elevados, percentual de escolaridade muito baixo, baixos salários com relação aos salários médios da Bahia e de Salvador, além de alta concentração da renda, pelo índice de Gini.

Conclusão

De 1970 a 1990, o fluxo da população brasileira para as cidades aumentou muito. Mesmo considerando o elevado grau de pobreza existente no país, esse processo de urbanização certamente contribuiu para melhorar as condições de vida. Hoje, há mais água tratada,

eletricidade, geladeiras, fogões, televisores, rádios etc. A extensão do consumo, sobretudo de aparelhos elétricos e eletrônicos, atesta a potencialidade do mercado interno nacional. Mas, a despeito do Plano Real, que reduziu as perdas inflacionárias dos salários, a concentração da renda no Brasil contribui para impedir a formação de novos mercados.

Nesse processo, a economia regional do semi-árido vem perdendo aos poucos as condições para implementar demanda de baixa renda. O mercado de trabalho é formado de outras tantas pessoas, além dos chefes de família, ou seja: os chefes de domicílio são parte apenas do mercado potencial subjacente nas populações de baixa renda. Essa demanda potencial, com participação cada vez maior no mercado, naturalmente pode levar a grau mais elevado de relações intersetoriais, permitindo maiores escalas de produção, elevação da produtividade e valorização dos fatores físicos e humanos da cadeia produtiva. O aperfeiçoamento do sistema educacional seria só um ponto de partida para o desenvolvimento socioeconômico da região. Mas, o que há de fato é uma economia regional pobre, não engajada no modelo produtivo emergente e produtora de forte exclusão social.

Sugestões para leitura:

- BONELLI, R. & SEDLACEK, G. 'A evolução da distribuição de renda entre 1983 e 1988', In: CAMARGO, J.M. e GIAMBIAGI, M. (org). *Distribuição de renda no Brasil*, Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1991.
- KUZNETS, S. *Crescimento econômico moderno: ritmo, estrutura e difusão*, São Paulo, Abril Cultural, 1983.
- SILVA, P., SOARES, V. e RAMOS, C.H. *Agropecuária no semi-árido da Bahia*. Salvador, Projeto Áridas, 1995.
- Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. *O Nordeste e a nova realidade econômica*, Salvador, Série Estudos e Projetos No. 25, 1995.

CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS.

barsa

PORQUE
EXISTE
UM
UNIVERSO
INTEIRO
A SER
EXPLORADO!

Você Educador, pode ter agora uma grande ajuda na sala de aula. A revista **CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS** tem tudo que nossos jovens precisam para a pesquisa escolar e demais trabalhos paradidáticos. São abordados assuntos relacionados à história brasileira, ciências, conhecimentos gerais e curiosidades. E vem também com um disquete para as crianças adquirirem o prazer em aprender com todos os assuntos da revista. Se você preferir, adquira o CD-ROM com os dez primeiros números da revista.

DISTRIBUIDOR:

Davidson
MultiSystems
Edutainment

ATENDIMENTO A REVENDAS:
FONE: (011) 743-8798



PRÊMIO
MELHOR VEÍCULO
PARADIDÁTICO
PARA
CRIANÇAS.

REVISTA DE DIVULGAÇÃO
CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS
ANO 7 Nº 43 R\$ 2,00

SB
PC

A HISTÓRIA
DO NATAL
A AVE MAIS
AMEACADA
DO PLÂNETA



R\$ 15,00
O DISQUETE E
VOCÊ GANHA
DUAS HORAS
DE INTERNET!



R\$ 38,00
O CD-ROM E
VOCÊ GANHA
CINCO HORAS
DE INTERNET!

SB
PC

Revendas autorizadas:

QualityNet™
PROVEDOR:
PROMOÇÃO VÁLIDA ATÉ 15/10/96

As modernas 'ferramentas' para estudar o cérebro

Maurice Mashaal

Jornalista científico

(Com a colaboração de Bernard Mazoyer, do Grupo de Imageamento Neurofuncional da Universidade de Paris-VII, em Orsay)

O constante desenvolvimento da tecnologia de imageamento do interior do corpo, nas últimas décadas, está dotando os cientistas de instrumentos cada vez mais eficientes para as pesquisas sobre a estrutura e a atividade do cérebro. As técnicas, que envolvem basicamente fenômenos físicos e quase permitem 'ver' a mente funcionando, são descritas neste trabalho, uma continuação do artigo sobre as novas descobertas a respeito do funcionamento cerebral publicado na edição anterior, dentro do convênio entre *Ciência Hoje* e a revista científica francesa *La Recherche*.

O SCANNER X

A idéia • O scanner X utiliza raios X para visualizar um órgão através de cortes. A técnica, também chamada tomografia computadorizada, ou ainda tomodensitometria, foi posta em prática em 1972. Como a radiografia clássica, apóia-se na absorção maior ou menor dos raios X de acordo com o meio atravessado (os ossos, por exemplo, os absorvem muito menos do que os tecidos moles). Permite visualizar o objeto em sucessivas fatias de alguns milímetros de espessura cada, enquanto a radiografia comum só oferece uma visão em projeção do volume irradiado. Esta invenção deve-se a Allan MacLeod Cormack, biofísico americano nascido na África do Sul, e a Godfrey Newbold Hounsfield, engenheiro inglês, que receberam o Prêmio Nobel de Medicina em 1979.

O princípio • Varrer a secção examinada com um estreito feixe de raios X e registrar, para cada posição do feixe, a intensidade transmitida. Para recolher

informações suficientes, a varredura do plano deve ser feita várias vezes, sob diferentes ângulos. Existem diversas configurações para isso (figura 1). Os dados registrados são em seguida tratados por computador, a fim de reconstituírem a imagem X da fatia explorada, graças a complexos algoritmos de reconstrução. Repetindo-se a operação em várias fatias sucessivas do órgão, constrói-se a sua imagem X tridimensional.

O que se visualiza • O contraste das imagens corresponde às diferenças de absorção dos tecidos atravessados pelos raios. O poder de absorção aumenta com a densidade em elétrons e depende, portanto, do material atravessado. Um

scanner X permite sobretudo distinguir os ossos dos tecidos moles. Pode-se também reforçar o contraste administrando ao indivíduo, por via intravenosa, certos produtos absorventes, para poder, por exemplo, visualizar melhor os vasos sanguíneos.

Para que • O scanner X tem uso freqüente em medicina para diagnosticar tumores, lesões, fraturas etc. No terreno das pesquisas sobre o cérebro, desde meados da década de 80, a ressonância magnética nuclear (RMN) tende a substituir a escanografia X, pois oferece imagens mais contrastadas. Mas o scanner X serve ainda aos neuropsiquiatras e aos neurocirurgiões, para localizar lesões ou tumores cerebrais.

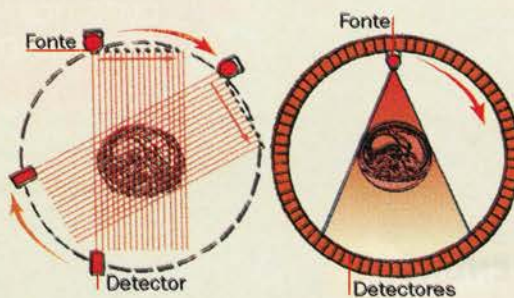


Figura 1. Duas configurações possíveis da varredura de um scanner X.

Acima, a fonte de raios X e o detector são deslocados paralelamente, e a operação é repetida depois da rotação do sistema. Ao lado, a fonte envia um feixe mais largo de raios X e permanece em rotação em uma coroa circular de detectores.

Vantagens • A escanografia X de uma fatia (alguns milímetros de espessura) leva alguns segundos, às vezes bem menos – alguns milissegundos, com os equipamentos mais sofisticados. A resolução espacial (tamanho mínimo dos detalhes) é muito boa, da ordem do milímetro (figura 2). Hoje, inúmeros hospitais ou clínicas na França possuem um scanner X, cujo preço é razoável (menos de US\$ 500 mil).

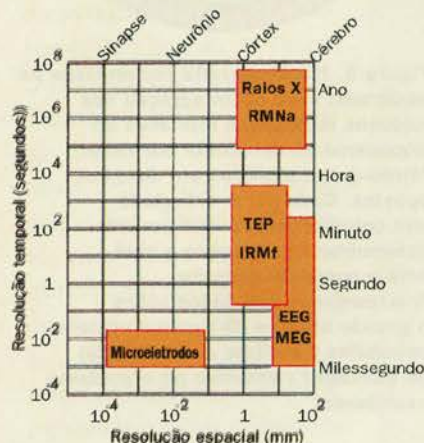


Figura 2. Poder de resolução espacial e temporal das principais técnicas de estudo do cérebro.

A ELETROENCEFALOGRAFIA (EEG)

A idéia • Como os influxos nervosos transmitidos pelos neurônios são de natureza eletroquímica, a eletroencefalografia consiste em medir os potenciais elétricos, em geral na superfície do crânio, e em acompanhar suas variações ao longo do tempo. Foi Hans Berger, em Jena, no ano de 1924, quem realizou o primeiro eletroencefalograma num homem.

O princípio • Mede-se o potencial elétrico em um ou em vários pontos da superfície craniana graças a eletrodos fixados no couro cabeludo e ligados a um potenciômetro sensível (figura 3). Um traçado dos potenciais em função do tempo pode ser efetuado.

O que se mede • Os potenciais registrados situam-se em geral na gama

dos 10 a 100 microvolts. Sua evolução ao longo do tempo pode ser acompanhada com uma resolução da ordem do milissegundo. Mas cada eletrodo detecta apenas o potencial elétrico local e recolhe um sinal correspondente, de fato, a um grande número de células nervosas. Para ter um mapa detalhado da atividade elétrica no nível do couro cabeludo, deve-se empregar o maior número possível de eletrodos. Muitos laboratórios utilizam várias dezenas deles, às vezes mais de cem.

Para que • A eletroencefalografia consistia, no início, em registrar a atividade elétrica espontânea do cérebro. Essa atividade espontânea, traçada sobre uma tira de papel, apresenta-se sob a forma de “ondas” denominadas α , β , θ , δ etc., que se distinguem por sua frequência (de alguns hertz a algumas dezenas de hertz).

À atividade espontânea superpõem-se sinais mais específicos, ligados à tarefa cerebral (cognitiva, sensorial ou motora) que o indivíduo executa durante o registro. São essas modificações com relação aos ritmos espontâneos que são estudadas no método denominado ‘dos potenciais evocados’. Nesse método, o indivíduo é estimulado: através de um determinado som, por exemplo. Para

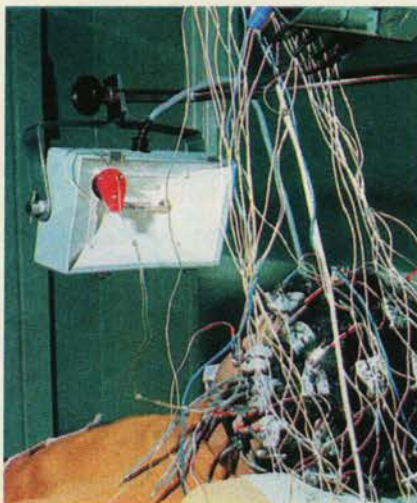


Figura 3. Uma sessão de eletroencefalografia.

extrair os potenciais evocados, mais ou menos camuflados pela atividade cerebral espontânea, deve-se tirar a média de um grande número de registros realizados em condições idênticas.

Vantagens • A resolução temporal alta, da ordem do milésimo do segundo. A relativa simplicidade da aparelhagem, seu custo baixo (US\$ 50 mil). O caráter não-traumático da técnica.

Inconvenientes • Como os potenciais são medidos na superfície do crânio, as medidas refletem unicamente a atividade elétrica na vizinhança do córtex. É possível introduzir eletrodos no interior do cérebro, em profundidade, mas então a EEG perde seu caráter inofensivo. No homem, esse método invasivo só é usado a título pré-operatório (epilepsia, tumores) e, mais raramente, para tratamento de certas dores rebeldes.

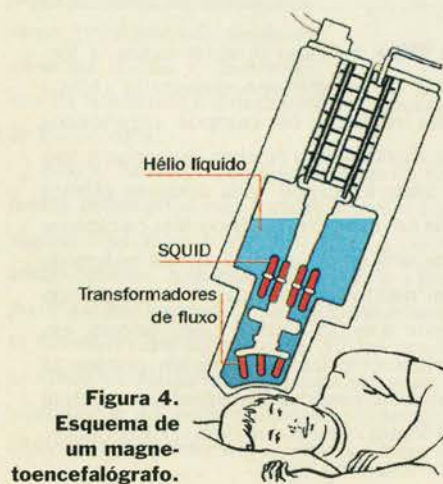
Por outro lado, a medição dos potenciais na superfície do crânio não permite determinar de modo unívoco as correntes elétricas que os produzem. De fato, a um mapa de potenciais dados correspondem matematicamente várias distribuições possíveis de correntes no cérebro. A localização das fontes, crucial para a cartografia funcional do cérebro é, portanto, muito delicada e exige cuidado.

A MAGNETOENCEFALOGRAFIA (MEG)

A idéia • Como o nome indica, a técnica de magnetoencefalografia (MEG) visa registrar os campos magnéticos produzidos pelo cérebro. Sua origem não é misteriosa, pois toda corrente elétrica cria um campo magnético. Mas os campos magnéticos do cérebro são da ordem de um milionésimo de gauss (o campo terrestre tem 0,5 gauss). Esses valores, extremamente fracos, explicam porque as primeiras medidas do magnetismo cerebral só foram obtidas em 1968 (David Cohen, nos Estados Unidos).

Os meios técnicos • Mais ou menos na mesma época, a finalização do SQUID – sigla de *Superconducting Quantum Interference Device* (dispositivo supercondutor para interferências quânticas) – por James Zimmerman, nos Estados Unidos, significou para a técnica MEG uma verdadeira revolução. Um SQUID é uma pequena argola em metal supercondutor, interrompida por um isolante em dois pontos. A supercondutividade, fenômeno quântico por excelência, confere notáveis propriedades a esse tipo de circuito. Em especial, a tensão nos bornes do SQUID é uma função senoidal do fluxo magnético que atravessa a argola. Tal dispositivo é extremamente sensível e permite medir campos muito fracos. Um aparelho de magnetoencefalografia comporta uma matriz de vários SQUIDS – às vezes mais de cem – resfriados com hélio líquido (-269°C), pois é preciso uma temperatura muito baixa para manter a supercondutividade.

O que se mede • Sensores reunidos num capacete e ligados a SQUIDS são aproximados do crânio para detectar campos magnéticos cerebrais (figura 4). A MEG permite, portanto, medir a intensidade (ou o gradiente) do campo magnético nas proximidades do couro cabeludo. A evolução dessas grandezas ao longo do tempo é acompanhada quase em milésimos de segundo.



Vantagens • O caráter totalmente inofensivo da MEG e sua alta resolução temporal (na escala do milissegundo). Os adeptos da MEG acrescentam que os sinais matemáticos são menos distorcidos que os sinais elétricos pelos tecidos atravessados e por isso refletem mais fielmente a atividade cerebral. Mas ainda há debate sobre esse ponto.

Inconvenientes • Como para a EEG, os sinais recolhidos não permitem localizar diretamente e de modo unívoco as correntes responsáveis pelos campos. O resfriamento por hélio líquido, custoso e delicado, é o principal inconveniente da MEG. A técnica requer também uma câmara blindada, ao abrigo das perturbações magnéticas externas. Essas desvantagens explicam a pouca difusão dos instrumentos de MEG – há apenas um na França, em Rennes, e existe um projeto para um segundo aparelho, de 10 milhões de francos (cerca de US\$ 1,66 milhão) para o hospital da Salpêtrière, em Paris.

A TOMOGRAFIA POR EMISSÃO DE PÓSITRONS (TEP)

A idéia • Desenvolvida em meados da década de 70, a tomografia por emissão de pósitrons utiliza elementos radioativos (o isótopo de oxigênio ^{15}O , por exemplo), que se transformam, emitindo um pósitron – o equivalente positivo do elétron. A TEP consiste em localizar esses eventos para cartografar uma substância injetada no corpo e marcada com a ajuda desses núcleos atômicos instáveis.

O princípio • Suponhamos que um átomo se desintegre num determinado instante, em alguma parte do corpo do paciente, e emita um pósitron. Rapidamente (após um percurso de não mais de alguns milímetros), esse pósitron encontrará um elétron dos átomos circundantes. A dupla partícula-antipar-

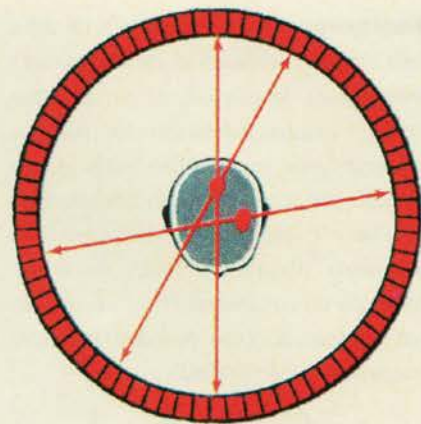


Figura 5. Na tomografia por emissão de pósitrons, cada desintegração dos isótopos radioativos injetados no organismo se manifesta por dois fótons-gama emitidos em direções opostas. Cada par é detectado 'em coincidência', o que permite determinar a reta sobre a qual está o ponto de emissão. A acumulação dos dados sobre o grande número de pares de fótons possibilita visualizar a distribuição do marcador radioativo no organismo examinado.

tícula se aniquila e dá nascimento a dois fótons-gama, emitidos simultaneamente em sentidos opostos.

Os dois fótons-gama atravessam o corpo em linha reta e vão chocar-se com dois dos detectores dispostos em coroa em torno do paciente. Mas o evento só é contabilizado se a chegada dos fótons é simultânea, ou quase: fala-se de 'detecção em coincidência'. Caso contrário, os dois fótons detectados poderiam provir de desintegrações independentes, produzidas em lugares e momentos distintos. O par de detectores atingidos determina a reta em que se situa o ponto de emissão (figura 5). Várias desintegrações provenientes do mesmo sítio fornecem retas diferentes. Sua intersecção corresponde, assim, à região emissora.

Os dados registrados, transmitidos para um computador, sofrem um tratamento informático, para que as regiões emissores de pósitrons sejam visualizadas. Algoritmos de correção são necessários para descontar a difusão ou a absorção dos raios-gama pelos tecidos.

A câmara de pósitrons • Os detectores gama são dispostos em uma série de coroas, formando um cilindro (cerca de 80 cm de diâmetro e 15 cm de comprimento) em torno do órgão explorado (figura 6). Essas 'câmeras de pósitrons' comportam hoje várias dezenas de milhares de detectores gama individuais. Esquemáticamente, cada um desses elementos é constituído por um material que cintila (em geral germanato de bismuto BGO), ou seja, emite luz visível quando recebe um fóton-gama, e de um tubo fotomultiplicador que amplia o sinal.

As imagens • A resolução das imagens obtidas em TEP atinge perto de 4 mm. O registro de uma imagem, formada por cortes de 2 mm de espessura, dura entre 1 e 2 minutos quando o marcador é oxigênio 15. Durante esse lapso de tempo, a tarefa cerebral atribuída ao paciente deve ser mantida, para que a grandeza física visualizada (o fluxo sanguíneo local, por exemplo) seja estável.

Isótopos usados em TEP • São principalmente o carbono 11 (^{11}C), o nitrogênio 13 (^{13}N), o oxigênio 15 (^{15}O) ou o flúor 18 (^{18}F). Trata-se de núcleos que se desintegram por radioatividade β^+ , de curta duração (123 segundos para o oxigênio 15, 110 minutos para o flúor 18). Eles fazem parte de moléculas biológicas (água, açúcar, ácidos aminados, medicamentos etc.), cujo percurso se deseja seguir para ver como se distribuem no organismo.

O imageamento cerebral utiliza principalmente o oxigênio 15, integrado a moléculas de água. O paciente recebe,

imediatamente antes da TEP, uma injeção intravenosa de água 'marcada'. Esse marcador se difunde no sangue e chega ao cérebro. Localizando as desintegrações dos núcleos de oxigênio 15, a TEP permite localizar as zonas do cérebro em que o fluxo sanguíneo aumentou em seguida a uma ativação sensorial, motora ou cognitiva. Outros marcadores são também empregados, por exemplo um análogo da glicose marcado com flúor 18, que possibilita saber o consumo local de glicose.

Produção dos isótopos • Como os núcleos emissores β^+ não existem na natureza, os isótopos necessários à TEP devem ser criados artificialmente. Com essa finalidade, dirige-se um feixe de prótons ou de dêuterons (núcleos de átomos de deutério), acelerados por um ciclotron, para atingir um alvo adequado. Entre os produtos das colisões estão os isótopos procurados (por exemplo, a reação dêuteron + ^{14}N produz ^{15}O + nêutron). Diante do curto período de vida dos isótopos, sua utilização deve

ser rápida. Também o ciclotron e o laboratório de radioquímica devem estar nas proximidades da aparelhagem de TEP.

Inconvenientes • O peso dessas infra-estruturas explica por que os equipamentos de TEP são tão caros (da ordem de 15 milhões de francos, ou mais de US\$ 2,5 milhões, dos quais a terça parte para o ciclotron) e pouco numerosos. Existem apenas três na França: no SHFJ do CEA, em Orsay, no Centro Cy-ceron em Caen, e no CERMEP, em Lyon. Um quarto está planejado para Toulouse.

Outro inconveniente é a fraca resolução temporal, da ordem do minuto, e o intervalo de cerca de 15 minutos entre duas injeções (o tempo em que a radioatividade desaparece do marcador administrado). Além disso, a radiação gama emitida poderia constituir um perigo para o organismo, mas as doses são muito baixas. Durante uma sessão de TEP, que representa 6 a 12 injeções de marcador, a radiação que o paciente recebe equivale à recebida em um ano pela radioatividade natural.

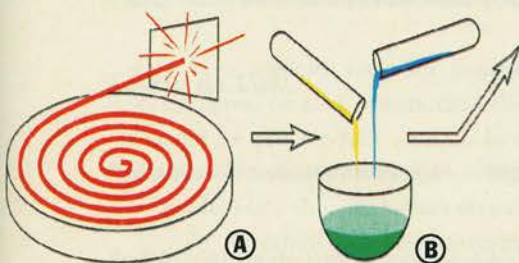
Vantagens • Uma boa resolução das imagens no espaço (4 mm), a relativa simplicidade das experiências (do ponto de vista do indivíduo), a natureza diretamente tridimensional das imagens e uma excelente sensibilidade. É também a única técnica para a qual a origem fisiológica do sinal é perfeitamente conhecida (por exemplo, fluxo sanguíneo com oxigênio 15).



Figura 6. A tomografia por emissão de pósitrons inclui uma série de etapas: obtenção de isótopos radioativos, através de um acelerador de partículas (A); tratamento químico, para incorporar os isótopos a moléculas (B); injeção dessas moléculas no paciente e registro, pelo tomógrafo, dos pares de fótons emitidos durante a desintegração radioativa (C); tratamento computadorizado dos registros, para obtenção de um mapa tridimensional do isótopo injetado; e avaliação dos resultados, com o auxílio de um modelo que relaciona a concentração do isótopo à atividade fisiológica local.

A TOMOGRAFIA POR EMISSÃO DE UM FÓTON (TEF)

O princípio • Como a TEP, essa técnica, desenvolvida entre os anos 50 e 60, emprega marcadores radioativos que podem ser localizados. Diferença fundamental: na TEF (em inglês a sigla é SPECT, de *Single Photon Emission*



Computed Tomography), os núcleos radioativos em questão se desintegram por radioatividade gama, isto é, emitem um fóton-gama. Os fótons, portanto, não são emitidos em pares como na TEP.

Inconvenientes • Como um único fóton é emitido por desintegração, a localização do ponto emissor é mais difícil; ela requer o emprego de detectores colimados, só aceitando fótons convenientemente dirigidos, o que reduz bastante a sensibilidade da técnica. Outro problema: as correções relativas à absorção dos raios-gama pelos tecidos não podem ser calculadas com exatidão como na TEP (o fato de que na TEP os fótons são emitidos aos pares constitui uma orientação preciosa). Além disso, os elementos que correspondem aos radioisótopos gama (xenônio 133, iodo 123, tecnécio 99 etc.) não estão presentes em moléculas biológicas. A marcação destas, conseqüentemente, modifica suas propriedades.

Mais ainda: os radioisótopos gama têm um período de vida mais longo

(algumas horas) do que os elementos radioativos utilizados em TEP; portanto, não se pode repetir com frequência o procedimento. Menos quantificável que a TEP, a TEF praticamente não é utilizada para a cartografia funcional do cérebro. Em troca, é muito usada em cardiologia, e algumas centenas desses aparelhos TEF estão em uso na França.

A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NUCLEAR (RMN)

A idéia • Essa técnica inofensiva fornece imagens tridimensionais explorando as propriedades magnéticas de certos núcleos atômicos. Mais precisamente, utiliza o fenômeno da ressonância magnética nuclear (RMN), descoberto em 1946 pelas equipes de Edward Purcell e de Félix Bloch, nos Estados Unidos.

A ressonância magnética • Certos núcleos atômicos, como o do hidrogênio, apresentam um pequeno momento magnético – comportam-se como um

pequeno ímã. Esses momentos magnéticos, ou *spins*, têm várias orientações possíveis. Na presença de um campo magnético, a energia do núcleo difere segundo a orientação do *spin*. A aplicação de uma onda eletromagnética de frequência adaptada – a frequência de ressonância – pode fazer com que os *spins* mudem de uma orientação para outra. É então, às custas da onda incidente, que os núcleos atômicos absorvem energia.

Para um dado valor do campo magnético aplicado, a frequência de ressonância é específica para o núcleo considerado, mas depende também do ambiente molecular no qual ele se localiza. Ela pertence à gama das radiofrequências. Por exemplo, para o núcleo de hidrogênio (isto é, o próton), a frequência de ressonância vale cerca de 42 MHz para um campo magnético de 1 tesla (unidade de indução magnética).

A espectroscopia RMN • O efeito de RMN primeiro deu lugar a uma técnica de espectroscopia muito utilizada em

VERBAS PARA O CÉREBRO

Em plena efervescência, a pesquisa em neurociências se estrutura – e encontra os meios de financiamento – em vários programas. Em nível internacional, o *Human Frontier Science Program* (Programa de Fronteira da Ciência do Homem) foi lançado em 1989 em Estrasburgo. Este ano, graças às contribuições do Grupo dos Sete (os sete países mais industrializados), da União Européia e da Suíça, ele dispõe de US\$ 46 milhões, transformados em 215 subvenções, das quais uma terça parte cabe à neurobiologia (os laboratórios que se candidatarem devem estar trabalhando em colaboração com um laboratório estrangeiro).

O *Human Brain Project* (Projeto Cérebro Humano), por sua vez, é exclusivamente americano. Sustenta a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de ponta desde 1993, data em que um comitê de cientistas 'pôs o dedo na ferida': os neurobiólogos se afogavam num oceano de informações. Daí o projeto de criar uma verdadeira rede de intercâmbio que integrasse múltiplos dados sobre o cérebro. Cerca de 50 pesquisadores em informática, matemática aplicada, estatística etc. receberam assim bolsas de até 1,1 milhão de

dólares no âmbito desse projeto, financiado por 16 agências federais. Endereço do projeto na Internet:

<http://www.hbp.scripps.edu/Home.html>.

Na França, o CEA, o Instituto Nacional de Pesquisa em Informática e Automática (INRIA), o Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNRS) e o Ministério da Educação, do Ensino Superior e da Pesquisa criaram um fundo comum de cinco milhões de francos (cerca de US\$ 1 milhão), administrado por um grupo de cientistas que trabalham com as ciências do conhecimento e destinado especificamente às neurociências. Vale observar que os salários dos pesquisadores e os custos relacionados aos locais de trabalho são contabilizados nos projetos americanos, mas não nos franceses.

Finalmente, o programa europeu Biomed é o mais recente dos projetos subvencionados, pois só começará de fato a funcionar no final do ano. Embora não se limite à pesquisa sobre o cérebro, destinará a essa área 12% de um orçamento de 36 milhões de euros (cerca de 250 milhões de francos, ou aproximadamente US\$ 40,5 milhões).

física e em química para o estudo da matéria. Muito esquematicamente, a espectroscopia RMN consiste em aplicar à amostra estudada um campo magnético fixo e a enviar uma onda eletromagnética (polarizada circularmente) de frequência variável. Quando a frequência passa por valores de ressonância, energia é absorvida. Através das frequências de ressonância medidas, obtêm-se informações sobre a concentração em núcleos sondados e sobre o ambiente imediato onde eles estão.

O imageamento por RMN • É uma metodologia que remonta ao início da década de 70. As primeiras imagens RMN de um animal vivo foram obtidas por Paul Lauterbur em 1974, nos EUA. Para obter uma imagem, a idéia é, de modo resumido, aplicar um campo magnético variável no espaço, de modo que o valor da frequência de ressonância mude de um ponto ao outro do objeto estudado. Com uma onda de radiofrequência fixa, só uma região entrará em ressonância e fornecerá um sinal. Deslocando o campo magnético, uma região diferente se encontrará em situação de ressonância, e pode-se então sondar uma outra região do objeto. O sinal magnético emitido pelos núcleos logo após a ressonância é detectado por bobinas condutoras, graças à força eletromotriz criada. O tratamento por computador permite fazer a síntese de todos os sinais recolhidos e construir uma imagem tridimensional (apresentada em cortes sucessivos).

A RMN anatômica • Em medicina, a RMN é muito aplicada aos núcleos de hidrogênio, elemento presente em abundância na água e nas gorduras dos tecidos biológicos. Com ela, visualiza-se a estrutura anatômica, e por isso fala-se em RMN anatômica (RMNa).

A RMN funcional • Com o desenvolvimento de técnicas ultra-rápidas de

obtenção e tratamento de dados, tornou-se possível realizar imagens RMN em intervalos de tempo suficientemente breves (até 0,02 segundos) para acompanhar certos aspectos do metabolismo. Fala-se, nesses casos, de RMN funcional (RMNf). No imageamento cerebral, aplica-se a ressonância magnética à hemoglobina, cujas propriedades magnéticas diferem ligeiramente segundo esta molécula esteja ou não ligada ao oxigênio. Chega-se assim à atividade cerebral, realizando imagens onde se visualiza o contraste entre as regiões ricas em oxi-hemoglobina (fluxo sanguíneo aumentado) e as regiões com fluxo sanguíneo normal.

Inconvenientes • A amplitude dos sinais RMN é fraca, e essa técnica necessita ímãs possantes, e portanto pesados, pouco práticos e muito caros. O preço de uma aparelhagem de RMN fica entre US\$ 100 mil e US\$ 3,5 milhões. Os mais caros são os capazes de fazer a RMN funcional. Os scanners de RMN são tão difundidos hoje quanto os scanners X. Mas não os scanners de RMN funcional (existem apenas cerca de 30 no mundo). Outra desvantagem: o desconforto do paciente submetido a uma RMN (figura 7). O sujeito é mantido no interior de um tubo estreito e fica



Figura 7. Processo de imageamento do cérebro por ressonância magnética nuclear.

exposto a um forte ruído produzido pelos aparelhos que fornecem, em cadência elevada, os impulsos eletromagnéticos.

Sugestões para leitura:

- HENDEE, W.R. 'X-rays in medicine', in *Physics Today*, novembro de 1995.
'Les prix Nobel 1979: L'autopsie du vivant', *La Recherche*, dezembro de 1979.
SANTOS, C.A. 'Raios X: descoberta casual ou criterioso experimento?', in *Ciência Hoje* nº 114, 1995.
TANNUS, A.; VIDOTO, E.L.G.; MARTINS, M.J.; PANEPUCCHI, H. 'As novas imagens do corpo', in *Ciência Hoje* nº 93, 1993.
TOGA, A.W. & MAZZIOTTA, J.C. (eds.). *Brain mapping - The methods*, Academic Press, 1996.
WEHRLI, F.W. 'The origins and future of nuclear magnetic resonance imaging', in *Physics Today*, junho de 1992.

TRADUÇÃO : Maria Ignêz Duque-Estrada

G L O S S Á R I O

Tomografia • Visualização de uma secção do objeto sondado (do grego *tomé* = corte, secção).

Pósitron • Partícula idêntica ao elétron mas de carga oposta.

Radioatividade β^+ • Tipo de radioatividade que faz um núcleo atômico submetido a ela transformar-se espontaneamente em outro núcleo, com um nêutron a mais e um próton a menos. O processo subjacente é $\text{próton} \rightarrow \text{nêutron} + \text{pósitron} + \text{neutrino}$. O neutrino, partícula que interage extremamente pouco com a matéria, não é detectável com os equipamentos comuns.

Período radioativo • Tempo que átomos inicialmente radioativos levam para se desintegrar. Esse tempo, característico do isótopo considerado, é também chamado de 'meia-vida'.

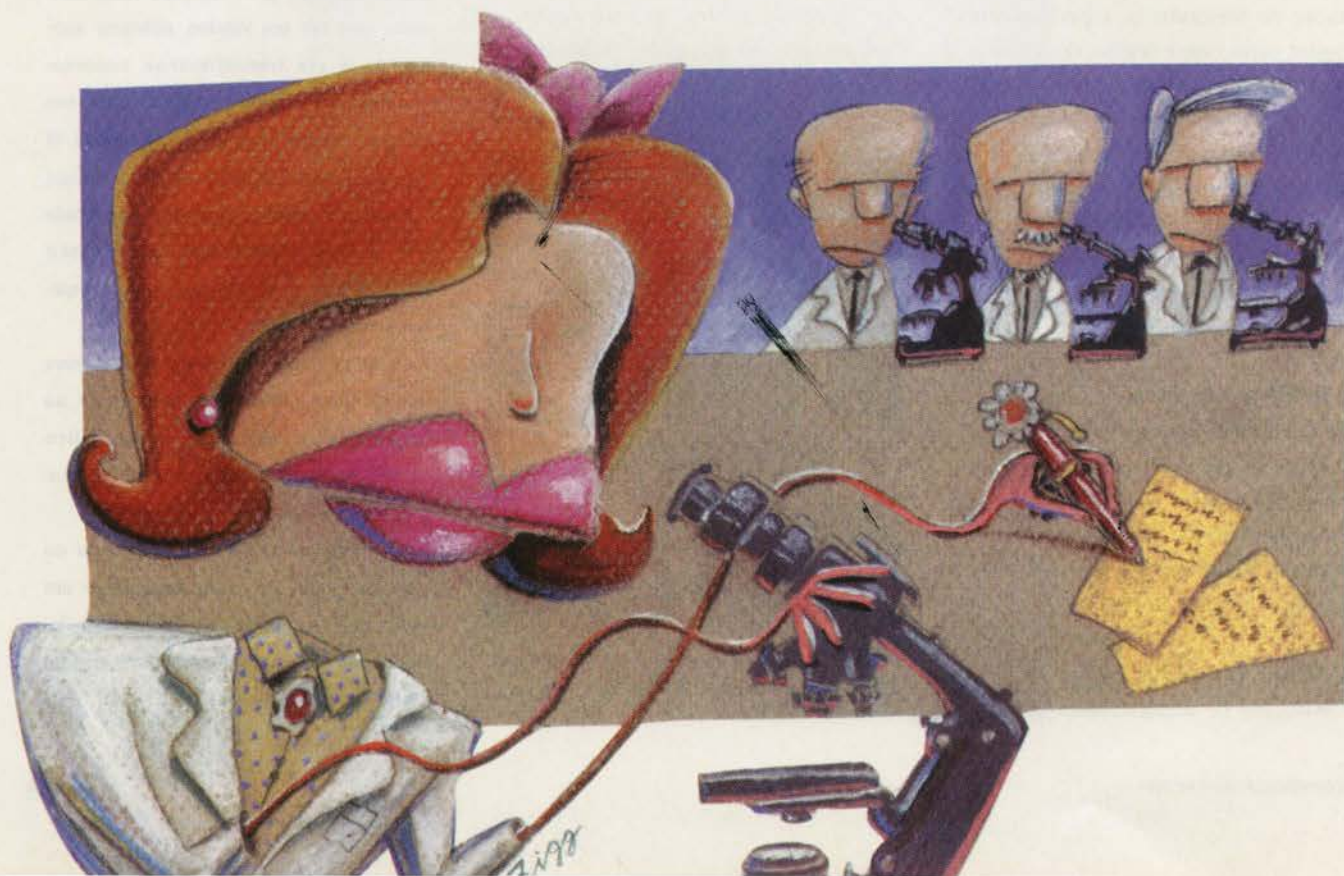
Spin • Momento cinético intrínseco de uma partícula. Ao *spin* associa-se um momento magnético que lhe é proporcional (o fator de proporcionalidade depende do tipo de partícula).

Em 80 anos, ABC recebeu poucas mulheres

Durante décadas prevaleceu a idéia de que ciência é uma atividade só para homens

A ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS FAZ 80 ANOS. PARA MARCAR A PASSAGEM DESSA DATA, CIÊNCIA HOJE RETOMOU O TEMA DAS MULHERES QUE ABRAÇAM A CARREIRA CIENTÍFICA E TRAÇA, AQUI, O PERFIL DA MAIS ANTIGA ASSOCIADA DA ABC – A MATEMÁTICA MARIA LAURA MOUZINHO LEITE LOPES, QUE ALTERNA O RIGOR CIENTÍFICO DO SEU TRABALHO NA UFRJ COM A PAIXÃO PELO ENSINO, SENDO UMA DAS RESPONSÁVEIS PELO

SUCESSO DO PROJETO FUNDÃO, INICIATIVA QUE BUSCA CONSTRUIR NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO DAS CIÊNCIAS. ALÉM DESSE ENCONTRO AFETIVO COM A CIÊNCIA, A REPORTAGEM TRAZ AINDA RELATO DE PESQUISA DE FANNY TABAK JUNTO À PRÓPRIA ABC E A PESQUISA HISTÓRICA DE VERA RITA RESGATANDO OS PRIMÓRDIOS DAS ORGANIZAÇÕES FEMININAS UNIVERSITÁRIAS, DANDO PROVAS DAS VITÓRIAS FEMINISTAS DESDE O INÍCIO DO SÉCULO.



MULHERES CIENTISTAS NA ACADEMIA

Oito décadas são transcorridas, desde a fundação da Academia Brasileira de Ciências, em 1916. É uma história importante, de contribuição significativa para o avanço da ciência no Brasil, de expansão do intercâmbio com outras instituições congêneres, de difusão do conhecimento resultante de um trabalho sistemático de pesquisa original.

Nesse longo período de tempo, a Academia Brasileira de Ciências recebeu em seus quadros pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento humano, brasileiros e estrangeiros, vinculados a muitas das mais prestigiadas instituições e centros de investigação científica. Foram centenas de membros eleitos, nas várias categorias previstas nos seus estatutos.

Entre os muitos fatos que marcaram essa história de oito décadas, um deles chama a atenção – a existência de apenas 32 mulheres cientistas nos quadros da academia, em meio às centenas de eleitos do sexo masculino.

Os dados contidos no Catálogo dos Acadêmicos, publicação lançada pela ABC em segunda edição, em dois volumes, em 1995, são muito elucidativos, nesse sentido. Utilizando esses dados, foi possível observar mais de perto a presença feminina na ABC. Os números foram agrupados por décadas (períodos), buscando-se relacionar o número de mulheres com o total de membros, de modo a conhecer o peso relativo das mulheres cientistas que integravam os quadros da Academia, a partir da eleição da primeira, Marília Chaves Peixoto, em 1951, e até o final de 1995.

Baixo número de eleitas – Pelo catálogo da ABC, que traz apenas os nomes das cientistas vivas, a cientista mais antiga da academia é Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, eleita em 1951 como membro associado, ou seja, 35 anos após a sua fundação. Nos registros da ABC, é possível observar a categoria para a qual as mulheres eram eleitas e o percentual que correspondia ao seu peso relativo no conjunto de membros, associados e titulares. A ABC só contou com a primeira mulher como membro titular na década de 60, ou seja, quase meio século depois da sua fundação. E, no período de 1951 a 1995, apenas 12 mulheres se enquadravam na categoria titular, o que equivalia a 5,9% do total de 203 membros titulares.

Em quatro décadas, e até a primeira metade dos anos 90, com exceção das ciências biológicas e químicas, nas demais áreas as mulheres não chegaram

a constituir sequer 10% dos membros da academia. No caso das ciências físicas, esse percentual foi inferior a 6%. Nas ciências da terra foi preciso esperar até os anos 70 para que uma pesquisadora fosse eleita. Mas nas ciências físicas e matemáticas, com exceção dos anos 50, a porcentagem de mulheres é tão-somente zero, embora a tendência tenha sido de elevação nos últimos anos.

Cabe, porém, a ressalva favorável de que na primeira metade dos anos 90 o quadro se apresenta melhor, se comparado com períodos anteriores, em particular nas duas áreas referidas acima. Ou seja, em apenas cinco anos (entre 1991 e 1995) foram eleitas 14 mulheres, enquanto na década anterior – anos 80 – haviam sido apenas cinco.

A DESIGUALDADE REGIONAL

No total de 32 mulheres eleitas entre 1951 e 1995, nada menos de 19 desenvolviam suas atividades em instituições sediadas no Rio de Janeiro. Em Minas Gerais, a primeira acadêmica foi eleita nos anos 70, enquanto dos outros estados – Rio Grande do Sul, Distrito Federal e Paraná – as mulheres só serão eleitas na década de 90. As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste nem sequer aparecem, mesmo havendo em seus estados universidades onde se desenvolve pesquisa científica conceituada.

Em termos de instituições e unidades da federação, a grande concentração de pesquisadoras está na UFRJ – do total de 31 mulheres, 11 pertenciam a essa instituição, embora no Rio de Janeiro seja mais significativa a diversificação em termos institucionais. Ali estão presentes pesquisadoras da

Fundação Oswaldo Cruz, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), Embrapa e Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Mas, causa estranheza que apenas duas cientistas sejam da USP, considerando que se trata de instituição que ocupa lugar de grande destaque na comunidade acadêmica e científica do país, de reconhecida produtividade científica, justamente nas áreas aqui consideradas. Da mesma forma, causa estranheza que três outras instituições que figuram no quadro e que experimentaram grande expansão nas últimas décadas – Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Universidade Federal do Paraná (UFPr) – só contem com uma cientista nos quadros da ABC.



A ABC SÓ CONTOU COM A PRIMEIRA MULHER COMO MEMBRO TITULAR NOS ANOS 60, QUASE MEIO SÉCULO DEPOIS DA SUA FUNDAÇÃO.

ALTA FORMAÇÃO ACADÊMICA

Apesar dos baixos índices de representação feminina, as mulheres eleitas apresentam elevado nível de titulação acadêmica. A maioria esmagadora tinha alcançado a titulação mais alta – eram doutoras e livre-docentes, e muitas delas com doutorado e pós-doutorado no exterior.

Nada menos que 83% dessas acadêmicas possuíam o título de doutor e/ou livre-docente. É interessante assinalar que, do total de 32 mulheres eleitas para a ABC, a metade (16) encontrase atualmente na faixa etária de 60 anos, nove delas acima de 70.

Existe grande distância entre a elevada titulação acadêmica das cientistas e a categoria para a qual foram eleitas na ABC. No total do período considerado – desde que a primeira foi eleita 1951 – até 1995, apenas 11 mulheres se enquadravam na categoria de titular, o que equivalia a somente 5,5% do total de 200 membros titulares. Aliás, cabe ressaltar que, mesmo na categoria de associado, o percentual correspondente às mulheres não ultrapassou os 11,68%.

POR QUE TÃO POUCAS?

Se eram profissionais bem formadas, jovens e competentes, por que as mulheres levaram tanto tempo a ocupar esse espaço?

Seria difícil considerar que – neste final de século XX, às vésperas do terceiro milênio – ainda se encontre quem justifique tal quadro pela menor capacidade feminina em desenvolver pesquisa científica, ou que as mulheres sejam menos produtivas e menos aptas que os homens.

A baixa representação feminina nas academias de ciências e na direção dos grandes centros de pesquisa científica já foi evidenciada em estudos realizados em muitos países, inclusive naqueles em que essa pesquisa está mais avançada, como no caso dos Estados Unidos. A situação, portanto, não é privilégio do Brasil.

Em dezembro de 1988, na sede da Academia de Ciências do Terceiro Mundo (Trieste), com o apoio da Unesco, uma conferência internacional discutiu amplamente a questão da baixa participação feminina na ciência e tecnologia. Na ocasião, foi criada uma organização de mulheres cientistas dos países do Terceiro Mundo. O tema continuou a ser fonte de grande preocupação para diferentes órgãos do sistema das Nações Unidas e para instituições nacionais comprometidas com o desenvolvimento sustentável e o progresso do país.

Inúmeras conferências nacionais, regionais e internacionais debateram o

tema – como ampliar a participação feminina nas diferentes áreas das ciências básicas. A mais recente e, com certeza, a mais importante de todas, por se tratar da última conferência mundial promovida pela ONU e porque comprometeu os governos de mais de uma centena de países-membros das Nações Unidas na implementação de uma plataforma de ação, foi a Conferência Beijing em 1995, que reuniu cerca de 40 mil mulheres de todos os continentes.

Ao longo da preparação dessa conferência a questão da mulher, face à ciência e à tecnologia, revestiu-se de grande importância, como tema de numerosos seminários e encontros, sempre com a preocupação de oferecer sugestões de medidas e ações capazes de estimular a maior participação feminina nas áreas de ponta do conhecimento científico. Uma rede especial foi criada – OFAN (Once and Future Action Network) – com o intuito de estreitar o intercâmbio entre grupos de organizações e pessoas preocupadas em discutir questões de interesse vital para milhões de mulheres, em todos os continentes e que dizem respeito às prioridades estabelecidas para a definição da política científica de cada país e das linhas de pesquisa a serem desenvolvidas. Essas organizações estão preocupadas com a necessidade de mudar o currículo escolar, no intuito de despertar o interesse de mais meninas nas disciplinas científicas e tecnológicas, além de desmistificar a ciência e a tecnologia como algo inacessível para elas.

No caso particular do Brasil, os dados referentes à matrícula em cursos de graduação e pós-graduação, nas áreas científicas e tecnológicas, demonstram que a proporção de mulheres tem aumentado, às vezes de maneira significativa. Não obstante, percebe-se que ainda persistem alguns pontos de estrangulamento, ou seja, subáreas de Engenharia que continuam a contar com números reduzidos de profissionais do sexo feminino, no início dos anos 90 (ver *Ciência Hoje*, vol. 20, nº 115, pp. 42-47).

De qualquer forma, considerando que muitas cientistas brasileiras comprovam níveis de produtividade e competência que lhes têm granjeado reconhecimento internacional, é de se desejar que no próximo milênio sua proporção seja bem mais expressiva nos quadros da Academia Brasileira de Ciências.



FANNY TABAK

CONSELHO NACIONAL
DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO
E TECNOLÓGICO,
UNIVERSIDADE DO RIO DE JANEIRO.

Na mesma época em que era fundada a Academia Brasileira de Ciências, intensificava-se a luta pelos direitos civis femininos, até então praticamente inexistentes no país. O acesso feminino ao ambiente intelectual estava restrito a algumas áreas específicas, como a literatura, o estudo de línguas e a música. Poucas mulheres se aventuravam nas áreas científicas, sobretudo porque, na falta de cursos específicos, era da engenharia – área tradicionalmente masculina – que deveriam partir as interessadas em ciências. Até o final dos anos 20, apenas três mulheres (Maria Esther Corrêa Ramalho, Edwirges Becker e Carmen Portinho) haviam aceito o desafio e cursado a Escola Politécnica da antiga Universidade do Brasil. Foi somente a partir da organização e da militância das mulheres que cresceu o interesse feminino por cursos tradicionalmente masculinos. A esses fatores deve-se também a diminuição do número de desistências daquelas que nestes cursos ingressavam.

A iniciativa pioneira de organização feminina foi a criação da Liga pela Emancipação Feminina, em 1919. Fundada pela cientista Bertha Lutz, que retornava ao Brasil depois de estudos na Europa, a Liga deu origem, em 1922, à Federação Brasileira pelo Progresso Feminino e à Aliança Brasileira pelo Sufrágio Feminino. Foi a partir da atividade destas organizações que reivindicações importantes saíram vitoriosas: a entrada de alunas no ensino secundário oficial, autorizada em 1922, e o direito de voto às mulheres, incorporado à legislação em 1934.

No âmbito específico da academia, poucas eram as mulheres que se formavam na universidade e enormes as barreiras que enfrentavam para entrar no mercado de trabalho. Em razão disso, as militantes da época – entre as quais estavam Bertha Lutz, Maria Esther Corrêa Ramalho e Carmen Portinho – fundaram em 1929 a União Universitária Feminina (UUF), organização cujo objetivo era “coordenar os esforços das mulheres diplomadas ou matriculadas em escolas superiores, no sentido de auxiliarem-se mutuamente na carreira e defenderem os interesses femininos nas profissões liberais”. A estratégia das fundadoras da UUF era procurar as estudantes que entravam para a universidade e oferecer-lhes um “chá de calouras”, arregimentando-as para a associação. Da mesma forma, quando uma mulher se formava na universidade, a associação lhe oferecia o “chá da vitória” e a auxiliava no ingresso no mercado de trabalho.

A atuação da UUF formou uma rede solidária de mulheres, que se estendeu a outros estados, através de representações regionais. Nas décadas que se seguiram a sua fundação, a UUF funcionou como catalisador na luta

por espaço e respeitabilidade no meio acadêmico. Dela participaram escritoras, jornalistas, médicas e engenheiras, muitas das quais também faziam parte de outras entidades e atuavam a favor dos direitos civis e profissionais das mulheres. Em 1937, por iniciativa das engenheiras da UUF, por exemplo, criou-se a Associação Brasileira de Engenheiras e Arquitetas.

A UUF mantém-se viva até hoje, tendo mudado o nome para Associação Brasileira de Mulheres Universitárias (ABMU). Ao contrário da idéia de que não existiriam mulheres atuando em ciência na primeira metade do século XX, o resgate da memória desta associação, assim como de suas sócias mais antigas, revela sua atuação expressiva em diversas áreas científicas. Através da ABMU, foi possível, por exemplo, localizar engenheiras – formadas nas décadas de 30 e 40 – que atuaram em ciência, como Leda Mattos dos Reis e Yeda Ferraz Pereira, as primeiras astrônomas do Observatório Nacional, Sylvia Vaccani Rezende, geóloga e mineralogista, e Alcina Pinheiro Koenow, especialista em estruturas de avião, ambas ex-professoras da Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Também foram localizadas médicas e advogadas.

O que se observa, no entanto, é que apesar da intensa atividade e dos esforços dessas mulheres, poucas ascenderam a cargos de direção ou adquiriram renome. A regra geral observada é encontrar as cientistas mulheres como assistentes e deslocadas das cenas principais da história da ciência nestes primeiros 50 anos do século XX. A eleição da primeira mulher para a Academia Brasileira de Ciências em 1951 é apenas um exemplo. E só depois de 15 anos, em 1966, foi eleita a primeira titular, Marta Vanucci. À parte as dificuldades de caráter pessoal, como casamento e maternidade, os relatos das sócias antigas da ABMU revelam a existência de mecanismos sutis de obstrução do acesso das mulheres ao topo da carreira acadêmica. Algumas se disseram preteridas em promoções ou em concursos. Há também aquelas que revelam terem sido ‘testadas’, além do necessário, em função do fato de serem mulheres. Esses relatos também permitem uma abordagem diferente da história da ciência. Por serem personagens deslocados, mas presentes no início da ciência brasileira, as mulheres apresentam outra visão dos principais fatos científicos, relativizando-os ou mesmo contestando versões já estabelecidas.

.....
VERA RITA COSTA
Ciência Hoje/São Paulo.

Em 1951, a Academia Brasileira de Ciências acolheu pela primeira vez duas mulheres entre seus membros associados: Marília Chaves Peixoto, falecida em 1961, e Maria Laura Mouzinho Leite Lopes – anteriormente, a Academia elegeu apenas como membro correspondente a física Marie Curie, em 1926, e a paleontóloga Carlota Joaquina de Paiva Maury, em 37. Marília, professora de cálculo e mecânica da Escola Nacional de Engenharia e em cursos especiais no Departamento de Matemática do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), era autora de dois importantes trabalhos sobre equações diferenciais. Maria Laura tinha 34 anos e era livre-docente de geometria da Faculdade Nacional de Filosofia desde 1949, quando defendeu a tese *Espaços Projetivos – Reticulado de seu subespaço*. À época, fazia parte, com Leopoldo Nachbin, Marília e Maurício Peixoto, do grupo pioneiro que incentivou a formação de uma escola matemática brasileira no Rio de Janeiro.

O fato de que a Academia era uma instituição predominantemente masculina não constituiu um problema para Maria Laura: “Nunca tive dificuldades na Academia. O reconhecimento que se conquista depende da postura da mulher. Nunca batalhei como feminista. Minha opinião é que as mulheres não precisam procurar a igualdade, mas o reconhecimento de seu valor na sua maneira de ser.”

Hoje, ao chegar ao topo de sua carreira (em julho, recebeu o título de Professor Emérito da UFRJ), Maria Laura atribui sua determinação em vencer desafios à formação que recebeu da família: “Cresci em um ambiente onde a inteligência e o saber, aliados à integridade de caráter, eram apontados como a maior riqueza.”

A ESCOLA

Nascida em Timbaúba dos Mocós (Pernambuco), Maria Laura passou a infância e adolescência no Recife. Dessa época tem boas recordações do Grupo Escolar João Barbalho, onde cursou o primário. Para a diretora, a educadora Helena Pugó, a missão da escola era formar o cidadão. Ali, Maria Laura foi iniciada nas práticas políticas, como presidente do Grêmio João Barbalho.

Seu pendor para matemática, porém, só se revelou mais tarde, ao ingressar na Escola Normal de Pernambuco, em 1932. Foi como

aluna de Luiz Barros Freire que começou a perceber que matemática não era só fazer contas: “Ele me mostrou a beleza dessa ciência e a possibilidade de vir a estudá-la por prazer”, relembra.

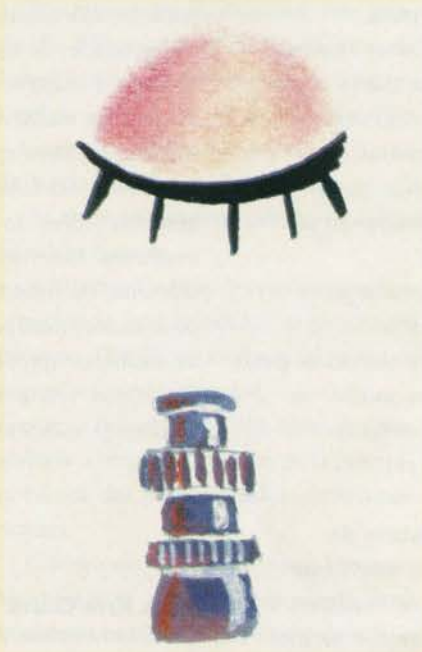
Em 1935, quando a família se mudou para o Rio, ela teve o primeiro desafio. O curso normal feito em Pernambuco não tinha validade no Rio e precisou prestar o exame de Madureza (artigo 100), no Colégio Pedro II, para poder ingressar no 4º ano ginasial. Aprovada, estudou no Instituto Lafayette e depois no Sion, em Petrópolis. Neste, algumas aulas eram em francês e estudava-se latim desde o curso de admissão. Como nunca havia estudado essas duas disciplinas, Maria Laura teve de fazer um esforço para acompanhar as colegas. Mas, como ela mesma diz, foi mais um obstáculo vencido.

A FACULDADE

Estudar matemática já era, nessa época, seu objetivo e o único caminho para isso era a Escola de Engenharia. Em 1938, fez o vestibular, mas foi reprovada em desenho. Trabalhou então como professora no Colégio Sion do Rio e deu aulas particulares até descobrir, em 1939, a Universidade do Distrito Federal (UDF) – criada em 1935 pelo então Secretário de Educação do Distrito Federal Anísio Teixeira. Luiz Freire, de quem já tinha sido

aluna no Recife, era o decano da Escola de Ciências da UDF e matriculou-a no curso de matemática com base nas notas que recebera no vestibular de engenharia. Quinze dias após o início das aulas, a UDF foi fechada e professores e alunos foram transferidos para a Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi).

Os anos de faculdade foram difíceis. Os efeitos da Segunda Guerra chegaram ao Brasil de várias maneiras. Mas, apesar de todas as dificuldades, Maria Laura diz que foram anos excitantes. A jovem universitária fez amizades que perduraram. Entre elas, Moema Lavínia Mariani de Sá Carvalho, com quem dividiu, de 1940 a 1942, os encargos da monitoria





não-remunerada da cadeira de geometria. Em 1942, Moema foi nomeada assistente. Maria Laura conta que a identidade entre as duas era tamanha que dividiam o salário e o trabalho, até sair, em 1943, a sua nomeação. O trabalho de monitoria era feito com a turma que tinha entrado em 1940. Os alunos já tinham alguma formação, como o professor José Leite Lopes, formado em química, com quem Maria Laura veio a se casar.

A vinda de professores italianos e do matemático português Antonio Monteiro tornou a FNFi um centro de pesquisa em matemática. Em 1949, com orientação de Monteiro, Maria Laura defendeu a tese para a obtenção da livre-docência de geometria. Antonio Monteiro, diz ela, “mostrava-nos o que devia ser uma universidade onde o ensino e a pesquisa fossem indissociáveis”. Nessa época, um

grupo pioneiro – Leopoldo Nachbin, Marília, Maurício Peixoto e Maria Laura, entre outros – deu início a uma excelente escola matemática brasileira, consolidada com a criação do IMPA. E em 1953, como livre-docente respondendo pela cátedra de geometria, ela foi nomeada catedrática interina da FNFi. Com a reforma universitária, passou a integrar o Instituto de Matemática da UFRJ.

NOVOS DESAFIOS

Em abril de 1969, aposentada pelo AI-5, Maria Laura foi afastada do Instituto de Matemática da UFRJ e saiu do país com o marido – o físico José Leite Lopes –, também aposentado pelos mesmos motivos. O casal foi para Estrasburgo, na França, onde Maria Laura trabalhou durante dois anos no Institut de Recherches sur L'Enseignement des Mathématiques (IREM). “Essa experiência me deu uma visão mais ampla do ensino da matemática”, afirma. Ao voltar ao Brasil, no final de 1974, ela passou a reunir-se com um grupo de professores universitários e do ensino médio que buscava soluções para as deficiências do ensino da matemática. Nasceu assim, em 24 de fevereiro de

1976, o Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEPEM). Entre os 31 primeiros membros estavam José Carlos de Mello e Souza, Moema de Sá Carvalho, Anna Averbuch, Franca Gottlieb e Thereza Regina Werneck Richa, que foram alunas de Maria Laura.

Em 1976, com apoio do então presidente da Academia de Ciências, Aristides Pacheco Leão, foi realizado na Academia um seminário de educação matemática, primeira atividade organizada pelo GEPEM. Esse grupo, além de promover atualização de professores e conferências, realiza atividades nas escolas, sempre com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino da matemática, e publica um boletim. Em 1979, o GEPEM, em convênio com a Universidade Santa Úrsula, criou um curso de especialização, uma pós-graduação *lato sensu* e, posteriormente, o primeiro curso de mestrado em educação matemática no Rio de Janeiro.

Com a anistia, Maria Laura voltou em 1980 à UFRJ como professora do Departamento de Métodos Estatísticos, pensando formar um grupo para desenvolver pesquisas em educação matemática a partir de sua experiência no IREM. Dentro do Instituto de Matemática, já havia pessoas como Radiwal Alves Pereira, Lúcia Tinoco e Charles Guimarães, além de outros, que se preocupavam com a educação matemática, mas sofriam oposição.

A volta de Maria Laura permitiu a elaboração de um projeto, aprovado em 1982 pelo Programa de Integração da Universidade com o Ensino de 1º grau, do Ministério da Educação. Em 1983 o Programa de Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática da CAPES permitiu que o projeto

fosse ampliado, abrangendo também o ensino de física, biologia, química e geografia. Conhecido como Projeto Fundão, hoje integrando o Subprograma Educação para a Ciência do Programa de Apoio e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SPEC/PADCT), a iniciativa tem prestígio nacional e internacional e é bem-sucedida na formação inicial e continuada de professores de ciências e matemática e na realização de pesquisa na área de educação científica.



**ENTREVISTA CONCEDIDA A
MARTHA NEIVA MOREIRA •**
Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Toxicologia médica: a desinformação é alarmante

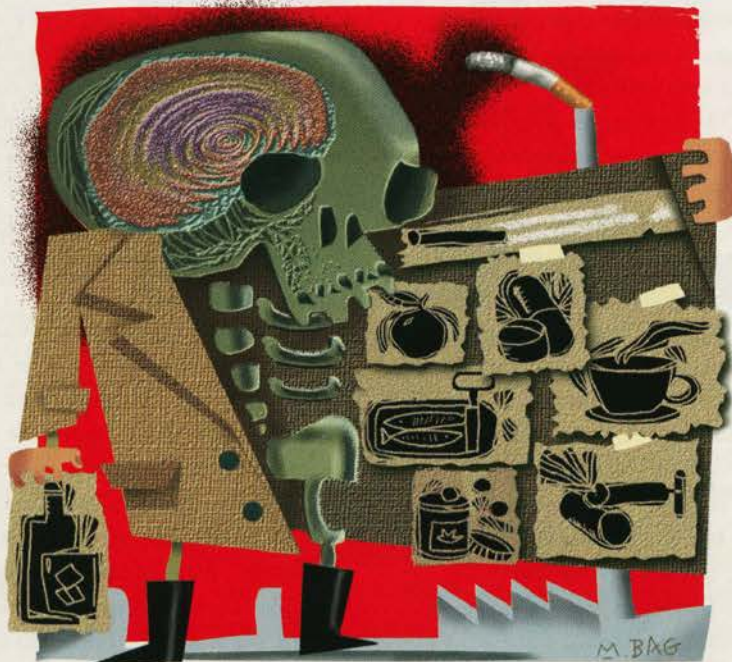
A imprensa deveria esclarecer o grande público com a palavra dos cientistas

Os casos de envenenamentos decorrentes da falta de orientação da população sobre os produtos químicos disponíveis no mercado e seu uso terapêutico vêm se multiplicando no Brasil. Calcula-se que 60 mil drogas – inclusive medicinais – estejam acessíveis aos consumidores no comércio. Isso inclui desde aditivos alimentares até inseticidas agrícolas, passando por medicamentos, cosméticos e remédios da chamada flora medicinal. E a desinformação a respeito é extremamente perigosa.

Cabe aos órgãos públicos reguladores e fiscalizadores coibir a propaganda enganosa, omissa, duvidosa e tendenciosa sobre os efeitos maléficos de certos produtos químicos que atingem, direta ou indiretamente, milhões de pessoas. Isso é possível graças às informações obtidas no estudo dos efeitos desses produtos no homem, área da ciência denominada toxicologia médica.

No sentido tradicional, a toxicologia médica é a ciência que estuda os efeitos maléficos de substâncias externas no organismo humano, definição que limita a importância do conceito terapêutico embutido no uso dos agentes químicos. Alguns autores, no entanto, afirmam que essa especialidade deixou de ser a ciência dos venenos para se transformar na ciência dos intoxicados.

No Brasil, o elevado número de casos de intoxicações notificados aponta para verdadeira epidemia, o que ratifica a



necessidade premente de capacitação de médicos para atuar na área, além de toxicólogos – especialistas em identificar, diagnosticar e tratar as vítimas de envenenamentos. Relatório elaborado em 1991 por Samuel Schvartsman revela que três, em cada 1.000 óbitos verificados nos hospitais da Previdência Social no país, decorrem de intoxicações acidentais, sem considerar outros tipos de ocorrências como suicídio, abuso ou intoxicações ocupacionais.

Essa realidade começou a ser percebida nos Estados Unidos nos anos 50, quando surgiram os primeiros centros de referência em toxicologia, criados por profissionais dedicados a esse campo. A partir da década de 60, a informação científica em toxicologia teve desenvolvimento vertiginoso, com o surgimento de inúmeros artigos revelando a exposição das pessoas aos mais diversos

tipos de agentes nocivos.

A semente da toxicologia médica em nosso país foi plantada em 1963, em São Paulo, por Eduardo Marcondes e Samuel Schvartsman, ao formarem o primeiro serviço de pediatria para atendimento da criança intoxicada. Instalado no Hospital Municipal Dr. Arthur Ribeiro de Saboya, no Jabaquara, o serviço tornou-se um centro de referência em 1971. O grande impulso, no entanto, se deveu a Alberto Rahde, em 1976, com a criação do Centro de Informação Toxicológica do Rio Grande do

Sul. Surgiram depois os centros de Salvador, Botucatu, Curitiba, Campo Grande, Belo Horizonte, Campinas, Ribeirão Preto e Rio de Janeiro. Essas iniciativas coincidiram com a implantação, em 1980, pelo Ministério da Saúde, do Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológica (Sinitox), sediado na Fundação Instituto Oswaldo Cruz.

Há hoje 29 centros de referência em toxicologia no Brasil, concentrados nas regiões Sul e Sudeste. São 12 centros de controle de intoxicações, nove de informações toxicológicas, dois de informações antiveneno e seis de assistência toxicológica. Os serviços oferecidos envolvem informação, atendimento clínico de urgência e ambulatorial, laboratório especializado, prevenção, capacitação e pesquisa. Essas unidades têm área de abrangência variável, de acordo com sua localização, mas sua estrutura orga-

nizacional e suas fontes de recursos são incipientes em relação à crescente demanda regional.

Importância dos centros de referência

Dados publicados pelo Sinitox em 1995 revelaram que, em 1993, os 23 centros registraram 45.464 casos de intoxicação humana, com 314 óbitos. Vale notar que tais cifras não representam a realidade brasileira, já que é elevado o número de sub-registros nas unidades de saúde e, em muitos casos, os dados não são notificados ao Sinitox pelos próprios centros de referência. Além disso, os responsáveis pelo sistema constataram outros problemas: quantidade insuficiente de centros, deficiência na coordenação com serviços de saúde pública e notificação sem padrão definido.

Outro ponto fundamental é a difícil obtenção, pela rede conveniada, de antídotos específicos para os tratamentos. Alguns desses medicamentos sequer são comercializados no Brasil, o que impossibilita o atendimento adequado aos pacientes. A saturação dos serviços públicos de emergência, aliada à escassez de recursos materiais modernos, agrava ainda mais a situação.

Levantamentos sobre a relação custo-benefício de redes de centros, realizados nos Estados Unidos, demonstraram que para cada dólar gasto com um centro de controle de intoxicação são economizados US\$ 7,75 em despesas médicas. O sistema de atendimento telefônico também reduz o número de consultas, prevenindo e orientando os pacientes, além de otimizar o custo operacional dos atendimentos nos hospitais.

Na América Latina, a toxicologia continua pouco valorizada no âmbito da saúde, exceto na Argentina, onde o número de centros de referência e o nível de organização hospitalar são razoáveis. Em Cuba, em função das dimensões geográficas do país, o Centro Nacional de Toxicologia supre as neces-

sidades da população. Outros países, como El Salvador, Guiana, Suriname, Paraguai e Honduras, não contam sequer com um serviço de informação para a comunidade científica.

Em 1994, por iniciativa do Centro Panamericano de Ecologia Humana e Saúde, da Organização Panamericana de Saúde, vinculada à Organização Mundial de Saúde, foi elaborado um diretório regional (América Latina e Caribe) dos centros dedicados à informação, análise toxicológica ou atenção especializada do paciente intoxicado. Essa relação revela a importância do Brasil no continente, quando comparado a outras nações no mesmo estágio de desenvolvimento (figura 1).

O Brasil também realiza, a cada dois anos e desde 1979, um encontro de profissionais da área – o maior evento regional do gênero. A análise dos trabalhos científicos publicados nos anais desses congressos revela que entre 30% e 40% dos estudos relacionam-se com casos de intoxicação exógena aguda, notificados aos diversos serviços especializados (ou não) no tratamento de

intoxicações, o que comprova o significado da capacitação do profissional médico no setor. Os demais tratam de toxicologia experimental, ocupacional, analítica e veterinária.

Literatura disponível

Os avanços no acervo literário disponível em língua portuguesa na área de toxicologia foram pequenos até 1995. De modo geral, apareceram apenas reedições ou reimpressões de títulos antigos.

A bibliografia brasileira é constituída basicamente pelos seguintes títulos:

- *Intoxicações agudas*, de S. Schwartzman
- *Plantas tóxicas de animais peçonhentos*, de S. Schwartzman
- *Produtos domissanitários*, de S. Schwartzman
- *Toxicologia geral e humana*, de Dilermando Brito Filho
- *Manual de toxicologia analítica*, de Ester Fonseca Moraes
- *Toxicologia*, de Lourival Larini
- *Manual de vigilância epidemiológica – Acidentes por animais peçonhentos: identificação, diagnóstico e tratamento*, do Instituto Butantan

	EPIDEMIOLOGIA*	TOXICOLOGIA	OUTROS**
Argentina	3	17	1
Bolívia	1	0	
Brasil	4	35***	
Chile	5	1	
Colômbia	5	13	1
Costa Rica	3	1	
Cuba	2	1	
Equador	3	0	
El Salvador	2	0	
Guatemala	0	1	
México	3	6	2
Nicaragua	2	0	
Paraguai	0	3	
Peru	6	1	1
Suriname	1	0	
Uruguai	1	1	
Venezuela	2	14	

* Critério de inclusão: perigos químicos e acidentes no meio ambiente.
 ** Centros nacionais ou regionais para emergências químicas.
 *** Seis desses centros estão hoje desativados.

Figura 1. Centros de Referência em atenção e tratamento de intoxicações por substâncias perigosas na América Latina.

FONTE: GONZALEZ & MACHIN (1994); GEENETOMS (1995)

- *Manual de ofidismo*, do Ministério da Saúde
- *Manual de intoxicações agudas*, de Hermes Alcântara
- *Fundamentos de toxicologia*, de Seizi Oga (recém-publicado)

Entre as obras citadas, destacam-se as de Schvartsman e colaboradores, que periodicamente revisam e reeditam *Intoxicações agudas*. A publicação, no entanto, apresenta algumas condutas controversas e não inclui aspectos relevantes sobre certos tipos de intoxicações, razões suficientes para indicar uma reavaliação do texto. Os outros títulos encabeçados por Schvartsman são singulares na literatura médica nacional.

Na área analítica (Brito Filho e Alcântara), a literatura destina-se, em princípio, a perícias médico-toxicológicas e carecem de informação atualizada no aspecto *antemortem* da toxicologia. Exceção

é o *Manual de toxicologia analítica*, de Ester Fonseca Moraes, que revela técnicas apropriadas para um laboratório mais atualizado na área.

Já os mementos farmacêuticos anuais ou *vademecuns* de medicamentos comentados por especialidade médica, como o *DEF – Dicionário de especialidades médicas* (editado por José S. Melo e com tiragem de 80 mil exemplares), o *Manual de farmacologia clínica, terapêutica e toxicologia* (por Darcy Lima) e o *P.R. Vademecum* (por Raúl Lépori e Yuji Ohira) são apresentados à comunidade científica, por organizações farmacêuticas, de forma pouco recomendada. Agindo assim, tais instituições buscam – sem êxito – alcançar a qualidade de compêndios estrangeiros, como *Physicians' Desk Reference*, *AMA-Drug Evaluation*, *British Formulary* e outros.

Os textos em inglês trazem referên-

cias bibliográficas por produto (independente do nome de fantasia) ou entidade mórbida citada, ilustrações de cunho científico, informações relevantes sobre os produtos comercializados, entidades de referência para tratamento e normas e regulamentos sobre o assunto, enquanto os editores nacionais selecionam as informações técnico-científicas, omitindo dados indispensáveis para a prescrição de inúmeros produtos.

Tais compêndios ainda adotam conceituação equivocada ou distorcida do que sejam interações medicamentosas, contra-indicações, efeitos adversos e colaterais e mesmo precauções (figura 2). Além disso, como se pode observar na 24ª edição do *DEF*, não há descrição das propriedades farmacológicas ou efeitos não-terapêuticos de pelo menos um em cada quatro produtos listados. Com isso, fica a impressão de que ape-

SUBSTÂNCIA	EFEITOS ADVERSOS	EFEITOS COLATERAIS
Aciclovir	---	---
Terfenadina	---	---
Haloperidol	Catarata, retinopatia	Síndrome neuroléptica maligna
Metronidazol	Ataxia, encefalopatia, psicose, anorexia, pancreatite, alteração da gustação, candidíase vaginal, tromboflebite, neuropatia periférica, leucopenia, crises oculogíras e miopia	---
Oximetazolina	Porfirinogênico, hipotermia, bradicardia, psicose, mania	---
Cetoprofeno	Hepatite fulminante, hemoptise, ototoxicidade, epistaxe, metrorragia, alteração na função renal, albuminúria, acidose metabólica, hipercalemia e ginecomastia	---
Salbutamol	Taquicardia, palpitação, HAS, arritmia, psicose, hiperatividade, insônia	---
Metoclopramida	Fadiga, síndrome neuroléptica maligna, psicose, agitação, ginecomastia, priapismo, meta e sulfahemoglobinemia em recém-natos, disfunções da medula óssea, asterix	---

Figura 2. Exemplos de informações toxicológicas relevantes omitidas, não-disponíveis ou incompletas nos mementos farmacêuticos nacionais

nas as indústrias de maior porte têm a responsabilidade social de colocar tais informações à disposição da classe médica, ainda que por vezes incompletas.

O alcance da desinformação pode ser avaliado por uma listagem incompleta de produtos que aparecem – nas últimas edições do *DEF* e do *Manual de Darcy Lima* (1995) – acompanhados de explicações sobre intoxicações ou envenenamentos com condutas terapêuticas impróprias, desatualizadas, erradas ou questionáveis: ácido cianídrico, ácido oxálico, ácidos e álcalis, aconitina e veratrina, álcool etílico, amoníaco, arsenicais, barbitúricos, beladona, benzol, brometos, cádmio, cafeína, cloral, clorpromazina, cocaína, colchicina, chumbo, curare, digitálicos, dinitrofenol, estricnina, ferro, fósforo, gás carbônico, inibidores de MAO, inseticidas fosforados, maconha (*Cannabis*), magnésio, mamo-

na (rícinos), mercúrio, monóxido de carbono, naftalina, nicotina, nitritos, opiáceos, permanganato de potássio, pilocarpina, salicilatos, tálio, tetracloreto de carbono e tricíclicos (antidepressivos).

Além disso, convém lembrar que o *DEF*, ao contrário do que aparece no prefácio da 24ª edição (1995/1996), não é revisto ou atualizado pelo menos desde 1974, data da 3ª edição. Desde então, repete *ipsis literis* os mesmos dados científicos sobre intoxicações, chegando ao cúmulo de prescrever “sangrias”.

Apenas duas publicações

O Brasil conta com apenas duas publicações periódicas especializadas em toxicologia: a *Revista Brasileira de Toxicologia* e o *Journal of Venomous Animals and Toxins*. O segundo surgiu em 1995 e é a única publicação nacional em disquete. Ambas são semestrais e ainda

não estão indexadas.

Já o banco de dados (sistema de microfichas), o único distribuído aos serviços de referência em toxicologia do país, não é revisto desde 1986. Idealizado e desenvolvido segundo o modelo da National Clearinghouse, dos Estados Unidos, o banco é composto por 25 mil títulos com informações relativas às propriedades químicas, cinética e dinâmica, manifestações clínicas da intoxicação e tratamento. É adequado para consulta rápida, nas necessidades iniciais de atendimento, principalmente na identificação de substâncias ativas contidas em produtos comerciais, já que não há outra fonte organizada sobre produtos químicos no país. O sistema deixa a desejar quanto às condutas e medidas terapêuticas adotadas, mas poderia ser reativado por uma comissão de especialistas reunida pelas instituições



de maior circulação na classe médica.

governamentais responsáveis pela vigilância sanitária, tornando-se uma base interativa, a exemplo da Comissão de Revisão da Farmacopéia Brasileira.

O Centro de Controle de Intoxicações da Prefeitura Municipal de São Paulo editava até 1995 um boletim informativo – *Antídoto* – distribuído mensalmente aos centros brasileiros. Com informações atualizadas, alcançava tiragem superior a 30 mil exemplares e atingia os objetivos propostos, embora ficasse restrito à comunidade médico-acadêmica. Em 1992, surgiu o *Boletim CEBRID*, do Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas, que fornece dados sobre vigilância epidemiológica desse grupo de medicamentos distribuídos no Brasil e no exterior.

Também merece destaque o *Informe Farmacológico*, produzido a partir de 1991 pelo Serviço de Farmácia do Hospital Universitário Antonio Pedro, da Universidade Federal Fluminense. Embora de circulação limitada, traz a descrição completa das mais recentes novidades farmacêuticas disponíveis no mercado brasileiro, incluindo efeitos adversos, formulações, cinética e dinâmica.

Apesar do grande esforço empreendido pelos profissionais brasileiros, ainda não foi possível atingir o nível de informação desejável para instrumentalizar o corpo clínico no atendimento dos pacientes intoxicados. Na maioria das vezes recorre-se a trabalhos estrangeiros conceituados em emergências médicas.

Nesse sentido, grande passo foi dado com o lançamento recente no mercado internacional de uma base de dados interativa, em CD, atualizada a cada trimestre, contendo informações sobre substâncias químicas de grande utilidade para os centros de tratamento de intoxicados. Trata-se do *Poisindex*, que pode ser adquirido com outros títulos sobre toxicologia e farmacologia clínica. Ao mesmo tempo, a Organização Mundial de Saúde, através do Programa Internacional de Segurança Química, elaborou

uma base de dados semelhante, intitulada *Intox*, que está sendo distribuída aos centros de toxicologia cadastrados na OMS ou mediante solicitação.

Há ainda vasta quantidade de bases de dados, de domínio público ou privado, sobre propriedades químicas, manuseio, armazenamento e transporte de substâncias perigosas – *Cameo*, *Hazmat*, *Toxline* e *Cheminfo*, entre outras. Existem também vários livros, manuais e informes sobre o assunto em outros idiomas, entre os quais podem ser citados *Casarett & Doull's Toxicology*, *The Basic Science of Poisons* (Klaassen), *Clinical Manual of Poisoning and Drug Overdose* (Olson), *Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose* (Haddad & Winchester), *Principles of Clinical Toxicology* (Gossel & Bricker), *Toxicologia Avanzada* (Repetto), *Toxicologie Clinique* (Bismuth), *As Bases Farmacológicas da Terapêutica* (Gilman e outros).

Propaganda enganosa

A disseminação desenfreada de remédios da chamada flora medicinal e misturas, oferecidos à população através dos meios de comunicação, merece atenção especial quando o assunto é propaganda enganosa. Esse tipo de publicidade não é baseada em critérios ou méritos científicos e as informações sobre os compostos não advertem sobre prováveis malefícios. Propala-se que plantas e ervas medicinais, vendidos no mercado formal e informal de produtos naturais, têm efeitos milagrosos, tudo suportado pelo ditado popular “se não curar, mal também não fará”.

Entre esses veículos de desinformação aparecem: *Remédios Caseiros* (Editora); *Saúde Popular* (editora desconhecida), *Saúde para Todos* (Ed. Nacional); *Plantas que Curam* (Hemus Ed.); *Plantas e Ervas Medicinais* (Rio Condor Ed.); *Disque Saúde* (Jornal O Dia); *Alô Doutor* (Rede Bandeirantes de Televisão). O jornal O Globo também publica periodicamente, no informe ‘Primei-

ros Socorros’, seção sobre envenenamentos com medidas que merecem revisão dos editores.

Os órgãos reguladores precisam, ainda, dedicar especial atenção à propaganda enganosa, omissa, duvidosa e tendenciosa sobre os efeitos maléficos de certos produtos químicos que atingem, direta ou indiretamente, milhões de pessoas. Destacam-se, entre esses agentes, por seus efeitos deletérios principais, os seguintes:

- Bebidas alcoólicas – síndrome feto-alcoólica em gestantes e respectivos nascituros
- Tabaco – câncer no usuário e convivas, enfermidades cardiorrespiratórias e fetotoxicidade
- Inseticidas de uso doméstico – quadro agudo e crônico envolvendo vários sistemas do organismo
- Medicamentos livremente anunciados – toxicidade multissistêmica e estímulo à automedicação
- Bebidas naturais com quantidades indiscriminadas de cafeína e outras xantinas – psicoestimulação

Nesse amplo cenário de desinformação, recomenda-se o uso das fontes mais confiáveis possíveis para a capacitação de profissionais competentes na área da toxicologia. Os jornalistas, que cumprem o destacado papel de esclarecer o grande público, devem sempre buscar notícias acompanhadas de suporte bibliográfico ou de declarações da comunidade científica, aprovando ou rejeitando o que está sendo divulgado.

Luiz Querino de A. Caldas

Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (México).

Ana Cláudia Lopes Moraes

Alfredo Unes

Centro de Controle de Intoxicações, Hospital Universitário Antonio Pedro, Universidade Federal Fluminense.

Armas contra o HTLV

Simpósio sobre o vírus divulga avanços na área de diagnóstico e terapêutica

Primeiro retrovírus descoberto em pacientes humanos, o HTLV-I, associado principalmente à leucemia de células T do adulto e à doença neurológica denominada mielopatia, pode perder em breve seu maior aliado no processo de transmissão: a chamada 'janela imunológica' – espaço entre o contato com o agente infeccioso e o desenvolvimento de anticorpos –, que pode durar até várias décadas. Estima-se que, em dois anos, sua detecção precoce será possível com a aplicação, em larga escala, da técnica da reação em cadeia da polimerase (PCR), única capaz de identificar o vírus infectante imediatamente após ser contraído.

Esse foi um dos principais temas debatidos no IV Simpósio Internacional sobre HTLV-I/II, realizado em Belo Horizonte em junho passado, com a presença de mais de 600 pesquisadores. Entre eles estava o descobridor do vírus, o cientista norte-americano Bernard Poiesz, atual diretor de onco-hematologia da Universidade de Siracusa, em Nova York. Poiesz acredita que avanços importantes na área de diagnóstico poderão ser alcançados através das pesquisas que estão sendo desenvolvidas no sentido de reduzir os índices de contaminação durante os testes

com a técnica PCR.

Buscando acelerar esses avanços, o Centro de Hemoterapia de Nova York decidiu investir em pesquisas biotecnológicas capazes de padronizar e automatizar a técnica. Hoje ela é feita manualmente, o que torna inviável sua implantação na rotina dos bancos de sangue, onde se testam em média 500 mil doadores por ano. "Com a PCR automatizada e livre de contaminação, estaremos munidos de uma poderosa arma para inibir a transmissão do vírus", avalia a hematologista Anna Bárbara Proietti, chefe do setor de

pesquisa da Fundação Hemominas, em Belo Horizonte, e presidente do simpósio.

Na área terapêutica, Bernard Poiesz relatou uma experiência inovadora, que tem mostrado resultados positivos no tratamento de alguns casos de leucemia: a associação da droga AZT – também usada contra o vírus da Aids – com o interferon, substância utilizada no combate a tumores. O mecanismo pelo qual o HTLV-I causa a leucemia de células T ainda permanece desconhecido.

Entre os convidados estrangeiros, destacou-se também o pesquisador japonês Mitsuhiro Osame, da Universidade de Kagoshima, primeiro a descrever a mielopatia, doença neurológica que causa paralisia progressiva dos membros inferiores e acomete principalmente indivíduos na faixa de 35 e 50 anos, com predominância do sexo femi-

nino. Embora apresente baixa mortalidade, a doença deixa paraplégicos cerca de 30% de seus portadores. Ainda não se dispõe de terapêuticas específicas comprovadamente eficazes para combatê-la.

A dermatologista Lois de Grenade, da Universidade das Índias Ocidentais (Jamaica), disse que a maior parte das lesões cutâneas associadas ao HTLV-I pode ser controlada mesmo nos casos malignos, como o linfoma. Segundo o oftalmologista japonês Manabu Mochizuchi, da Universidade de Kurume, as inflamações oculares causadas pelo vírus também respondem satisfatoriamente ao tratamento à base de corticóides. Ele mostrou pela primeira vez que pacientes por-

tadores de HTLV-I são mais suscetíveis à inflamação ocular do que outros.

O HTLV-I pode ser transmitido através de linfócitos do leite materno infectados, por transfusão de sangue, por meio de relações sexuais e por agulhas e seringas contaminadas. Face ao risco de transmissão do vírus por transfusão sanguínea, os testes para sua detecção são obrigatórios em doadores de sangue no Brasil desde 1993. O aleitamento materno é hoje a principal via de transmissão do HTLV-I em áreas endêmicas e o principal modo de infecção em pacientes com leucemia.

Dois tipos desse retrovírus foram isolados em pacientes humanos: o HTLV-I – originário da África e endêmico em ilhas do sudoeste do Japão, no Caribe, em algumas regiões da África e na América do Sul – é o agente infeccioso de várias doenças, enquanto o HTLV-II, presente sobretudo nas Américas, até o momento não está associado a nenhuma patologia (ver 'Vírus do Novo Mundo').

Alguns pesquisadores advogam a possibilidade de recorrer aos estudos básicos do HTLV para elucidar o comportamento dos retrovírus, visando principalmente à produção de vacinas. Acredita-se que uma vacina bem-sucedida para esse caso possa servir de modelo a uma possível vacina contra o HIV, agente infeccioso da Aids.

Embora o HTLV-I seja um retrovírus como o HIV, a maioria de seus portadores é as-



Esquema da estrutura básica do retrovírus HTLV.

Vírus do Novo Mundo

Presente em todas as populações indígenas nativas das Américas, dos Estados Unidos à Patagônia, e até o momento dissociado de qualquer condição patológica, o HTLV-II abre um sugestivo campo de investigação para geneticistas e antropólogos. Em algumas aldeias indígenas brasileiras, foram registrados 30% de casos positivos para esse vírus, sugerindo que ele tenha sido introduzido pelos povos que primeiro chegaram ao continente americano. "Ele pode ser um

importante marcador genético das migrações primitivas", sugere a hematologista Anna Bárbara Proietti.

Outro aspecto curioso observado no comportamento do HTLV-II nos Estados Unidos é sua fácil propagação entre usuários de drogas endovenosas. Não se sabe por que o mesmo não ocorre com o HTLV-I. Os cientistas também desconhecem as causas de seu não-envolvimento com patologias. "A gente costuma dizer que o HTLV-II é um vírus à procura de uma doença", brinca a hematologista.

sintomática, isto é, nunca desenvolverá a doença. Estima-se que apenas 5% sejam acometidos pelas patologias a ele associadas. Ao contrário do que acontece com o HIV, a chance de manifestação de patologias nos portadores de HTLV-I aumenta com a idade, principalmente depois dos 40 anos.

Para o neurologista Osvaldo Takayanagui, do Hospital das Clínicas da USP de Ribeirão Preto (SP), a elevada frequência de indivíduos soropositivos sadios em áreas endêmicas sugere que a infecção pelo HTLV-I não seja o único fator determinante no desenvolvimento da leuce-

mia e da mielopatia. Ele admite uma provável participação de cofatores ainda não esclarecidos.

O epidemiologista Fernando Proietti, da Faculdade de Medicina da UFMG, acha possível que o risco de desenvolvimento das doenças associadas ao vírus varie de acordo com o modo de transmissão. Ele chama a atenção para a existência de bolsões com elevada soroprevalência do HTLV-I, sobretudo no Japão, onde atinge taxas de 37% em ilhas ao sudoeste do arquipélago. No Caribe, segunda área endêmica mais estudada, registra-se uma taxa de soroprevalência simi-

lar nos diferentes países, atingindo em média 5% da população. O HTLV-I/II está presente em todo o Brasil, que tem hoje o maior número absoluto de portadores, cerca de 750 mil pessoas. A maior taxa de prevalência ocorre em Salvador (1,5% da população) e a menor em Porto Alegre (0,08%).

O IV Simpósio aprovou a proposta de realizar estudos multicêntricos no país, envolvendo as diferentes áreas relacionadas ao estudo do vírus. Serão feitos também os registros nacionais dos casos das várias doenças associadas ao HTLV-I, o que permitirá uma noção mais precisa da inci-

dência dessas patologias no Brasil. No âmbito internacional, estão sendo feitos estudos para compreender os mecanismos patogênicos do vírus, como ele causa as diferentes doenças e por que, em alguns casos, provoca a leucemia e, em outros, a mielopatia. Aí entram os aspectos genéticos e antropológicos dessas pesquisas, que serão enfatizados na VIII Conferência Internacional sobre o HTLV-I/II, a ser realizada no Rio de Janeiro em 1997.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Software para deficientes visuais

Sintetizador de voz e alfabeto Braille permitem acesso de deficientes à informática

Ao integrar recursos de multimídia, inclusive o tradicional alfabeto Braille, projeto da Universidade de São Paulo (USP) vem permitindo que deficientes visuais tenham acesso a bancos de dados,

comuniquem-se por textos ou passem horas à frente do vídeo brincando com games. A importância social desse projeto pode ser medida com base no fato de que 15% da população brasileira têm de-

ficiência visual.

Integrado à Rede Nacional de Comunicação entre Portadores de Deficiências (Rende), o projeto conta com o *software* Dosvox, concebido pelo professor José An-

tônio Borges, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, a partir da adaptação de um micro a um sintetizador de voz. As teclas do computador emitem sons, permitindo, entre outras tarefas, a leitura de informações e a edição de textos. Ou seja, o computador 'fala', possibilitando a quem não enxerga contato com o mundo informatizado. A Rende é gerenciada pela Coordenadoria de Coor-

peração e Atividades Especiais (Cecae), da USP, e o projeto está ligado a outras instituições que trabalham com deficiências. "Via Internet, os usuários podem conectar a central na USP e mais nove instituições associadas", diz Eduardo Barbosa, vice-coordenador da Cecae.

Outra novidade do projeto é o convênio firmado com a Agência Estado, que permite aos deficientes acessar gratuitamente o informativo Newspaper e o Pacote Semanal, resumo das notícias mais importantes da semana divulgadas pela própria Agência e pelos jornais O Estado de S. Paulo e Jornal da Tarde. As informações podem ser obtidas pela audição em multimídia ou pela impressão em Braille, via computador. Outra parceria importante com a Agência Estado é o trabalho desenvolvido com o 'Estadão na Escola', que permite intercâmbio direto entre alunos e professores e o acesso a uma base de dados de mais de seis mil textos. A cada seis

jvaponte@rende.cecae.usp.br

A rede também oferece seus serviços através da Internet.

meses, um tablôide, o Zap, é produzido com textos e ilustrações dos alunos envolvidos.

Além de sua importância social, o programa é também instigante por combinar soluções tecnológicas nacionais, inventivas e baratas. A adaptação da impressora para imprimir em Braille foi desenvolvida pelo deficiente visual Roberto Almeida, que trabalha com análise de dados num banco privado em São Paulo. Pelo velho método da tentativa e erro e contando com a ajuda de um colega de profissão, o analista descobriu que, acoplado a uma impressora matricial, um pedaço de borracha de câmara de ar pode ser empregado para imprimir caracteres em Braille.

"Para usar o programa, o usuário não precisa de equipamentos sofisticados", diz Paulo de Tarso Soares, analista de suporte da Rende. Além do computador, que pode ser

até mesmo um simples 286, e do modem, ele deve ter um kit composto por sintetizador, fitas-cassete, fone de ouvido e o *software* Dosvox. Para as pessoas com deficiência parcial de visão, o sistema conta também com amplificador de tela.

José Valter da Ponte, gerente da Rende, diz que um serviço como o Dosvox é importante também por integrar as pessoas, tornando-as iguais e tirando-as do isolamento. "A máquina contribui para eliminar as barreiras do preconceito em relação às deficiências e permite, com os recursos da Internet, que os deficientes se comuniquem com o resto do mundo", ressalta Ponte.

A base de informações do sistema, cobrindo todas as áreas de deficiências, conta hoje com mais de três mil registros bibliográficos, com localizadores, index por pa-

lavras-chaves e resumo. As publicações estão em português, espanhol, francês e inglês. Centenas de endereços eletrônicos na Internet também estão mapeados, o que permite realizar pesquisas sobre qualquer tipo de deficiência. Entre os novos projetos da Rende está a edição de um catálogo com obras em Braille, preenchendo uma lacuna no país: a pequena produção de livros para primeiro e segundo graus nesse alfabeto. Com o Dosvox, qualquer deficiente pode também acessar a BBS-Ciência Hoje, com três mil arquivos de ciência, ou outra BBS que funcione em sistema não-gráfico (Dos, Unix).

Depois da fase experimental, a Rende busca agora patrocínio para manter o serviço à disposição dos usuários e ampliar o atendimento ao restante do país. Os contatos com a Rende podem ser feitos através dos telefones (011) 818-4155/ 818-4370.

Itamar Cavalcante
Ciência Hoje/São Paulo.

ASSINE PARA VOCÊ E PARA SEU AMIGO O JORNAL DA CIÊNCIA HOJE

Um presente que é um sistema de vigilância da ciência no Brasil durante o ano todo.

PARA ASSINAR O JORNAL DA CIÊNCIA HOJE

- O SIVAM BRASILEIRO DA NOSSA C&T -

É SÓ DISCAR (021) 295-4846/270-0548.

SE VOCÊ QUISER PAGAR COM CARTÃO DE

CRÉDITO, USE O CUPOM AO LADO.

**JCH - O preço da ciência no Brasil
é a eterna vigilância.**

Claro, quero assinar o *Jornal da Ciência Hoje* - assinatura anual - por apenas R\$ 48,00!

Nome: _____

Endereço: _____

Cidade: _____ **CEP:** _____

UF: _____ **Fone:** _____ **Fax:** _____

Tire uma xerox deste cupom e mande para o JCH, com cheque nominal à SBPC. Endereço do JCH:

**Av. Venceslau Brás, 71, Fundos, Casa 27, Botafogo
CEP 22.290-140, Rio de Janeiro, RJ.**

SOFTWARE OTIMIZA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL

Parceria universidade-empresa cria sistema modelador que torna destilarias mais eficientes

A necessidade de produzir álcool com maior eficiência, de forma a tornar esse combustível mais competitivo no mercado, vem estimulando muitas pesquisas nas áreas da cultura de cana-de-açúcar e dos processos industriais do setor. Além dos ganhos trazidos por novas e melhores variedades da planta ou por equipamentos mais produtivos, outra alternativa de aperfeiçoamento está na otimização dos próprios processos de produção, nas destilarias de álcool espalhadas pelo país. Essa otimização é o objetivo das pesquisas desenvolvidas no Laboratório do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O álcool etílico produzido nas usinas brasileiras era considerado um subproduto da fabricação do açúcar até 1975, quando foi oficialmente criado o Programa Nacional do Alcool (Proálcool). O objetivo principal do Programa era incentivar a ampliação das unidades industriais existentes e a instalação de destilarias autônomas, para atingir uma capacidade de produção que viabilizasse, no país, a utilização do álcool como combustível alternativo, para substituir, principalmente, a gasolina derivada do petróleo. A

então crise mundial do petróleo, a disponibilidade de terras cultiváveis para a cana-de-açúcar e a existência de uma infra-estrutura de produção de etanol por fermentação permitiram a viabilização do projeto.

Segundo dados dos ministérios de Indústria e Comércio e da Agricultura, e da Comissão Executiva Nacional do Alcool (Cenal), o país saltou da produção de 600 milhões de litros de álcool por safra, quando da criação do

Proálcool, para a produção de 16 bilhões de litros em 1985. A partir daí, com a queda dos preços do petróleo e de seus derivados, a produção caiu para 11 bilhões em 1990 e para 12,6 bilhões de litros na safra de 1995, nas 346 usinas existentes hoje no país. O fim do estímulo proporcionado pelos altos preços do petróleo teve como contrapartida a crescente preocupação mundial com o uso de combustíveis não-poluentes, levando o Programa do Alcool

a uma nova fase, norteadada pelo aperfeiçoamento tecnológico dos vários setores envolvidos, para aumentar a produtividade agrícola

e industrial e reduzir os custos de produção, tornando o álcool mais competitivo.

Por outro lado, o aumento dos preços internacionais do açúcar e a maior participação no mercado mundial dos produtores nacionais elevou a produção de açúcar de sete milhões de toneladas em 1990 para 11,6 milhões em 1995. No setor agrícola, novas variedades de cana-de-açúcar (mais ricas em caldo), espécies mais adequadas a cada região e novas técnicas de adubação e combate às pragas têm reduzido os custos da matéria-prima nos últimos 10 anos. Em paralelo, o aproveitamento de subprodutos como o bagaço, a vinhaça e o gás carbônico, tornando a maioria das usinas auto-suficientes em energia (algumas até comercializam o excesso de sua fonte energética), também contribuiu para reduzir os custos de produção do álcool.

Todos esses fatores – redução do custo de matérias-primas, produção alternativa de açúcar ou álcool e aproveitamento alternativo de subprodutos – indicam um potencial do uso de técnicas e sis-

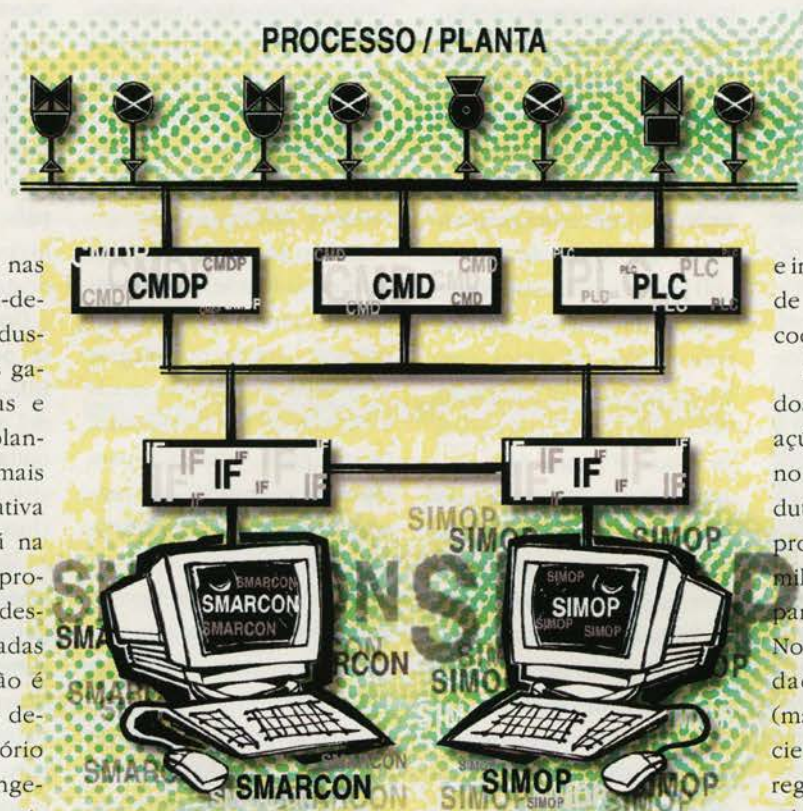


Figura 1. Esquema do sistema de comunicação integrado entre os instrumentos de planta, controladores, interfaces e microcomputadores dos sistemas supervisório e modelador-otimizador.

temas de otimização para adequar as condições industriais dos processos de produção às necessidades dinâmicas de um mercado cada vez mais competitivo. Uma das ferramentas informatizadas básicas para aplicação de técnicas de otimização, aliando índices econômicos a critérios técnicos de produtividade e eficiência, são os modelos-simuladores que representam os vários setores do processo de produção industrial.

Tendo como objetivo básico desenvolver um *software* de simulação e otimização, o grupo de instrumentação e controle do Laboratório do Departamento de Engenharia Química (LADEQ), da Escola de Química da UFRJ, realizou, em planta-piloto, um projeto pioneiro de tecnologia de ponta. Esse *software*, denominado SIMOP, foi criado para operar de maneira integrada ao *software* supervisor de um sistema digital de controle distribuído (SDCD), utilizado no gerenciamento da monitoração e controle automático das operações de equipamentos industriais. O *software* supervisor, parte integrante dos SDCD, está por sua vez em comunicação direta com os medidores e transmissores instalados nos equipamentos da planta industrial para monitoração digital contínua das condições de operação (como temperaturas, volumes e pressões), e também com as válvulas que permitem aos controladores efetuarem correções, a partir de uma sala de controle.

Uma associação direta uni-

versidade-empresa permitiu realizar a integração do sistema modelador-otimizador desenvolvido na Escola de Química da UFRJ com o sistema supervisor Smarcon, produzido pela empresa SMAR Equipamentos Industriais Ltda., de Sertãozinho (SP), fornecedora de instrumentos transmissores inteligentes, controladores multi-malhas e *softwares* de supervisão de automação de plantas industriais. Toda a comunicação entre o *hardware* envolvido – instrumentos de planta, controladores, micro-computador de supervisão e gerenciamento e microcomputador de modelo e otimização, com as interfaces apropriadas para sua compatibilidade (figura 1) – foi desenvolvido em trabalho conjunto e integrado entre a Escola de Química e a SMAR. O trabalho contou com o apoio do Subprograma de Instrumentação do Programa de Apoio do Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (PADCT), do Ministério da Ciência e da Tecnologia,

através da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e por gestão da Fundação Bio-Rio.

Nos últimos 10 anos, o grupo de instrumentação e controle da Escola de Química da UFRJ empenhou-se numa linha de pesquisa aplicada e coordenada nas áreas de instrumentação industrial, simulação e modelagem, controle e automação de processos. Esse trabalho inclui desde o desenvolvimento de sensores-transmissores especiais a aplicativos de sistemas de simulação e controle digital para processos e operações típicas de engenharia química. A empresa SMAR também tem longa tradição em pesquisa e desenvolvimento, apostando sempre na 'tecnologia do futuro'. Fundada em 1974, dentro do segmento de açúcar e álcool, desde então desenvolve tecnologia de ponta em automação para o setor. Hoje, a empresa é líder no fornecimento de controles automáticos para usinas de açúcar e álcool, com mais de 60% do mercado, e exporta

suas soluções e produtos para 62 países.

A versão atual do sistema SIMOP, integrado à supervisão e controle de uma planta industrial, apresenta características de atuação dentro de uma concepção de interface amigável para o engenheiro de processo e engenheiro de controle (figura 2), que precisa decidir quais as condições mais economicamente efetivas ao selecionar e especificar as variáveis a serem otimizadas, de acordo com as matérias-primas, a energia disponível e os preços e custos de produtos e subprodutos. Assim, a participação e interferência do homem-operador torna-se cada vez mais ativa e decisória, em lugar do papel supostamente passivo, ou até desnecessário, que acredita-se hoje ser a consequência direta da maior automação dos processos.

O sistema foi desenvolvido como um aplicativo direto para uma planta de produção de álcool hidratado industrial e necessita, para sua instalação e execução, de uma fase

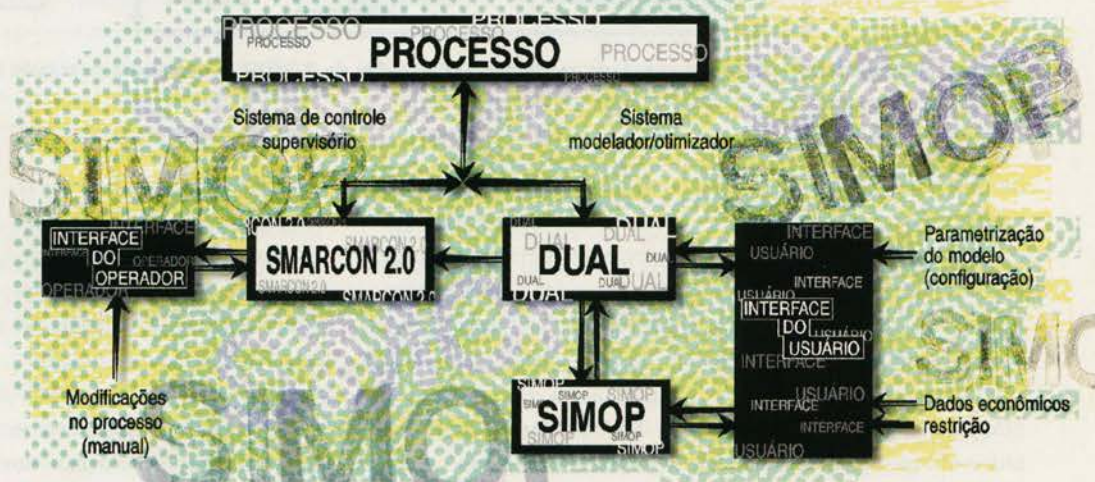


Figura 2. Esquema representativo da concepção de interface amigável para o usuário do sistema integrado SIMOP.

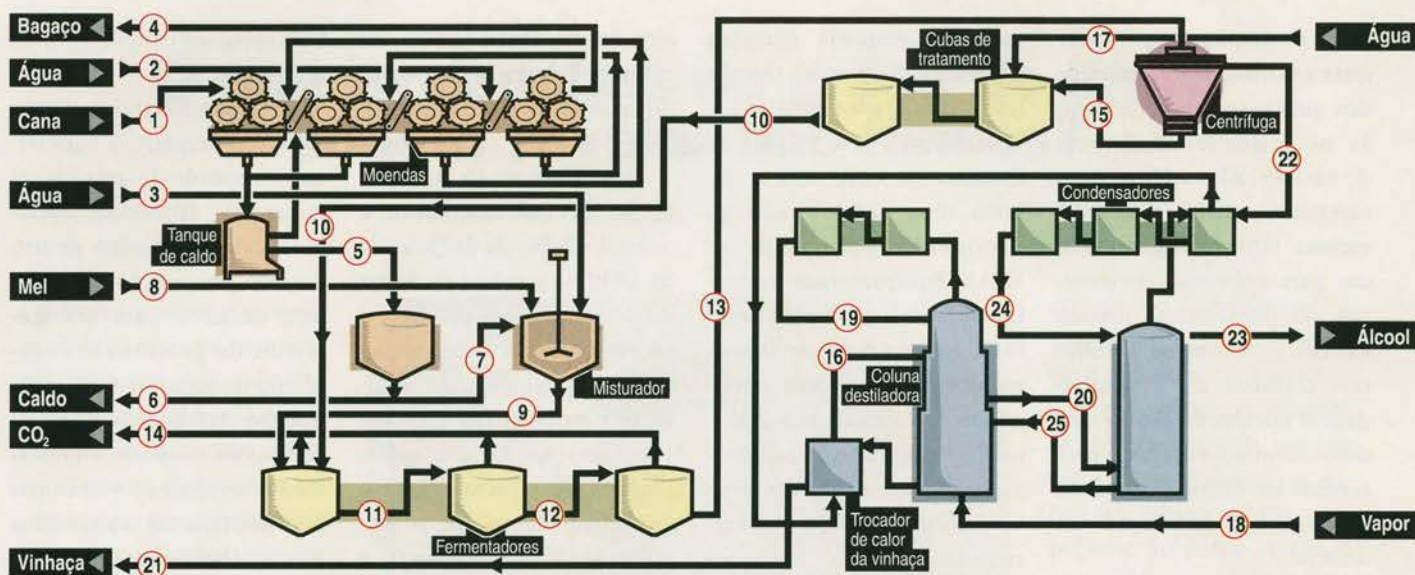


Figura 3. Fluxograma típico do processo de produção de álcool hidratado a partir de cana-de-açúcar de uma usina-destilaria industrial.

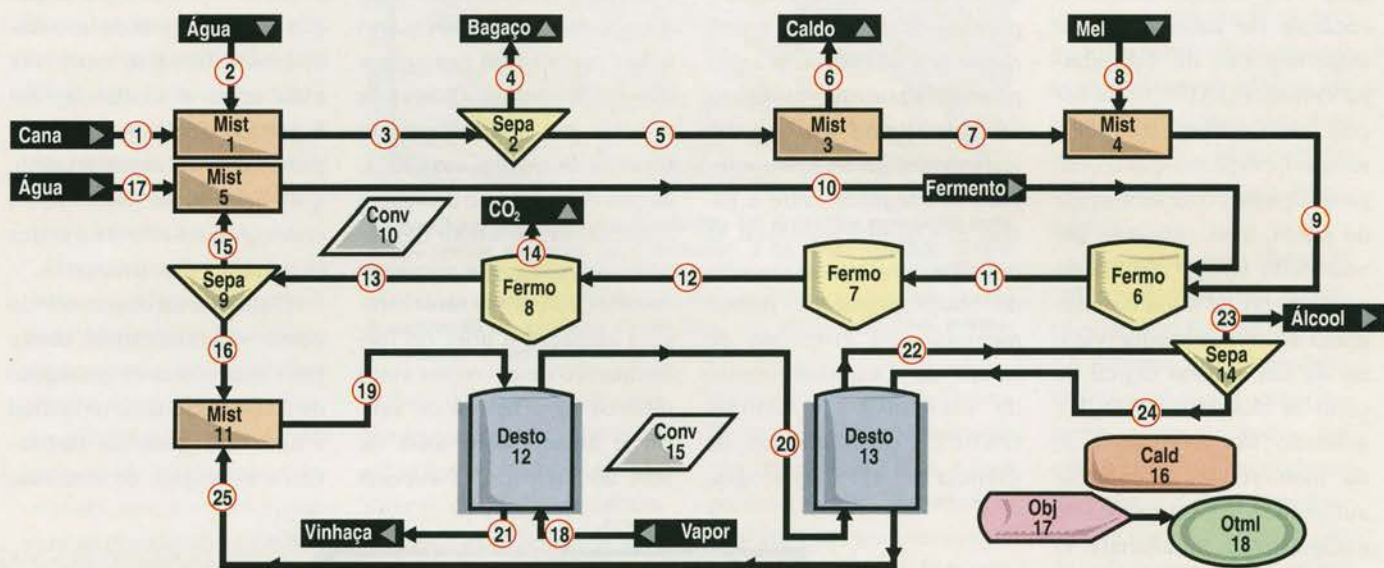


Figura 4. Fluxograma do sistema simulado modelador-otimizador do SIMOP para a usina-destilaria de álcool.

de projeto e configuração, de modo a adequar e ajustar os modelos de simulação aos equipamentos e operações de uma determinada planta industrial. Nessa etapa de projeto e 'customização' do SIMOP configura-se um 'simulador-cliente', que representa o fluxograma do processo de produção, passando a ser

o sistema básico onde poderão ser avaliadas várias alternativas de operação e otimização desejadas pelo usuário, conforme mostrado num estudo de caso de uma destilaria (figuras 3 e 4).

Em trabalho integrado universidade-empresas, e com participação direta de técnicos das várias entidades en-

volvidas, o sistema está atualmente sendo levado para testes de campo – com a participação da empresa Qcontrol Sistemas e Automação Ltda., do Rio de Janeiro (RJ) – em destilaria do grupo Açúcar Guarani, que demonstrou interesse na aplicação do SIMOP. Tais testes permitirão explorar o potencial do siste-

ma através do ajuste e adequação à situação real de uma planta industrial.

Belkis Valdman
Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, LIC-LADEQ.

Paulo Saturnino Lorenzato
SMAR Equipamentos Industriais Ltda., Sertãozinho (SP).

DA UVA À PASSA

Experimentos mostram eficiência de pré-tratamentos no processo de secagem

Cresce no Brasil o cultivo de variedades de uvas de mesa. O Rio Grande do Sul é o estado com maior tradição na viticultura. Em São Paulo, Paraná e no vale do São Francisco, o plantio de parreiras tem sido estimulado, sobretudo por seu forte impacto social. Cada hectare cultivado com uvas emprega de duas a três pessoas fixas e, em época de poda concentrada, mais dois ou três trabalhadores adicionais. Além de gerar empregos, a produção de uvas de mesa (figura 1) proporciona ao agricultor um lucro que pode ser bem superior ao de culturas mais tradicionais, como a soja, o milho, o feijão.

Outro aspecto positivo da viticultura é a grande variedade de produtos obtidos a partir da fruta, muitas vezes pelo próprio agricultor, incrementando ainda mais a renda da propriedade. Entre os vinhos, geléias e sucos, destacam-se as uvas desidratadas



— as conhecidas passas —, muito valorizadas como ingrediente para a confecção de pães, bolos e de alimentos matinais, tipo granola.

A secagem do excedente da produção de uvas, ou mesmo das que não atendam às exigências de qualidade para consumo de mesa (tamanho, coloração, bagas desgarradas

do cacho) pode ser boa alternativa para os produtores nacionais, que certamente encontrariam mercado para as passas, porque praticamente toda a uva-passa consumida no Brasil é importada da Califórnia (responsável por cerca de 50% da produção mundial), da Argentina e do Chile.

Embora a maior parte da

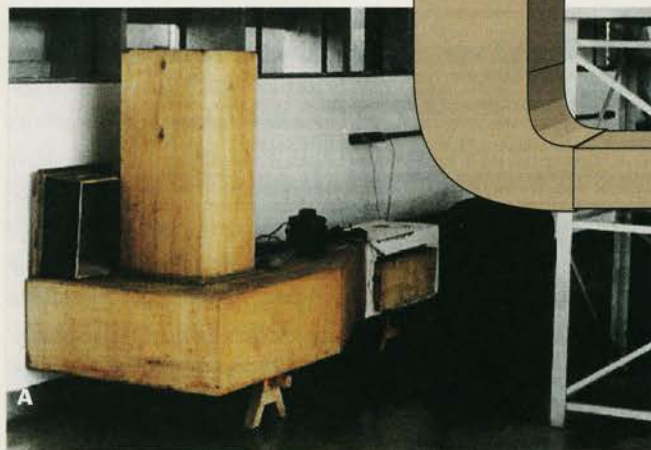
produção brasileira de uvas de mesa seja das variedades Rubi e Itália, que contêm sementes, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), através da Estação Experimental de Jales (SP) e do Centro Nacional de Pesquisa da Uva e do Vinho (CNPUV), de Bento Gonçalves (RS), vem trabalhando no desenvolvimento de novas variedades e na adaptação de variedades estrangeiras de uvas sem sementes, que atingem preços superiores para o consumo de mesa e são mais apropriadas para a produção de passas.

O comércio de frutas desidratadas já era feito em volumes consideráveis na época das antigas civilizações que habitavam o Oriente Médio, mas a produção de uvas-passas em quantidade satisfatória era prejudicada pelos longos períodos exigidos para a secagem. No entanto, há mais de dois mil anos, descobriu-



Figura 1. Cultivo de uvas das variedades Rubi (à esquerda) e Itália, em vinhedos de Jales (SP).

se que as taxas de secagem podiam ser aumentadas se as uvas fossem tratadas com uma mistura de cinzas e azeite de oliva. Os romanos adotaram esse método, descrito no ano



60 a.C. por Lucea Junius Moderatus Columella.

Variações dessa técnica são até hoje utilizadas nos países produtores de passas. A finalidade é remover ou destruir a fina camada de cera que recobre a casca da fruta e forma uma proteção natural contra a perda de água e o ataque de micróbios. Essa barreira natural, tão útil na preservação das uvas destinadas ao consumo *in natura*, torna-se um problema quando

o objetivo é a secagem para produção de passas, devendo ser eliminada previamente com tratamentos químicos.

As modalidades mais comuns de tratamento consistem em mergulhar as frutas em solução de hidróxido de sódio (lixívia) ou emulsões de óleo em soluções alcalinas. Na Austrália, vem sendo usado um pré-tratamento baseado na imersão da fruta em emulsões diluídas de azeite em soluções alcalinas. A fase

oleosa é constituída sobretudo por ésteres etílicos de ácidos graxos saturados, ésteres de ácido oléico e ácido oléico livre, sendo o oleato de etila um dos componentes mais ativos. Há controvérsias sobre o mecanismo de ação desse tratamento. Alguns pesquisadores acreditam na eliminação da película cerosa, enquanto outros afirmam que essa película sofre apenas uma modificação química, tornando-se mais hidrofílica (permeável à água). Em outros países, as uvas são imersas em soluções diluídas de soda cáustica quente. Esse pré-tratamento tem a desvantagem de causar fissuras na

casca, por onde pode haver perda de suco açucarado, o que dá aspecto pegajoso, não desejável, às passas.

Motivados pelo interesse de produtores de uvas de mesa Rubi e Itália da região de Jales, pesquisadores do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual Paulista (UNESP), do campus de São José do Rio Preto, deram início a um projeto visando o desenvolvimento de tecnologia para a produção de passas a partir de uvas dessas variedades. Na primeira etapa, estudou-se a influência de diversos pré-tratamentos químicos na velocidade de seca-

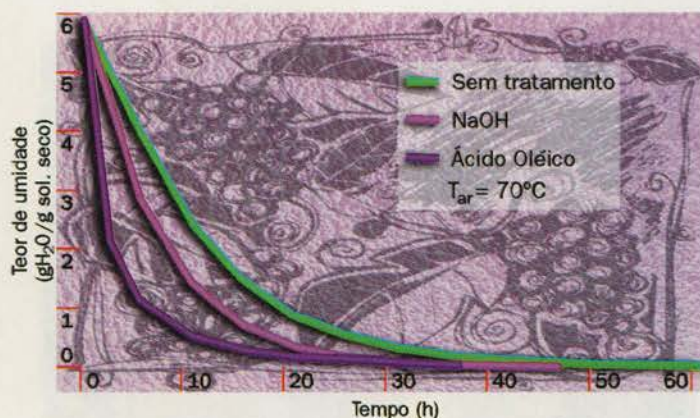
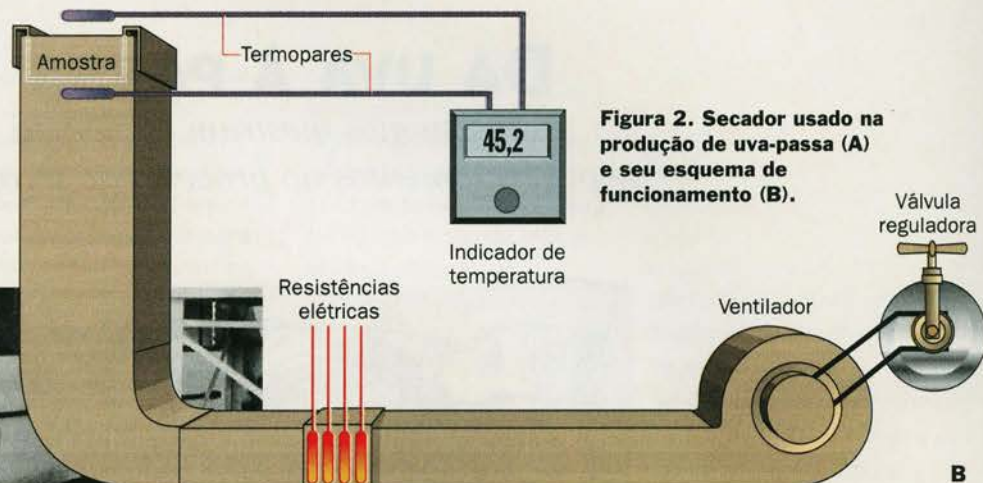


Figura 3. Variação do teor de umidade (B.S.) em função do tempo de secagem de uvas Rubi a 70°C.

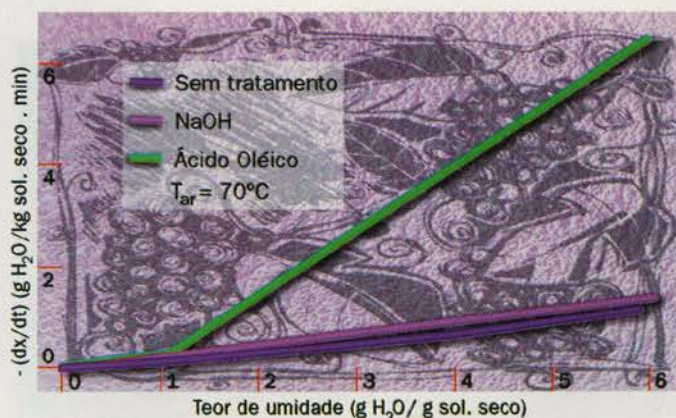


Figura 4. Velocidade de secagem das uvas Rubi a 70°C.

gem de uvas Rubi e Itália (neste artigo apresentamos apenas os resultados referentes à variedade Rubi).

Os experimentos foram feitos com uvas das colheitas realizadas nos meses de junho, julho e agosto de 1995 em Jales. No intervalo entre a colheita e a realização dos experimentos, as uvas foram conservadas em câmara frigorífica a 7°C.

O agente ativo testado no pré-tratamento químico foi o ácido oléico ($C_{20}H_{38}O_2$), em concentração de 2%, diluído sob intensa agitação mecânica em soluções alcalinas (1% de NaOH). Também foi empregada uma solução de 1,5% de NaOH, sem adição de ácido oléico. As frutas foram imersas durante 30 segundos em uma ou em outra emulsão. Os efeitos desse pré-tratamento foram observados através da determinação das curvas de secagem, obtidas por pesagens periódicas ao longo do processo de desidratação. Para efeito de comparação, também foi determinada a curva de secagem das uvas sem qualquer pré-tratamento.

Os testes de secagem foram realizados em um secador de leito estático (figura 2), que consiste de uma coluna com 1,02 m de altura, de secção quadrada, com lado

de 40 cm, que pode ser dividida em duas ou em quatro partes, e um ventilador centrífugo, ligado a um motor elétrico monofásico de 220 V, 1/3 HP e 1.750 rpm. O controle da vazão é feito através de uma válvula que bloqueia parcialmente a sucção do ventilador. Este é ligado ao leito por um duto retangular. O sistema de aquecimento do ar é composto por oito resistências elétricas independentes, instaladas no interior do duto, pouco antes da curva de 90° que antecede a entrada do leito. As resistências são de fio de níquel-cromo de resistividade 2,122 ohm/m. Para aquecer o ar numa vazão fixa, ligam-se sete resistências diretamente na fonte de 110 V ou de 220 V, dependendo da temperatura desejada e da vazão do ar, enquanto a última é ligada a um variador de voltagem, tipo Variac, permitindo um ajuste fino da temperatura. A parede do secador é isolada com isopor desde esse ponto até o leito metálico.

O secador tem um sistema para medir a temperatura e outro para medir a pressão. O primeiro é composto por dois termopares de cobre-constantan número 24, ligados a um indicador de temperatura digital. Um termopar é ligado logo abaixo da amos-

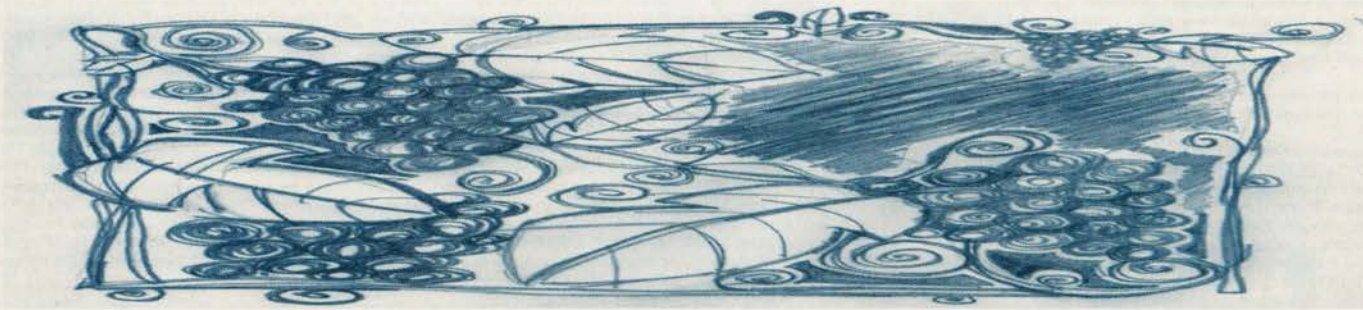
tra para que se obtenha a temperatura do ar de secagem na entrada da bandeja. O outro é instalado a 2,5 cm acima da amostra fornecendo, portanto, a temperatura de saída do ar de secagem. O conjunto termopar-indicador foi calibrado em banho d'água, com termômetro-padrão. O sistema de medida de pressão consiste de tomadas piezométricas localizadas imediatamente abaixo e acima do leito.

As curvas de secagem experimentais de uvas Rubi submetidas aos diferentes pré-tratamentos, obtidas com o ar a 70°C (figura 3), demonstram que a emulsão de ácido oléico combinado com NaOH é mais eficiente para a aceleração da secagem do que a utilização do NaOH puro. Em relação às uvas sem pré-tratamento, o tempo necessário para atingir um teor de umidade em torno de 12% é reduzido de 61 para 36 horas quando as uvas são imersas na emulsão de ácido oléico antes da secagem.

A figura 4 apresenta as taxas de secagem em função do teor de umidade para uvas Rubi desidratadas com ar a 70°C. Observa-se que, nas condições estudadas, não existe o período de taxa constante, no qual a umidade re-

movida da superfície do sólido é constantemente substituída pela migração de água de seu interior. Desde o início, o processo se encontra no período de taxas decrescentes, indicando que a secagem é controlada pela difusão da água no interior da fruta. Um ponto a ser destacado é que a imersão em ácido oléico provoca o aparecimento de dois períodos de secagem, com cinéticas distintas: taxa de secagem bastante elevada no início do processo e, no final, taxas menores e muito semelhantes às apresentadas pelos outros pré-tratamentos. Isso indica a existência de dois mecanismos de secagem: o primeiro relacionado à perda de umidade superficial, e o segundo envolvendo a difusão da água nas camadas mais profundas dos frutos. Assim, o ácido oléico estaria facilitando a saída da umidade superficial, mas não teria efeito algum sobre a estrutura interna do material. Comparadas com amostras comerciais, as passas produzidas em Jales apresentaram ótima qualidade, tanto de sabor, como de cor e odor.

Javier Telis Romero
Departamento de Engenharia e
Tecnologia de Alimentos, UNESP.



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 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Ennio Candotti (Departamento de Física do CCE/UFES), Ronald Cintra Shellard (Departamento de Física/PUC-RJ e CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRJ).

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Cilene Vieira e Maria Elisa da Costa Santos (produção).

Redação: Maria Inez Duque Estrada e Ricardo Menandro (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzeig (internacional); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

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

Info-CH (Departamento de Informática e Multimídia): Ildeu de Castro Moreira (editor científico-Instituto de Física/UFRJ), Marcelo Quintelas Lopes (DocMaster CH on-line/SysOp CH-BBS), Rodolfo Patrocínio dos Santos (auxiliar técnico). CH-BBS: (021) 295-6198. CH on-line: <http://www.ciencia.org.br>

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A. Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuza L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

Assinatura e Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo, Márcio de Souza, Delson Freitas, Eliomar G. Santana, Sérgio L. P. Pessoa, Márcia Cristina G. da Silva.

Colaboraram neste número: Angela Vianna e Suely Spiguel (edição de texto); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão);

Luiz Fernando P. Dias (análise de sistemas); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Física/Unicamp), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weyffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moyses Nussenzeig (Instituto de Física/UFRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchate Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado (coordenação científica), Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Souza Muniz - CH-mg@icb.ufmg.br (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, telefax.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax.: (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, telefax.: (081) 453-2676.

Sucursal Salvador: Caio Mário Castro de Castilho (coordenação científica), tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592. E-mail sbpc@ufba-br. Rudiger Ludemann (Projeto Nordeste), tel.: (071) 961-6024, telefax: (071) 379-5445. Marta Cury Maia (estagiária), Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador/BA.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof.

Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: **Porto Alegre:** Ludwig Buckup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

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

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

Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 64,50.

Fotolito: Studio Portinari Matrízes Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Departamento Comercial: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, telefax: (011) 258-8963. Diretor Nacional de Comercialização: Ricardo Madeira. Contato de Publicidade/São Paulo: Marcos Martins. Supervisora de Operações Comerciais: Sandra Soares. Representante/Brasília: Deusa Ribeiro, tels.: (061) 577-3494/989-3478, fax: (061) 273-4780. Representante/NE: (Projeto Nordeste), telefax: (071) 379-5445 e tel.: (071) 961-6024. Representante/Rio Grande do Sul: Avremiro Zimmermann, telefax.: (051) 221-4538/221-7611.

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO

Programa de Apoio a Publicações Científicas

MCT

CNPq

FINEP

INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem com 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 francaçada 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* (1986).

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

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Caixa Postal 36, CEP: 69908-970, Rio Branco-AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). **MA** - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - SL, Prédio do CEB (velho). CEP: 65080-040, São Luís - MA. Tel.: (098) 217-8183. Fax: 217-8702 (Maria Marlúcia Ferreira Correia). **RO** - Rua Pe. Agostinho, casa 13 Qd. 20, Conj. Santo Antônio - C.P. 460, CEP: 78904-420, Porto Velho-RO. UFRO - Depto. de Educação Física, Campus Universitário

- BR 364, Km 9,5. Tel.: (069) 221-9408. Fax: (069) 216-8506 A/C Carmem (Célio José Borges). **AM** - Depto. Ciências Pesqueiras/Faculdades de Ciências Agrárias/Universidade do Amazonas. Cep: 69077-000, Manaus-AM (Vandick da Silva Batista). **BA** - Faculdade de Medicina/UFBA, Rua João Botas, s/n. Cep: 40110-160, Salvador-BA (Edgar Marcelino de Carvalho Filho). **CE** - Rua D. Jerônimo, 339/503/Otávio Bonfim. Cep: 60011-170, Fortaleza-CE (Ronald de Albuquerque Ribeiro). **PB** - Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, Bela Vista. Cep: 58108-670, Campina Grande-PB. Rua Cardoso Vieira, 234. Cep: 58108-050, Campina Grande-PB. Tel.: (083) 321-1877. Fax: (083) 321-5406 (Elizabeth Cristina de Araújo). **SE** - Av. Francisco Moreira, 650/103/Edifício Port Spain. Cep: 49020-120, Aracaju-SE. UFSE/Campus Universitário/Jardim Rosa Elze. Cep: 49000-000, Aracaju-SE. Tel.: (079) 241-2848, r. 335. Fax: 241-3995 (Antonio Ponciano Bezerra). **DF** - SQN 107, Bl. H - ap. 503, Asa Norte. Cep: 70743-080, Brasília-DF. Tel.: (061) 272-1663/274-0570 (Carlos Block Jr.). **MG** - R. Senhora das Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Síntese Fármacos. R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031)371-2077, r. 280. Fax: (031)3322534. (Maria Mercedes V. Guerra Amaral). **GO** - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131, Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mals@pequi.ufg.br (Marco Antonio Sperber Leite). **MT** - Rua Antonio Maria, 444/Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/Herbário Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). **ES** - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberger). **RJ** - CBPF - LAFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel.: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). **SP** (subárea I) - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros.

Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luís Carlos Gomes Simões). **SP** (subárea II) - Depto. Ciência Tecnol. Agro-industrial/ESALQ, Av. Pádua Dias, 11.C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luís Gonzaga do Prado Filho). **Botucatu (seccional)** - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dértia Villalba Freire-Maia). **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mut-ton). **MS** - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). **PR** - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba - PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). **Marin-gá (seccional)** - Depto. de Biologia Celular e Genética/UEMaringá, Av. Colombo, 3.690. Cep: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). **RS** - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giuglian@dpx1.hcpc.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andrades, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Viana, 611. Cep: 11330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Inajá Félix Carvalho). **Rio Grande (seccional)** - FURG/DECLA/Campus Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decsrio@super.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Siro Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica /CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).



4ª Reunião Especial da SBPC

"Semi-árido: no terceiro milênio, ainda um desafio"

XI Jornada Universitária da UEFES

24 a 28 de novembro de 1996

FEIRA DE SANTANA-BA / CAMPUS DA UEFES



GOVERNO
DA BAHIA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

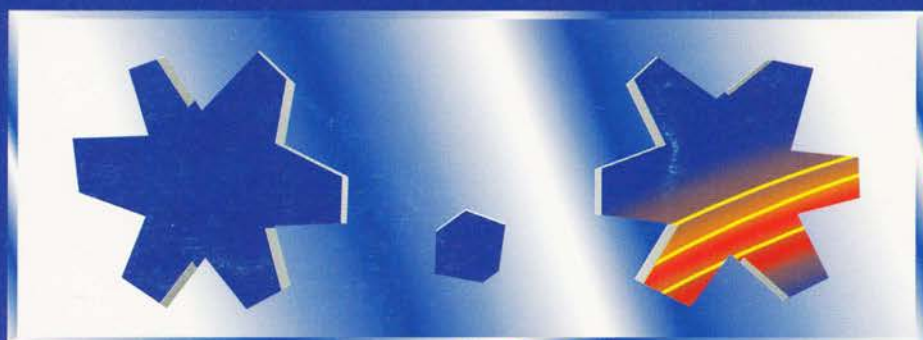


CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO



VARIG

DIALDATA



S Y S T E M S



**Dialdata Internet,
seu melhor acesso
à informação**

DIALDATA INTERNET

O mais dinâmico provedor de acesso, informações e serviços Internet do país.

Coloque a Home Page de sua empresa na Internet via DIALDATA.

Faça já negócios on-line através do único site seguro do país, o do DIALDATA.

Fale conosco para resolver seus problemas de comunicação.

Conheça outras soluções que a Dialdata Systems dispõe para você:



Dialdata On-line
Sua opção de
acesso a Internet
via BBS gráfico.



Conversor de
protocolo para
correio eletrônico,
tais como
CC Mail, Notes, etc.



Soluções em
conexão da
sua rede a
Internet.



<http://www.dialdata.com.br>

Internet Modem:

14.400bps 820.3777

28.800bps 828.9577

Rua Bandeira Paulista, 716 cj.13/14

Cep.0453 002 Itaim, São Paulo

Tel. 829.4731 Fax. 822.4588