

CONFERÊNCIA
E DEPOIS?

ISSN 0101-8515

CIÊNCIA HOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

Vol. 2 N.º 9 Novembro/Dezembro de 1983 Cr\$ 1.300,00

MILHO: A FORÇA DO HÍBRIDO



SB
PC

Glauco R. Viegas 1983

CONTROLE DE A MAIS DURA DE



5 milhões de m², 8 km de asfalto, 40 km de pistas de terra, 2 km de pistas especiais, 2 km de pista de pedregulho, 2 km de pista de areia, teste de corrosão, barreira de impacto, câmara fria e laboratórios.



Laboratório para teste de consumo de combustível e emissões de poluentes.



Câmara de umidade com 100% de umidade a 50°C, com duração de 22,5 horas por dia, durante 100 dias.

QUALIDADE FORD. TODAS AS PROVAS.



Pista de lama salgada - teste de corrosão acelerada.



Pista de pedras desalinhadas - teste de resistência da carroceria.



Pista de alta velocidade - teste de performance e economia.

A 148 quilômetros de São Paulo, no município de Tatui, encontra-se a mais moderna pista de provas da América Latina. Sua função? Testar, testar e testar todo carro que leva o nome Ford de batismo.

Testar até as últimas consequências. Testar até quando tudo estiver aprovado. Porque, afinal, quem deve testar o carro é a fábrica e não o consumidor.

Melhorar a qualidade Ford é um processo que nunca termina.

Todos os dias do ano, 24 horas por dia, lá estão na pista de provas de Tatui o Corcel II, a Belina, o Del Rey, o Scala, o Pampa e o Ford Escort. Submetidos a testes de todos os tipos juntamente com caminhões e tratores. Não só os veículos. Partes deles também.

Os testes incluem todos os suplicios possíveis. Estradas sem pavimentação, com pedregulhos soltos. Banhos de água salgada numa pista com características de uma estrada junto ao mar.

Chuva de água salgada altamente corrosiva. Névoa salina. Banho de lama salgada. Pista molhada com água salgada, simulando o que acontece em auto-estradas de países do hemisfério norte.

Estrada de terra, empoeirada, para que a lama salgada endureça sob a caixa de rodas, o assoalho, a suspensão, as molas, o eixo, os amortecedores, o conjunto da direção e as rodas.

Depois, o veículo entra numa cabine com 100% de teor de umidade, a 50°C, onde permanece durante vinte e duas horas e meia por dia, incluindo sábados, domingos e até feriados. Este ciclo de testes se repete 60 vezes, durante 3 meses, para cada carro.

Dos testes à realidade do dia-a-dia

A Ford não economiza sofrimento para os seus carros. Os testes reproduzem as condições dos calçamentos comuns, das estradas esburacadas, do asfalto seco e molhado, das rampas mais desafiadoras. Avalia-se a aceleração, a velocidade, a retomada de velocidade, os espaços de freagem, a visibilidade. Não escapa nada. Depois de tudo, o carro vai para a câmara de gás.

É o teste de laboratório em que são analisados os gases expelidos pelo escapamento e consumo de combustível.

Como se não bastasse, um impacto: a 50 km por hora ele é lançado de frente contra uma barreira de 200 toneladas.

Qualidade. Um compromisso permanente da Ford

Este carro vai servir de exemplo. Todos os que saírem da linha de montagem da Ford estarão aptos para enfrentar a vida em qualquer lugar do mundo.

Todo este tratamento de choque é feito exclusivamente em função de vantagens e melhoramentos que o consumidor recebe em cada modelo novo de cada ano. Melhoramentos na segurança, no conforto, na economia, na durabilidade, no rodar macio.

A Ford utiliza em Tatui, como em São Bernardo do Campo, a mais avançada tecnologia disponível hoje no Japão, Estados Unidos e Europa.

Por tudo isto, a natural liderança da Ford no campo tecnológico, na confiabilidade dos seus produtos, no elevado padrão de qualidade que coloca em seus veículos.

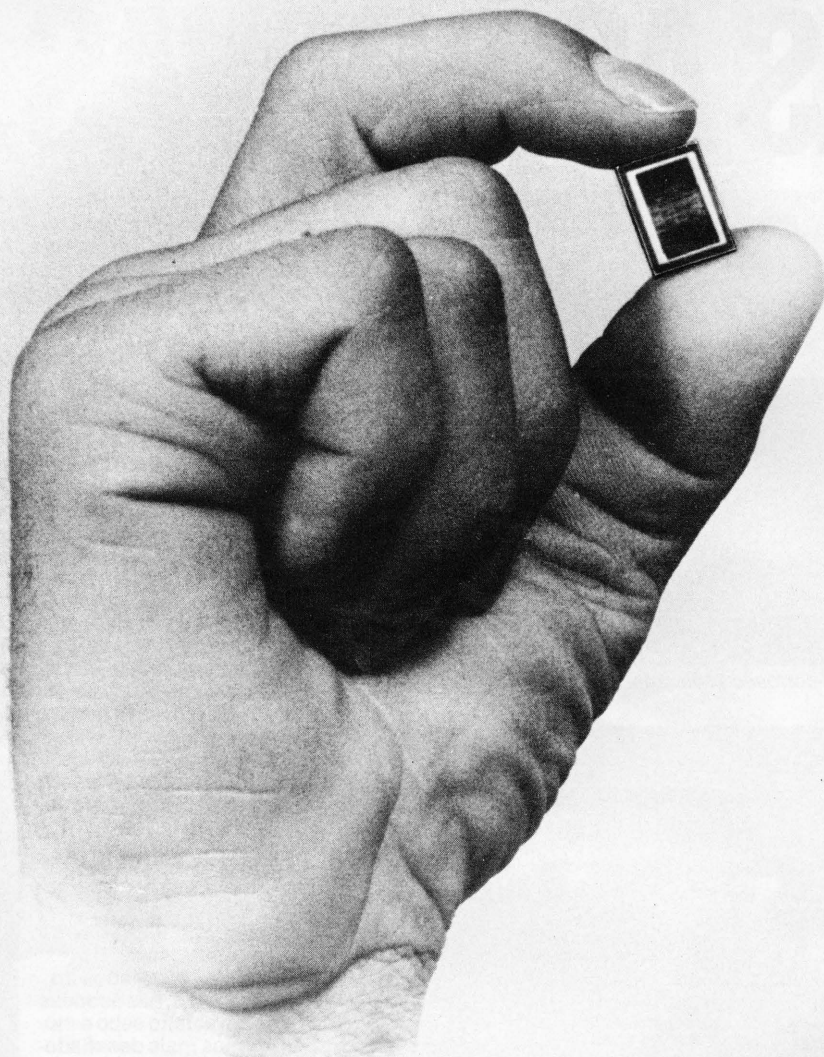


60 pilotos equipados testam os
veículos Ford 24 horas por dia.



Qualidade. A Poderosa Diferença.

Apresentamos uma grande página da nossa história.



Este é um dos 200 mil documentos sobre o Ciclo do Ouro, pertencentes ao Arquivo Nacional, que agora poderão ser consultados na Casa dos Contos em Ouro Preto e também na Escola de Administração Fazendária - ESAF.

A microfilmagem, processo que permitiu a reprodução de várias cópias desses documentos e de mais 4 mil livros, dando acesso aos nossos pesquisadores a essa parte da história, só foi possível em decorrência do convênio assinado entre a ESAF e a Fundação Roberto Marinho, visando à adoção dessa tecnologia na Preservação da Memória Nacional.

Para a reprodução das cópias, foi fundamental o apoio da DATAMEC, que se associou ao projeto, trazendo a contribuição de todos os recursos tecnológicos.

Microfilmagem

A microfilmagem é considerada no mundo inteiro um processo seguro e ágil de redução e preservação de documentos. Os arquivos ocupam

2% do espaço que seria tomado por arquivos tradicionais e o microfilme, convenientemente armazenado, tem duração ilimitada.

Graças a essa moderna tecnologia de armazenagem de conhecimento, a memória de séculos marcantes para a nossa história fica protegida da ação do tempo, do extravio e do desgaste pelo manuseio.

A partir de agora, a luta pela preservação da Memória Nacional ganha um grande aliado: o microfilme.

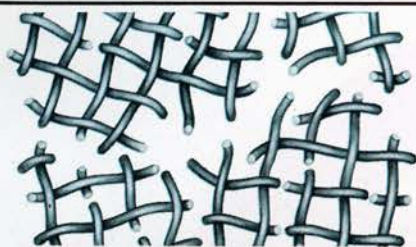


Microfilmagem **DATAMEC**
A MEMÓRIA QUE NÃO FALHA



O homem é eterno quando seu trabalho permanece.

ARTIGOS



PERCOLAÇÃO

Paulo Murilo Castro de Oliveira

A teoria matemática do grupo de renormalização descreve de maneira simplificada os fenômenos de transição de fase.

17



O PREVISÍVEL ELEITOR BRASILEIRO

Gláucio Ary Dillon Soares

Ao contrário do que geralmente se diz, o eleitorado brasileiro não tem um comportamento inconstante.

26

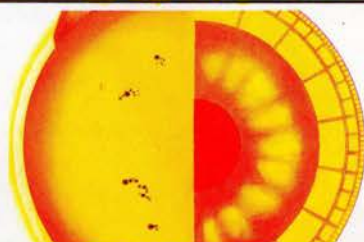


VIGOR DE HÍBRIDO

Ernesto Paterniani

Experiências de melhoramento genético dão origem a variedades de milho híbrido com alta produtividade.

34

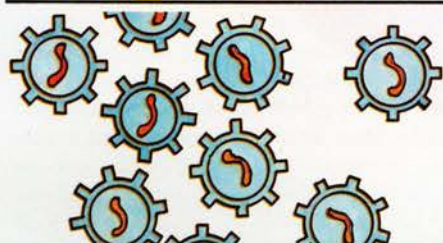


MANCHAS ESTELARES

Carlos Alberto P. C. Oliveira Torres

À semelhança do que ocorre com o Sol, a superfície das estrelas também pode apresentar manchas.

42



INTERFERONS

Romain Rolland Golgher

Os fatos sobre os interferons e suas possíveis aplicações na prática médica.

54



MORATÓRIA. E DEPOIS ?

Antonio Barros de Castro

A viabilidade da moratória unilateral.

61

SEÇÕES

CARTAS	5	O LEITOR PERGUNTA	72
AO LEITOR	11	É BOM SABER	74
TOME CIÊNCIA	12	OPINIÃO	80
HUMOR	33	RESENHA	82
PERFIL: JOHANNA DÖBEREINER	68	DOCUMENTO	84



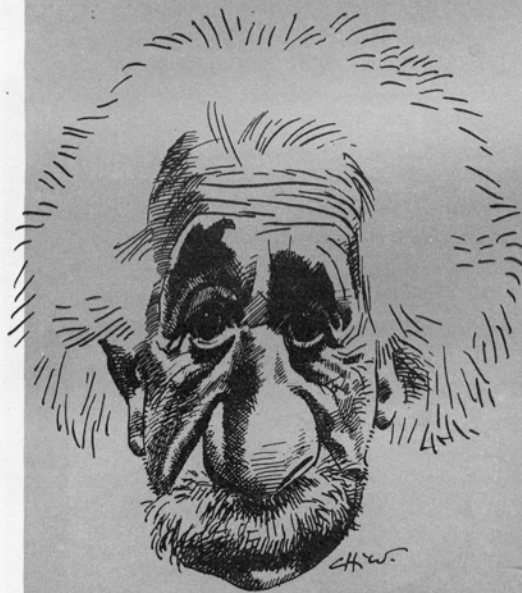
CIÊNCIA HOJE É RADICALMENTE CONTRA AS ARMAS NUCLEARES.

*Mais um bom motivo
para assinar Ciência Hoje,
hoje mesmo.*

CIÊNCIAHOJE

A revista do Brasil inteligente.

CARTAS DOS LEITORES



REALISMO

Sou aluno do 4.º período do ciclo básico da PUC (centro técnico-científico), e queria, aproveitando a ocasião, dar meu apoio (se é que se pode denominar isso de apoio) a esta revista pela sua existência, sua presença, valorizando o cientista brasileiro, o que é raro. Vale ainda parabenizar os artigos por sua postura crítica sobre os assuntos abordados, sem ficar num neutralismo estéril e inconclusivo. (...) Na revista dos meses de julho/agosto, gostei muito do artigo "Paradoxos da teoria quântica", do prof. Harvey Brown (...). Queria fazer uma pergunta sobre o artigo (...) Como podem os defensores da interpretação "realista" afirmar que as partículas, na física quântica (e na clássica) possuem "valores preciosos, objetivos, associados simultaneamente a todos os observáveis relevantes", sem se reportar ao processo de medição desses observáveis? Não é pela experiência, pela medida no caso, que podemos afirmar tal fato?

Sérgio B. Voldran

Rio de Janeiro (RJ)

•O prof. Harvey Brown responde:

Sou muito grato às suas questões, pois elas me permitem esclarecer alguns aspectos que talvez não tenham sido abordados adequadamente em meu artigo. A suposição básica dos "realistas" é que os valores de todos os observáveis de um microsistema (como, por exemplo, um elétron) são sempre bem definidos (mesmo que não sejam todos conhecidos) e existem independentemente do ato de observação. Mas os realistas não afirmam isso — e nem poderiam fazê-lo — como um fato estabelecido, baseado em mensuração direta. Primeiro, nem todos os observáveis na mecânica quântica podem ser medidos simultaneamente. E, muito mais importante, obtendo-se um dado valor em uma medida de um observável específico, isso não implica necessariamente que o microsistema pos-

suisse para aquele observável um valor intrínseco, bem definido (igual a este) imediatamente antes do ato de mensuração.

Assim, o realismo é introduzido como um postulado, uma hipótese não demonstrada (e, estritamente falando, indemonstrável). Os realistas estão interessados em saber o quanto tal postulado é compatível em termos intuitivos com o formalismo e com as previsões da mecânica quântica. Melhor dizendo, estão preocupados em mostrar que o formalismo faz sentido físico do ponto de vista do realismo. (A propósito, os defensores da interpretação de Copenhague enfrentam exatamente a mesma situação. Sua afirmação de que nem todos os observáveis podem ser simultaneamente bem definidos e livres de ambigüidade é, do mesmo modo, incapaz de ser demonstrada incontestavelmente por meio de mensuração direta. Simplesmente, eles argumentam que sua interpretação fornece uma imagem física melhor daquilo que acontece no micromundo).

Naturalmente, essa situação não é nem nova nem deplorável. Os antigos atomistas gregos (Leucipo, Demócrito), por exemplo, não podiam demonstrar, por meio de medidas, que seus átomos hipotéticos possuíam as diversas propriedades características que eles lhes atribuíam. Mas eles argumentaram que o atomismo constituía um modo melhor de resolver os problemas de mudança e permanência — tão fundamentais no pensamento grego — do que as explicações fornecidas por teorias rivais.

Como mencionei no artigo, durante muitos anos acreditava-se que não havia nenhuma possibilidade de decidir categoricamente, com base em experiências, qual das duas escolas de pensamento sobre a mecânica quântica é correta. Nesse sentido, o debate entre Einstein e Bohr, embora de grande importância na física, era essencialmente uma disputa metafísica, ou de interpretação. Foi John Bell quem mostrou mais tarde que a linha do realismo (local) leva na realidade a um conflito com certas previsões da mecânica quântica.

REATOR

O homem é, dos seres vivos, o mais tendencioso. Quando em sua mente "encaixa" uma determinada ideologia, ele procura e encontra os mais favoráveis argumentos "a favor", e passa rapidamente por cima dos argumentos "contra". Cautela sempre é pouca quando se depara com os mecanismos de nossa mente....

Contentar-me-ei, para o bom entendedor, em citar três frases do artigo "Um reator nuclear pode explodir?", com poucas palavras de comentário, ou grifando a palavra-chave:

"Há alguma incerteza quanto ao comportamento da mistura, o que não permite determinar com precisão..."



ANGRA ENTRA EM OPERAÇÃO

"Estes gases poderiam ser então liberados no meio ambiente, produzindo consideráveis efeitos nocivos junto à população". Quais os efeitos? Quais os planos para neutralizá-los, caso ocorram?

Último parágrafo: "Se essa análise for bem feita e se as determinações dela provenientes forem fielmente seguidas, o risco pode ser reduzido a níveis muito baixos, se comparado aos riscos oriundos de outras atividades tecnológicas." Mesmo com os dois "se", o risco nem sequer pode ser eliminado.(...)

Leon Rousseau

Rio de Janeiro (RJ)

PROFUNDIDADE

(...) relato-lhes minha modesta reflexão atinente ao "Vida e morte das estrelas" (*Ciência Hoje* n.º 2), pois creio que tal assunto foi exposto como se nós, leitores, já soubéssemos discernir todos os aspectos e diferenças entre estrela de nêutrons, anã branca, supernova etc. Creio que, como eu, muitos outros leitores sentiram a necessidade de reler a citada matéria. Ressalto ainda, com o intuito de lhes ser útil, que este assunto deveria ter sido exposto de um modo menos *news* e mais didaticamente elaborado, visto que as definições (...) estão postas de um modo confuso. Gostaria de mencionar que, a partir da leitura do capítulo 6 da 2.ª parte do livro *Escolha a catástrofe*, de Isaac Asimov, é que me senti apto a entender este magnífico assunto.

Gostaria também de ler em *Ciência Hoje* mais assuntos relacionados à área tecnológica, tais como: recursos energéticos, telecomunicações, eletrônica, dentre tantos outros que se caracterizam como tecnologias de ponta. (...). Gostaria de externar a minha grande gratidão aos senhores, pois *Ciência Hoje* já se encontra perfeitamente integrada tanto em minha vida como estudante quanto em minhas constantes buscas por fontes que emanem assuntos de caráter científico.

Giocer Peixoto Couto

São Gonçalo (RJ)

Somos assinantes de *Ciência Hoje*, e, em nossa opinião, esta revista dispensa elogios. No entanto, o que vimos reparando ultimamente (e com maior ênfase no n.º 7) é que, em meio a artigos bastante comunicativos e de relativamente fácil compreensão, constam

CARTAS DOS LEITORES

outros cuja especificidade e detalhamento de dados fazem lembrar, não raro, uma defesa de tese. Para não nos alongarmos, citamos um único exemplo: o artigo "A estranha natureza da realidade quântica", em que o autor pressupõe certos conceitos que, a nosso ver, não são familiares mesmo para pessoas que têm um certo convívio com o estudo das ciências naturais.

Nossa preocupação é a seguinte: se nós, que temos grau universitário, encontramos até alguma dificuldade no entendimento pleno de alguns trabalhos publicados, que dirá o público secundarista e mesmo o universitário?

Entendemos que se deve ter sempre em mente a finalidade da publicação: se ela se dirige a um público majoritariamente acadêmico, a linguagem é uma; se ela quer atingir um público "médio", por assim dizer, a linguagem utilizada e o nível de profundidade de certos artigos deve ser outro, um pouco mais acessível. Esperamos que nosso humilde parecer sirva para uma reflexão que nos aproxime cada vez mais de um caminho necessário: o da socialização do conhecimento científico.

Agnes Jancar e Walter Jacob Curi
Canarana (MT)

•Uma das principais preocupações de Ciência Hoje é a de tornar o trabalho de qualquer cientista legível para o público mais amplo que se puder. É natural que alguns assuntos resistam aos nossos esforços, frustrando também parte dos leitores. Ficamos contentes ao receber uma carta como esta, que nos fornece uma resposta que serve para aferir os resultados de nosso trabalho.



PARQUES

Mais um capítulo do progressivo abandono e destruição de nossos parques preservacionistas está sendo encenado. No dia 2 de outubro p.p. foi veiculado pelo programa "Globo Rural", da TV Globo, interessante reportagem tratando do Parque Nacional da Ilha do Bananal, entre Mato Grosso e Goiás, a propósito da construção de uma estrada para escoamento da produção agropecuária da re-

gião e que deverá cortar transversalmente este Parque.

Magistralmente bem conduzida, a reportagem avaliou equidistantemente as opiniões envolvidas, de modo que ao seu final a conclusão óbvia do absurdo desta situação ficou evidente.

Os argumentos pró construção da estrada baseiam-se na necessidade de melhores vias de comunicação para a região economicamente auspiciosa, porém ficou demonstrado que a opção decisiva foi a de apoio aos grandes projetos latifundiários desenvolvidos naquela área. A hipótese alternativa de construção margeando a ilha pelo norte, além do parque, apesar de aumentar a distância, beneficiaria muito mais gente; porém, deduzimos que o governo não está preocupado com os humildes pequenos produtores, de modo que o argumento apresentado, diplomaticamente, foi o de que "o país passa por momento econômico muito difícil" e assim sendo, "uma estrada mais curta sairia mais barato". O raciocínio parece lógico desde que a menor distância entre dois pontos parece ser uma reta, conforme nossos sapientíssimos tecnocratas preocupados com economia devem ter descoberto ao conferirem simples mapas políticos. Porém, como pudemos observar pela televisão, a construção da estrada dentro do parque na realidade será muito mais antieconômica, pelo fato de se cruzar região totalmente inundável, sendo necessário, pois, monumental arrojo e técnica de engenharia.

Pareceu-nos hilariante observar que por onde índios pescavam sobre canoas ("dentro" da ilha), vai ser construída uma estrada por onde tráfegarão pesadíssimos caminhões, que por certo passarão temporadas aguardando a reconstrução dos trechos arrasados pelas enchentes.

Por outro lado, pareceu-nos macabro o entusiasmo pela defesa da estrada por parte do presidente do IBDF, num esforço que talvez nunca tenha dedicado à preservação da natureza.

Tal foi a situação apresentada pela reportagem, acrescida de detalhes como por exemplo a criação ilegal de por volta de vinte mil cabeças de gado dentro deste parque nacional. Apesar de lamentarmos mais esta agressão promovida contra a natureza de nosso país, sentimos-nos satisfeitos com a consistente defesa que homens íntegros puderam fazer e apresentar para milhões de brasileiros. Finalizando o programa, ao tratar sobre a opinião leiga de que o preservacionismo é uma atitude "quixotesca" que historicamente volta-se contra o progresso, mostraram comparativamente o exemplo dos Estados Unidos, país onde (...) existem numerosos parques e uma mentalidade preservacionista cada vez mais exaltada. O total de nossos parques não ultrapassa 1,2% do território nacional, e mesmo assim existem praticamente

apenas no papel, sem a efetiva implantação. Temos como exemplo bastante próximo o parque estadual e turístico do Alto Ribeira, criado no governo estadual do sr. Jânio Quadros e até hoje não demarcado. (...)

Rogério da Silva Chrysostomo
Grupo Quatá de Espeleologia
São José do Rio Preto (SP)

•A propósito, ver matéria ("Uma estrada corta o parque") em Ciência Hoje n.º 4.



AVOANTES

Notei uma falta de entrosamento entre a matéria "O destino das avoantes" e a que lhe segue, "Avoantes, pombas de arribação" (Ciência Hoje n.º 7) (...) foram repetidas, às vezes de modo conflitante, muitas das informações já transmitidas (...) Merece um reparo o uso ambíguo do termo "recuperação" na pág. 41. Ao escrever "... o índice de 0,5% de recuperação foi considerado satisfatório", a autora referia-se à porcentagem de indivíduos da espécie que foram recapturados (por terceiros) após terem sido anilhados, enquanto que no parágrafo seguinte, "recuperação" refere-se à restauração do efetivo da população de avoantes.

Luiz A. Pedreira Gonzaga
Rio de Janeiro (RJ)

MALÁRIA

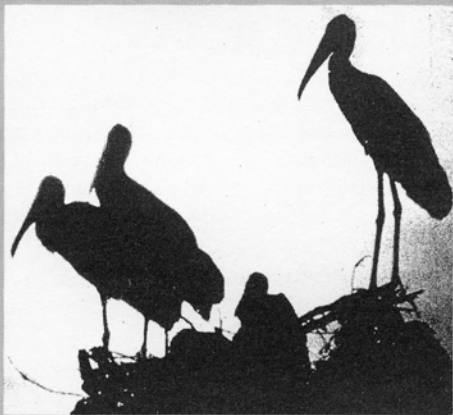
Após adquirir todos os números dessa revista, devo, com profundo respeito, transmitir-lhes meu parecer que já há um ano guardo e amplio: parabéns pelo excelente trabalho gráfico de divulgação científica que vocês têm realizado junto ao público (...). É de ganhar os melhores elogios o equilíbrio, pertinente apenas aos mestres, com que se distinguem os artigos publicados, tornando o leigo informado e com a curiosidade aguçada e o especialista esclarecido, quando não renovado. (...) Gostaria que verificassem o artigo "Vacina antimalárica, quase uma realidade"

CARTAS DOS LEITORES

(*Ciência Hoje* n.º 5), no trecho: "... em larga escala de merozoitos de *Plasmodium falciparum*, o parasito da malária..."

Cumpra ressaltar que este *Plasmodium* não é o único responsável pela doença em questão. Temos as espécies *malariae*, *vivax*, *ovale* e *falciparum* (responsáveis pelas chamadas febres quartã, terçã benigna, terçã benigna e terçã maligna, respectivamente), sendo sem dúvida esta última a mais perigosa delas. Porém todos causam a doença conhecida como malária, maleita, impaludismo, sezaõ, febre intermitente, entre outros nomes (...) creio que a frase ficaria melhor colocada se fosse referenciada como *Plasmodium sp.*, indicando a existência de outras espécies e mesmo considerando que foi utilizada, na cultura descrita no artigo, o *Plasmodium falciparum*. (...)

Gilberto Bellinazo
Curitiba (PR)



PANTANAL

Quero parabenizá-los pela excelente reportagem sobre o Pantanal. É muito bom ver que *Ciência Hoje* tem dedicado bastante espaço a problemas relacionados com a degradação do meio ambiente, tema tão desprezado em nosso país.

É preciso que as autoridades brasileiras tomem consciência de que as áreas protegidas por parques e reservas no Brasil — especialmente no Pantanal e na Amazônia, ecossistemas únicos, no mundo — são insuficientes em um país cuja devastação processa-se tão rápida e desordenadamente. Neste sentido, é realmente lamentável que uma pessoa tão capaz e tão interessada na conservação do que ainda resta de nossa natureza, como Maria Tereza Jorge Pádua, não mais pertença ao IBDF.

Éder Maurício Mello da Silva
Curitiba (PR)

MICRÓBIOS

Gostaríamos de tecer comentários a respeito de "Um detector de mentiras para micróbios", que por certo serão motivo de sua apreciação.

Alguns meses após o artigo ter chegado à redação desta revista procurou-nos um dos "revisores" buscando alguns esclarecimentos. A conduta pareceu-nos bastante adequada. Entretanto, pelo telefone, não pudemos perceber que o texto havia sofrido alterações consideráveis. Foi-nos informado nesta oportunidade que o mesmo iria para o prelo imediatamente e não poderia sofrer modificações, mas uma cópia nos seria enviada no dia seguinte. Diante do exposto, quando o recebemos e vendo-o tão alterado, sentimo-nos desestimulados a qualquer consideração. O abaixo enumerado demonstra alguns equívocos desta redação. 1) Houve introdução de erros, talvez pela interpretação apressada. Há afirmação de que a doença deixa seqüelas nas crianças que escapam, o que não é observado no texto original, onde apenas aventamos a possibilidade de sua ocorrência; dizer-se que a exotoxina é uma *toxina de origem externa* é introduzir um erro muito primário, assim como o observado na grafia do nome específico do microorganismo em questão. 2) No texto original há colocação de aspas em "não-patogênico", porque qualquer agente bacteriano da microbiota normal é anfíbio (potencialmente patogênico). As aspas introduzidas pelo revisor em "suspeito" não oferecem nenhum esclarecimento neste sentido. 3) Acreditamos que mais grave foi o erro introduzido pelo revisor quando identificou (o que não fizemos no texto original) o Instituto de Microbiologia da UFRJ, como a única instituição científica responsável pela realização dos trabalhos de pesquisas. Inadvertidamente, foi omitida a Faculdade de Ciências Médicas da UERJ. 4) O revisor mudou totalmente o texto e principalmente o *estilo* do autor, retirando o tom jocoso do artigo, *descaracterizando-o*, o que na nossa humilde opinião também prejudicou seu poder de comunicação. A mudança de estilo retirou do seu título o sentido que ele quis emprestar ao texto e que está bem claro no último parágrafo do texto original. É possível aceitar a explicação da adequação a uma linguagem acessível ao público em geral; entretanto, não se pode justificar mutilações.

Acredite que desejamos mais uma vez colaborar com *Ciência Hoje*, por ser uma grande conquista de todos nós. Por isso, gostaríamos de sugerir que mesmo os textos eventualmente considerados menos expressivos recebessem a atenção daqueles de maior porte. Nesse sentido, é pertinente sugerir a consulta a outros especialistas da área, sempre apresentando o texto original, quando não for possível, em tempo hábil, submeter aos próprios autores seus textos "modificados"

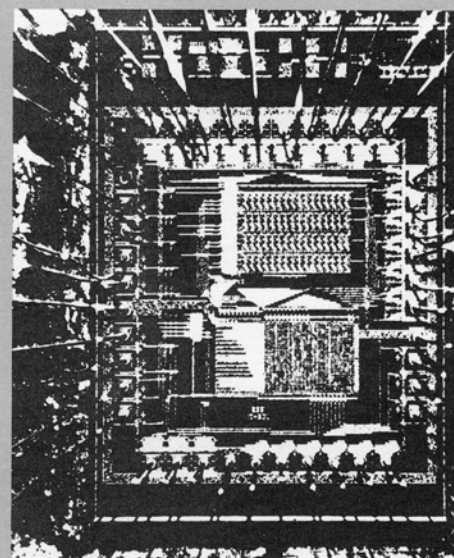
Acreditamos também ser pertinente a publicação desta carta na íntegra, de modo que não mais necessitemos dar explicações verbais aos que nos comentam as grandes incorreções do pequenino artigo, apesar de estar-

mos conscientes de que não poderemos apagar a má impressão retida naqueles que não tomarão conhecimento, por motivos diversos, desta correspondência. Afinal, se os pesquisadores "são senhores do que dizem, também são escravos do que escrevem".

Luis Carlos D. Formiga

Rio de Janeiro (RJ)

● *As matérias publicadas em Ciência Hoje são sistematicamente submetidas à edição de texto, mas sua publicação, como não poderia deixar de ser, só ocorre com a concordância expressa do autor. No caso, o texto modificado foi devidamente submetido ao autor e, ainda que houvesse urgência, é evidente que qualquer "mutilação" observada por este poderia ser apontada como razão suficiente para que até mesmo suspendêssemos sua publicação. Qualquer consideração cabia naquele momento, já que o texto editado enviado ao autor não pode ser considerado como um "desestímulo". Assim, a carta que o autor ora nos envia poderia ter sido escrita então; ou nem tanto — um simples telefonema bastaria.*



INFORMÁTICA

(...) não poderia deixar de enviar meus elogios à publicação, seja graficamente, seja em termos de conteúdo. Considero sobretudo de excelente estrutura os artigos de abrangência social, como os de Cubatão, desnutrição e alcoolismo. Contudo, fica aqui uma crítica a artigos por demasiado técnicos, sem conceitos preliminares expostos, como por exemplo o de circuito integrado para rede de computadores (*Ciência Hoje* n.º 8). Fica também uma sugestão para exploração maior desse filão em fantástico crescimento que é o da informática (...)

Denio Valentim Alvarenga

São Paulo (SP)

● *De acordo. Neste número dedicamos um bom espaço à informática (v. "É bom saber" e "Documento").*

CARTAS DOS LEITORES

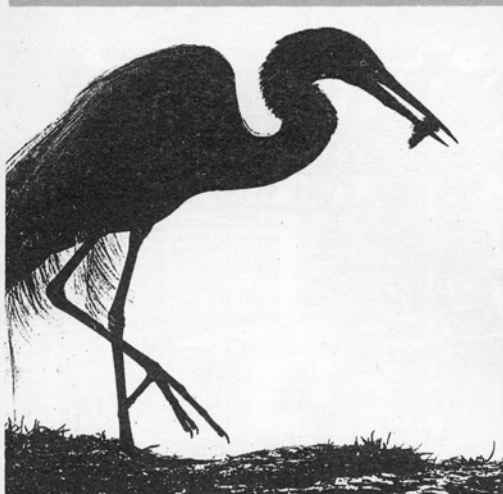
CRÉDITO

Venho solicitar encarecidamente que seja corrigido um engano meu no artigo "Nordeste, desespero ou esperança", publicado no n.º 5. Na fig. 2 (p. 67), onde se lê "Foto da Dra. Maria Bernardete Gonçalves (dep. Pediatría, UFPB)", leia-se "Foto cedida por Dra. Rosane de Lourdes Araújo, Residente em Pediatría, UFPB". A correção em apreço me foi solicitada pelo Departamento de Ciências da Saúde dessa Universidade.

Alberto Carvalho da Silva
São Paulo (SP)

CAMUFLAGEM

(...) vocês conseguiram, de modo exemplar, aliar a beleza das ilustrações à linguagem de fácil entendimento ao público leigo, em variados temas de interesse geral. Embora a precisão da linguagem tenha sido uma constante, acredito que os erros eventuais devem ser corrigidos, se é que esperamos



que a fidelidade do conhecimento científico seja mantida, mesmo quando ele é divulgado a leigos. Sendo assim, foi cometido um engano no artigo "As cores dos animais" (*Ciência Hoje* n.º 6, pg. 44) quando o autor afirma: "diversos vertebrados têm a propriedade de se adaptar ao ambiente imitando as cores do local onde estão (*mimetismo*)" (grifo meu).

De acordo com os conceitos atualmente aceitos entre os especialistas no assunto, quando um animal imita as cores do local onde está, a adaptação é denominada *camuflagem* (ou coloração protetora, ou coloração críptica) (...). Mimetismo ocorre quando indivíduos de uma espécie viva se assemelham a outra espécie viva para fins de proteção ou agressão, e muitas vezes estas espécies vivas não se assemelham, quanto à cor, ao local onde elas estão. (...) acredito que a divulgação do assunto é de grande utilidade para o esclarecimento de todos, pois num levantamento bibliográfico preliminar que fiz verifiquei que, tanto em alguns livros de biologia

do segundo grau (nacionais ou estrangeiros) quanto em certos livros de divulgação científica, confundia-se mimetismo com camuflagem. (...)

Gilberto de Souza Soares de Almeida
Maringá (PR)

● *O leitor tem razão.*

CONFIANÇA

(...) eu não tinha mais a intenção de continuar como assinante, pelo fato da revista chegar muito tarde em minha casa (...) creio que deve fazer parte das preocupações de vocês que o assinante não só receba as revistas, mas também que as receba ao mesmo tempo que as pessoas que as compreendem esporadicamente. Renovo então minha assinatura, num gesto de esperança e de confiança de que desta vez as coisas dêem mais certo (...).

Maria Alice Franciosi
São Paulo (SP)

● *Agradecemos a confiança e faremos sempre o melhor para corresponder.*

Mas é evidente que desejo a renovação de minha assinatura. A revista é digna dos maiores e melhores elogios, e não apenas pelo alto nível técnico e científico como também pelo denodo com que luta pelas grandes causas nacionais. É maravilhosa a revista e minha companheira durante as várias horas de que disponho para lê-la. Nós, os brasileiros de um modo geral, estamos de parabéns por possuímos revista de tal gabarito.

Sylvio Guaraciaba Filho
Paraíba do Sul (RJ)

(...) Colaboraria e contribuiria para qualquer iniciativa da SBPC no sentido de divulgar a ciência. Mas, no que diz respeito a *Ciência Hoje*, não é esse o espírito que me motiva ao renovar minha assinatura. Juntando a fome à vontade de comer, como diz o ditado, a revista é boa mesmo e merece!

Lena R. K. Rotenberg
São Paulo (SP)

APRECIACÃO

Há um ano tomei conhecimento de *Ciência Hoje* e logo solicitei minha assinatura. Foi uma decisão feliz, pois quase todos os assuntos abordados me despertaram interesse (...). Resolvi fazer um "acordo de cavalheiros" com um jornalista do meu setor (norte), no sentido de aumentar a divulgação de *Ciência Hoje*. Ficou estabelecido que eu compraria todos os números em sua banca e em contrapartida ele colocaria o último exemplar em lugar de destaque (...). Gostaria de salientar que, lamentavelmente, ainda existe alguém que critique a publicação de artigos sobre as-

tronomia, e que ache que *Ciência Hoje* foi feita só para determinados interesses. (...) Sou estudante do segundo grau, servidor público (trabalho na administração regional de Taguatinga). (...)

Gilson Joaquim Rodrigues
Taguatinga (DF)

● *O carinho e atenção dos leitores nos comovem e envaidecem.*



PORTUGAL

(...) encontrei a vossa revista na livreria da associação acadêmica de Coimbra, na qual adquiri um exemplar. Deslumbrei-me com a diversificação dos assuntos científicos (...) O n.º 3 desta revista já se encontra esgotado em Coimbra e se for possível não deixem de mandar o n.º 4.

Paulo Rodrigues de Souza
Coimbra (Portugal)

Sou um estudante português e estou fazendo a licenciatura em ciências farmacêuticas, na Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa. Não sei quantas cartas terão recebido do estrangeiro, nem sequer de Portugal. Mas como acabo de ler o n.º 3 da vossa revista, de que gostei muito, especialmente o artigo sobre "Plantas medicinais", decidi escrever-vos para vos felicitar pelo trabalho efectuado. Apesar de ser uma revista da Sociedade BRASILEIRA para o Progresso da Ciência, apresenta muitos temas que interessam a um português e a um estudante de ciências farmacêuticas. Lamento que a revista seja distribuída em Portugal com bastante atraso. Apenas há cerca de um mês encontrei o n.º 3.

Ainda antes de terminar queria fazer-vos um pequeno reparo e um pedido. Por que razão não indicam a profissão de farmacêutico na lista de actividades profissionais do vosso cupão de assinatura? (...)

Rui dos Santos Ivo
Lisboa (Portugal)

● *Registrámos com imenso prazer a acolhida que estamos recebendo em Portugal e procuraremos atualizar a remessa. Como tantas outras, a profissão de farmacêutico não consta da lista de profissões, o que é compensado genericamente pela indicação da área de formação.*



1



Concurso do Inventor Nacional

O Centro Federal de Educação Tecnológica "C.S.F." - RJ realizará, de julho de 1983 a fevereiro de 1984, com a participação da PETROBRÁS, o **1º Concurso do Inventor Nacional**, objetivando incentivar nas pessoas a atividade de concepção tecnológica.

INSCRIÇÃO

O Concurso é aberto a inventores brasileiros, residentes no Brasil, sendo as inscrições efetuadas na Central de Produção do CEFET "CSF" - RJ, Avenida Maracanã, 229, Rio de Janeiro. No ato da inscrição deverão ser apresentados os seguintes documentos:

- 1 - Carteira de Identidade (cópia xerográfica);
- 2 - C.P.F. (cópia xerográfica);
- 3 - Comprovante de pagamento da taxa de inscrição;
- 4 - Procuração do inventor (se for o caso);
- 5 - Relatório do invento em duas vias (papel ofício, datilografadas em espaço 2).

Os candidatos que residem fora do Rio de Janeiro deverão dirigir-se às Escolas Técnicas Federais de sua cidade ou aos Centros Federais de Educação Tecnológica, onde obterão as informações necessárias sobre como proceder à inscrição.

PERÍODO E HORÁRIO

As inscrições serão efetuadas no período de 14 de julho a 30 de dezembro de 1983. Na cidade do Rio de Janeiro, serão realizadas no CEFET "CSF" - RJ, Av. Maracanã, 229 (2ª a 6ª, das 8 às 21 horas e sábado, das 8:30 às 12 horas).

TAXA DE INSCRIÇÃO

Para cada trabalho apresentado, será cobrada a taxa de inscrição de Cr\$ 5.000,00 (cinco mil cruzeiros), dando direito ao livro **A Propriedade Industrial**, de autoria do Engenheiro Clésio Gabriel Di Blasi. Esta taxa deverá ser paga ou enviada ao CEFET "CSF" - RJ, em cheque nominal, a favor do Centro Federal de Educação Tecnológica "CSF" - RJ. No caso de inscrição efetuada em outras cidades, deverá o cheque ser remetido, através de carta registrada para o mesmo destinatário, juntamente com o relatório do invento e a respectiva ficha de inscrição.

JULGAMENTO

O critério de avaliação dos trabalhos levará em consideração os seguintes aspectos:

- | | | | |
|------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|
| 1 - Interesse Nacional | 2 - Ineditismo | 3 - Avanço Tecnológico | 4 - Utilização Industrial |
|------------------------|----------------|------------------------|---------------------------|

PREMIAÇÃO

Os trabalhos classificados nos cinco primeiros lugares farão jus a diplomas e prêmios nos seguintes valores:

- | | |
|----------|--|
| 1º lugar | - Cr\$ 1.500.000,00 (um milhão e quinhentos mil cruzeiros) |
| 2º lugar | - Cr\$ 800.000,00 (oitocentos mil cruzeiros) |
| 3º lugar | - Cr\$ 400.000,00 (quatrocentos mil cruzeiros) |
| 4º lugar | - Cr\$ 200.000,00 (duzentos mil cruzeiros) |
| 5º lugar | - Cr\$ 100.000,00 (cem mil cruzeiros) |

RESULTADO

O resultado do julgamento será declarado no CEFET "CSF" - RJ, no dia 27 de janeiro de 1984.

PATROCÍNIO



PETROBRÁS
PETROLEO BRASILEIRO S.A.

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

Atividades da SBPC. A SBPC organiza e promove, desde a sua fundação, reuniões anuais durante as quais cientistas, estudantes e professores têm uma oportunidade ímpar de comunicar seus trabalhos e discutir seus projetos de pesquisa. Nestas reuniões, o jovem pesquisador encontra a ocasião própria para apresentar seus trabalhos, ouvir

apreciações, criticar e comentar trabalhos de outros. Temas e problemas nacionais e regionais relevantes são expostos e discutidos, com audiência franqueada ao público em geral, que tem ainda o direito de participar dos debates. Finalmente, assuntos e tópicos das mais variadas áreas do conhecimento são tratados com a participação de entidades e sociedades científicas especializadas.

Fundada em 8 de junho de 1948 por um pequeno grupo de cientistas, a SBPC reúne hoje mais de 17.000 associados, e em suas reuniões são apresentados cerca de 2.800 comunicações de trabalhos científicos e realizadas 250 mesas-redondas, cursos e conferências. Através de suas secretarias regionais, promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano.

Desde o ano de sua fundação, a SBPC edita a revista *Ciência e Cultura*, mensal a partir de 1972. Suplementos desta revista são publicados durante as reuniões anuais, contendo os resumos dos trabalhos científicos apresentados. Além desta revista e de *Ciência Hoje*, a SBPC tem publicado boletins regionais e volumes especiais dedicados a simpósios e reuniões que organiza periodicamente.

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

As Sedes da SBPC

Em **São Paulo**, encontra-se na Rua Pedroso de Moraes, 1512, Pinheiros — tels.: 211-0495 e 212-0740. Nos outros estados, as regionais, com os respectivos secretários, estão localizadas em:

Aracaju — Coordenação de Pós-Graduação e Pesquisa, UFSE, tel.: 224-1331 (Gizelda Santana Moraes); **Araraquara** — Instituto de Química, UNESP, tel. 32-0444 (Joaquim Theodoro de Souza Campos); **Belém** — Laboratório de Psicologia, UFPA, tel. 228-2088 (Olavo de Faria Galvão); **Belo Horizonte** — Fundep, Reitoria da UFMG, tel.: 441-1365 (Octavio Elísio Alves de Brito); **Botucatu** — Depto. de Morfologia, UNESP, tel. 22-0555 (Luiz Antonio Toledo); **Brasília** — Instituto de Ciências Biológicas, UnB, tel. 272-0000 (Felizardo Penalva da Silva); **Campinas** — Instituto de Física, Unicamp, tel. 39-1232 (Marcio D'Olne Campos); **Cuiabá** — Depto. de Biologia, UFMT, tel. 322-0011 (Germano Guarim Neto); **Curitiba** — Depto. de Zoologia, UFPR, tel. 266-3633 (Walmir Esper); **Florianópolis** — Centro Tecnológico da UFSC, tel. 33-9465 (Walter Celso de Lima); **Fortaleza** — Depto. de Ciências Sociais, UFCE, tel. 223-5951 (Eduardo Diatay Bezerra de Menezes); **Goiania** — Depto. de Administração Escolar, UFGO, tel. 225-3788 (Darcy Costa); **Itabuna** — Centro de Pesquisas do Cacau (Paulo de Tarso Alvim); **Jaboticabal** — Depto. de Patologia Veterinária, UNESP, tel. 22-0814 (Alvimar José da Costa); **João Pessoa** — Laboratório de Técnica Farmacêutica, UFPB, tel. 224-7200 (Lauro Xavier Filho); **Juiz de Fora** — Depto. de Bioquímica, UFJF, (Dager Moreira da Rocha); **Londrina** — Fundação IAPAR, tel. 23-2525 (Laura Regina Mendes Bernardes); **Maceió** — Centro de Ciências Biológicas, UFAL, tel. 223-3531 (José Geraldo Wanderley Marques); **Manaus** — Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, tel. 236-0700 (Maria Lúcia Absy); **Natal** — Centro de Biociências, UFRN, tel. 231-1266 (Lúcio Flávio de Souza Moreira); **Pelotas** — Depto. de Zoologia e Genética, UF Pelotas, tel. 21-0933 (Judith Viegas); **Piracicaba** — Depto. de Genética, ESALQ, tel. 33-0011 (Gerhard Bandel); **Porto Alegre** — Instituto de Física, UFRS, tel. 31-1215 (Edemundo da Rocha Vieira); **Recife** — PIMES, UFPE, tel. 227-2794 (Silke Weber); **Ribeirão Preto** — Depto. de Medicina Social, USP, tel. 634-6880 (José da Rocha Cavalheiro); **Rio Claro** — Instituto de Biociências, UNESP, tel. 24-2315 (Maria Neyssa Silva Stort); **Rio de Janeiro** — Avenida Wenceslau Braz 71, fundos, casa 27, tel. 295-9443 (Adilson de Oliveira, interino); **Salvador** — Depto. de Bioquímica, UFBA, tel. 235-6851 (Luiz Erlon Araújo Rodrigues); **Santos** — Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Santos, tel. 37-3435 (Alfredo Cordella); **São Carlos** — Depto. de Ciências Biológicas, UFSCar, tel. 71-8111 (José Marques Pacheco); **São José dos Campos** — Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, tel. 22-9977 (Aydano Barreto Carleial); **São José do Rio Preto** — Depto. de Biologia, Instituto de Biociências, Letras de Ciências Exatas, tel. 32-4966 (Grigor Vartanian); **São Leopoldo** — Museu de Zoologia, Univ. Vale do Rio dos Sinos (Martin Sander); **São Luís** — Depto. de Biologia, UFMA, tel. 227-1003 (Maria Célia Pires Costa); **Teresina** — tel. 232-1457 (José Wilson Campos Batista); **Vigosa** — Depto. de Química, UFV, tel. 891-1790 (Francisca Valverde Garotti); **Vitória** — Depto. de Fisiologia, UFES, tel. 227-1314 (Marcus Lira Brandão).

Expediente

Publicada bimestralmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Redação e Secretaria: Avenida Wenceslau Braz 71, fundos, casa 27, CEP 22.290 telefones 295-4442 e 295-4846. **Jornalista responsável:** Argemiro Ferreira. **Editor de texto:** Sergio Flaksman. **Editor de arte:** Gian Calvi/Casa da Criação. **Assistente de arte:** Jenny Raschle. **Produção gráfica:** Paragráfos e Marcia Maria de Holanda Cavalcanti de Albuquerque (tráfego). **Administração:** Adalgisa S. Bahri, Maria Lúcia da Glória Pereira, Zélia F. Caldeira; Fatima Dantas, Zairine Vianna Freire; José Augusto Vianna, Cláudio Costa Carvalho, Delson Freitas, Genésio Mello de Carvalho, Luísa da Silva Reis. **Editores:** Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica, UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física, UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica, UFRJ). **Conselho editorial:** Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas, UFMG), Antônio César Olinto (Laboratório de Computação Científica, CNPq), José Albertino Rodrigues (Núcleo de Pesquisa e Documentação, UFSCAR), José Monserrat Filho (jornalista), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro), Oswaldo Frota-Pessoa (Departamento de Biologia, USP), Otávio Velho (Museu Nacional, UFRJ), Reinaldo F. N. Guimarães (Instituto de Medicina Social, UERJ), Ronaldo Nóbrega (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia, COPPE/UFRJ), Rui Cerqueira (Instituto de Biologia, UFRJ), Sérgio Henrique Ferreira (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto). **Conselho científico:** Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital de Clínicas, USP), Antônio Cândido de Melo e Souza (letras, USP), B. Boris Vargafit (Instituto Pasteur, França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica, UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia, USP), Crodowaldo Pavan (Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito, USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia, EPM), Fernando Gallembeck (Instituto de Química, Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia, USP), Gilberto Velho (Museu Nacional, UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia, Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Joaquim Falcão (Fundação Joaquim Nabuco, Recife), José Antônio Freitas Pacheco (Observatório Nacional, CNPq), José Goldemberg (Instituto de Física, USP), José Reis (diretor de *Ciência e Cultura* SBPC), José Ribeiro do Valle (Escola Paulista de Medicina), José Seixas Lourenço (Museu Paraense Emílio Goeldi), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Luís Martins (Rio Data Centro, PUC-RJ), Luís Rodolpho R.G. Travassos (Escola Paulista de Medicina), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Maurício Rocha e Silva (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), Miguel R. Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto), H. Moysés Nussenzweig (Departamento de Física, PUC/RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética, UFP), Oscar Sala (Instituto de Física, USP), Osvaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica, Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa, MG), Pedro Malan (Departamento de Economia, PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CNPq), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico, USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica, UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia, UFMA). **Colaboraram neste número:** Gabor, Luís Trimano, Paulo Caruso, Ricardo Villar, Vilma Gomez (ilustração); Alair Barreto, Dick Welton (fotografia); Luciana Buarque Goulart (arte final); Carlos Ávila Gonçalves de Brito e Sinval Liparoti Lino (revisão). **Capa:** Glauco Rodrigues.

Assinaturas:

Brasil (6 números) Cr\$ 6.000,00
América Latina e África (6 números) US\$ 20,00 (superfície) e US\$ 40,00 (aérea)
EUA e Europa (6 números) US\$ 25,00 (superfície) e US\$ 50,00 (aérea)
Números atrasados Cr\$ 1.300,00

Distribuição: Distribuidora Imprensa S.A. **Composição:** Lúcio Ferreira Júnior Artes Gráficas Ltda. **Produção Industrial:** Lastri S.A. Indústria de Artes Gráficas. Para a publicação desta revista contribuíram o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade dos autores. Todos os artigos enviados para publicação serão submetidos à aprovação do Conselho Editorial ou do Conselho Científico. Os originais não serão devolvidos. Todos os direitos reservados. Não é permitida a reprodução total ou parcial das matérias constantes desta edição sem o consentimento dos editores.

Publicidade: Rudiger Ludemann e Douglas Sampaio Venditti. **São Paulo:** 285-6585; **Rio de Janeiro:** 295-4846 e 295-4442.

Caro leitor,

A crise que o país vem enfrentando há alguns anos lembra a figura multiplicada do deus Jano: na verdade, porém, não tem duas, mas muitas faces. Se fosse apenas como o deus romano, teria de um lado a face econômico-financeira e, de outro, a face política. No entanto, suas múltiplas faces podem ser vislumbradas, como por exemplo a face social, correspondente ao desemprego e à fome, aos saques e acampamentos, com todos os dramas implícitos. Outras faces podem ainda ser percebidas, mas existe uma que deve ser desde já desvendada.

Trata-se da face da crise que atinge o campo do saber. Talvez seja menos perceptível, correspondendo mesmo à face oculta da crise, ou ao menos a sua face ocultada. No entanto, são diversos os aspectos dessa face da crise que podem ser trazidos à luz. Um deles decorre da recente determinação do monopólio da remessa de dólares para o exterior, sejam quais forem seus objetivos, comerciais ou não, e segundo critérios que não são explicitados. Em decorrência dessa medida burocrática, as universidades, os institutos de pesquisa e os cientistas em geral não podem renovar suas assinaturas de revistas nem fazer encomendas de livros no exterior.

É do conhecimento de todos que as universidades e os institutos de pesquisa, além das agências financiadoras da pesquisa científica, tiveram suas dotações orçamentárias reduzidas — entre elas, as verbas destinadas à aquisição de livros e revistas, reduzidas a limites incompatíveis com o acompanhamento da produção científica internacional.

Numerosas atividades universitárias estão em vias de paralisação, como os programas de pesquisa e os serviços de atendimento à comunidade através dos hospitais universitários, por exemplo. As verbas já eram insuficientes por ocasião das dotações iniciais, e as perspectivas de suplementação foram reduzidas a zero. O reitor da Universidade Federal de Minas Gerais traçou um panorama sombrio da situação em conferência pronunciada durante a 35.^a Reunião Anual da SBPC, em Belém: o orçamento de 1983 foi elaborado levando em conta um aumento de 70%, segundo a taxa de inflação pré-fixada, mas os produtos essenciais adquiridos pelas universidades apresentam níveis de aumento da ordem de 200 a 300 por cento. A “solução” burocraticamente proposta é cortar as compras, deixar de prestar os serviços e interromper o desenvolvimento dos projetos...

As dotações para as bibliotecas universitárias sofreram um abalo especialmente forte, e foram comprimidas a um nível ínfimo, que mal permite a aquisição de poucos livros editados no país; não se pode adquirir nas livrarias nacionais livros editados no exterior. Enquanto isso, as importações foram bloqueadas, mesmo se puderem ser cobertas pelos escassos recursos disponíveis. Oficialmente, a resolução do Banco Central que regulamenta a matéria inclui na escala de prioridades para pagamento no exterior as importações de equipamentos, aparelhos e instrumentos autorizadas pelo CNPq, além de livros, jornais e periódicos. Na prática, porém, essas disposições não são atendidas, nem num caso nem em outro.

A questão se agrava ainda mais no caso das revistas estrangeiras, cujas assinaturas devem ser renovadas a cada ano: inúmeras coleções de periódicos de todos os campos do conhecimento estão condenadas a ficar incompletas. No futuro, quando se pretender recompor essas coleções, os números que faltarem não estarão mais disponíveis, pois as edições são limitadas. Será preciso recorrer a cópias, microfichas e microfilmes, cujo custo e manuseio trarão problemas suplementares. Seria de crucial importância renovar essas assinaturas ainda no decorrer deste ano, o que está praticamente vedado às instituições e indivíduos interessados.

Desse modo, nossos professores, cientistas e pesquisadores não poderão conhecer os resultados dos estudos e pesquisas que vêm sendo realizados nos principais centros do exterior: ao contrário do que fez Dom João VI, os portos (e aeroportos) do Brasil acabam de ser fechados à entrada do saber que está sendo produzido no resto do planeta. E como será possível superar a crise se ninguém estiver dedicado a desenvolver o conhecimento científico e tecnológico no país? Nenhuma nação pode se dar ao luxo de se fechar ao conhecimento produtivo a nível internacional. Ficamos encurralados na condição de vítimas da crise, já que também não podemos superá-la pelo caminho do desenvolvimento do saber nacional: as bolsas de pesquisa foram igualmente podadas pela crise, tendo sido reajustadas abaixo da inflação. No quadro dos indicadores nacionais, o equivalente ao PIB do conhecimento científico terá crescimento zero, se não negativo, em decorrência de uma política econômico-financeira que, no mínimo, pode ser qualificada de obscurantista.

Cabe perguntar aos responsáveis por essa política: teremos que decretar também a moratória do saber científico?

Os editores

Foto UPI



H. Taube

O NOBEL DE QUÍMICA

A notícia de que o prêmio Nobel de química de 1983 cabia a Henry Taube foi recebida com grande entusiasmo pela Sociedade Brasileira de Química, reunida na ocasião em um encontro regional em Araraquara (SP).

Cientista e professor, amante da música, colecionador de peças e discos antigos, jardineiro nas horas vagas, Taube é uma pessoa extremamente carismática, com olhos brilhantes que irradiam vitalidade e juventude.

Formado pela Universidade da Califórnia, professor das Universidades de Cornell, de Chicago e, finalmente, de Stanford, Taube ocupa atualmente o lugar de maior destaque na química inorgânica desde Alfred Werner, prêmio Nobel de 1913, considerado o fundador da química de coordenação por ter lançado as bases estruturais da química dos elementos metálicos. Henry Taube, por sua vez, estabeleceu as bases conceituais e experimentais que vieram a explicar o comportamento químico — ou seja, a reatividade — desses elementos.

Até o final da década de 1940, a estagnação pairava sobre a química inorgânica. Embora esta área de estudo se ocupe de nada menos do que 90% dos elementos químicos existentes, a abordagem puramente descritiva utilizada na época desestimulava o surgimento de

idéias novas. Enquanto isso, os trabalhos de Bethe, Mulliken, Pauling e Van Vleck agitavam as fronteiras entre a física e a química. Utilizando a teoria da ligação de valência, Taube mostrou em 1952 que os compostos apresentam diferentes graus de reatividade em função da estrutura eletrônica do elemento central. Os conceitos de labilidade e inércia dos compostos colocaram em destaque o problema da reatividade, marcando o início de um período de grande desenvolvimento na química inorgânica.

Em qualquer processo químico, seja de síntese ou de análise, o sucesso alcançado depende intrinsecamente da velocidade e do mecanismo das reações. Assim, a elaboração de um mecanismo ou modelo de reação equivale a procurar o significado íntimo de uma transformação. Foi com essa linha de abordagem que os trabalhos de Taube se tornaram os alicerces da química inorgânica moderna.

Fascinado pelo problema da transferência de elétrons desde a época em que era estudante de pós-graduação na Universidade de Berkeley, após 1950 Taube se dedicou aos estudos sistemáticos que o conduziram ao prêmio Nobel de 1983. Buscando compreender os mecanismos envolvidos na transferência eletrônica, teve que enveredar pelos caminhos da síntese inorgânica. A prova almejada de suas idéias dependia da síntese de compostos específicos, com propriedades definidas e bem comportadas. Foi assim que Taube se tornou um gigante na química de coordenação; ampliou e modernizou de forma admirável a química de Werner, formando várias gerações de químicos especializados em cobalto, vanádio, crômio, molibdênio, rutênio e ósmio. Em 1967, surpreendeu a comunidade científica demonstrando, pela primeira vez, a existência de compostos formados por interação direta com o nitrogênio molecular, espécie considerada quimicamente inerte até então.

Além de notável químico inorgânico, Henry Taube é um mestre na arte da cinética química. Neste campo, soube utilizar com muita elegância os recursos de substituição isotópica, elucidando mecanismos de reação em solução. Dotado de grande intuição, sempre foi capaz de propor soluções extremamente simples para problemas incrivelmente complicados. Dessa forma, obteve as pri-

meiras medidas conhecidas de velocidade de transferência eletrônica em complexos metálicos, sem a influência dos fatores de associação das espécies em solução. Essas medidas permitiram avaliar a influência dos ligantes mediadores, isto é, dos ligantes que fazem a comunicação no processo de transferência de elétrons entre dois centros metálicos.

Em 1962, durante a conferência promovida pela Fundação R. A. Welch em Houston (EUA), Taube já vislumbrava uma possível abertura na direção dos fenômenos de transferência eletrônica em semicondutores, o que se concretizou em 1969. Nesse ano, juntamente com Carol Creutz, relatou a síntese de um composto simétrico apresentando dois átomos de rutênio ligados por uma ponte heterocíclica. Removendo um elétron desse composto, os dois pesquisadores observaram o surgimento de fenômenos típicos de semicondutores, com excitação eletrônica intervalência. A energia luminosa era utilizada para promover a passagem de um elétron de um átomo para outro, através do ligante de ponte. Este trabalho levantou a questão da existência de estados de valência intermediária (ou *delocalizada*), suscitando intensos estudos.

Na década de 1970, as pesquisas de Taube elucidaram aspectos básicos dos fenômenos intervalência e de transferência eletrônica em complexos precursores. Desses trabalhos derivaram pesquisas de grande impacto, principalmente na área de transferência eletrônica biológica. Processos de transferência eletrônica a longa distância, fenômenos de tunelamento e a utilização de modelos inorgânicos na biologia tornaram-se assuntos de grande interesse. Para se ter uma idéia de sua importância, basta lembrar que o transporte de elétrons na cadeia respiratória é feito em grande parte por enzimas que contêm metais (os *citocromos*), ocorrendo o mesmo na fotossíntese. Atualmente, as perspectivas de emprego dos complexos metálicos na conversão de energia, na fotodecomposição da água, na fixação do nitrogênio, em catálise e em quimioterapia são praticamente ilimitadas.

Em abril de 1971, Henry Taube visitou o Instituto de Química da Universidade de São Paulo, supervisionando o programa de colaboração de pesquisa em química inorgânica firmado entre o CNPq e a Academia Nacional de Ciências dos

EUA. Foi a primeira de uma extensa e proveitosa série de visitas ao Brasil.

Em trabalho conjunto com o professor Ernesto Giesbrecht, da USP, o trabalho visava a formação de pós-graduados em química inorgânica, capacitados para desenvolver pesquisas de reatividade nesse campo. Contando com a participação do doutor John Michael Malin, colaborador da equipe de Taube em Stanford, e de Henrique E. Toma, aluno de graduação na época, o grupo havia iniciado suas atividades em julho de 1970.

No ano seguinte, entraram dois novos elementos: Mercedes S. Pereira e Augusto L. Coelho. Nesse período, foram introduzidos pela primeira vez no país os métodos e equipamentos para o trabalho em cinética rápida. Sob a tutela de Taube, o grupo atingiu em pouco tempo um alto nível de produtividade, ganhando reputação internacional.

Partindo do núcleo de São Paulo, a influência de Henry Taube difundiu-se pelo Brasil através de dezenas de visitas e seminários. Despertou o interesse de

novos pesquisadores que hoje atuam em universidades de todo o país, beneficiados pela interação com a chamada "Escola de Taube". Por essa escola passaram os cérebros mais atuantes nos diversos setores da química inorgânica brasileira.

A este notável pesquisador e educador, a comunidade científica brasileira presta seu caloroso tributo no momento de sua justíssima premiação com o Nobel de 1983.

Foto UPI



Barbara McClintock

O NOBEL DE MEDICINA

A concessão do prêmio Nobel de Medicina de 1983 à pesquisadora norte-americana Barbara McClintock veio, no entender de muitos, corrigir uma injustiça que perdurou por mais de 30 anos. Ao longo deste período, alguns prêmios concedidos a outros pesquisadores se deveram, sem dúvida, a trabalhos baseados nos achados da laureada deste ano. No entanto, na década de 1940, quando os primeiros trabalhos de McClintock foram publicados, os conhecimentos genéticos acumulados não eram suficientes para a compreensão e a aceitação de suas brilhantes demonstrações e interpretações geniais.

A geneticista trabalha com o milho, que possui no endosperma triplóide

"knobs" e cromômeros (estruturas presentes nos cromossomos) que são ótimos marcadores citológicos para estudo de expressões fenotípicas. A camada superficial de aleurona, que pode desenvolver pigmentos, e as camadas inferiores, que podem desenvolver diversos tipos de amidos, açúcares e pigmentos carotenóides, constituem o principal foco da atenção da dr.^a Barbara.

Ela mesma planta e colhe seus milhos, faz os cruzamentos e prepara as lâminas para microscopia. Cuidadosa, desenvolveu e usa plantas com várias espigas, que permitem análises genéticas amplas. Meticulosa, enxerga detalhes impressionantes.

No início da década de 1930, usando um knob terminal do braço curto do cromossomo 9 do milho e alguns genes localizados neste mesmo braço, McClintock deu uma demonstração citogenética da permuta genética em plantas. Pouco depois, descreveu no milho os tipos cromatídicos e cromossômicos do ciclo conhecido como de "quebra-fusão-ponte".

Foi associando este ciclo à instabilidade da expressão de características da aleurona que a pesquisadora chegou à descrição do que alguns chamam hoje de "genes móveis". Os modelos bem definidos, seguidos pelos raros casos de variação na cor da aleurona em grãos de milho e seu paralelismo com a ocorrência do ciclo de "quebra-fusão-ponte" chamaram a atenção da pesquisadora. Posteriormente, verificou que as quebras ocorriam devido a um fator localizado no braço curto do cromossomo 9, que ela chamou de *Ds* (*dissociations*).

Como consequência da presença deste fator, várias aberrações cromossômicas puderam ser observadas, inclusive deficiências incluindo regiões próximas

ao loco *Ds*. Estas deficiências variavam bastante em extensão. Translocações entre o cromossomo 9 e outros cromossomos também foram observadas, sendo o ponto de quebra sempre o loco *Ds*. Mudanças neste fator podem ocorrer levando a alterações na frequência de quebras. McClintock chamou estas quebras de mudanças no "estado" do *Ds*.

Um importante aspecto do estudo desse fator foi a verificação de que ele podia ser transposto de um local para outro do complemento cromossômico. Em muitos casos, o aparecimento da atividade *Ds* em um local correspondia ao desaparecimento da atividade em outro local. Um processo de quebra e reconstituição cromossômica era sempre observado.

Um outro fator dominante foi verificado e chamado pela pesquisadora de *Ac* (*activator*). Na ausência do *Ac*, nenhum efeito do *Ds* podia ser observado, independente da sua localização. O *Ac* também pode mudar de posição no complemento cromossômico e, sem mudar a posição, pode mudar a dose do seu efeito.

Ac e *Ds* são relacionados; o estado e a dose de *Ac* controlam quando e onde os eventos *Ds* ocorrem. Por outro lado, é o estado de um determinado *Ds* que controla a frequência relativa de qualquer ocorrência em *Ds*.

O estudo do efeito dos fatores *Ac* e *Ds* no loco C (C, aleurona colorida, c, aleurona incolor) levou McClintock a concluir que existia o envolvimento da transposição de material cromossômico de um local para outro do complemento cromossômico. Um mutante (c^{m-1}) foi encontrado entre 4.000 grãos analisados. Este mutante exibia o mesmo comportamento do *Ds* na presença do fator *Ac*. A conclusão foi que o mutante resultou da

transposição do fator *Ds* para o loco do gene *C*; isto determinou que aparecesse pigmentação na aleurona (gene *C*) que antes era incolor.

McClintock fez uma extensa análise de outros casos de instabilidade, comparando-os com o que ocorria em outros organismos, tentando generalizar suas conclusões.

Essas observações de McClintock não diferem dos princípios em que se fundamenta a engenharia genética, o que nos leva a reconhecer que, no fim da década de 1940, este campo da ciência que vem florescendo de maneira rápida e promissora já tinha as suas bases lançadas. A impressão é mais forte quando lemos que ela dizia: "O mecanismo básico responsável por uma mudança em um loco mu-

tável deve estar associado a alterações estruturais do material cromático no loco."

A pesquisadora não ficou aí na sua contribuição científica. Fascinada pelos *knobs* dos cromossomos de milho, ela reuniu um grupo de quatro estudantes latino-americanos e, com o auxílio da Fundação Rockefeller e do Centro Internacional de Pesquisa de Trigo e Milho, desenvolveu um projeto de análise citológica das raças modernas de milho e seus parentes mais próximos (*Tripsacum* e *Teosinte*). O trabalho mostrou a existência de complexos de *knobs* cromossômicos bem definidos quanto à sua localização, ao tamanho e à origem geográfica.

A migração destes complexos pode

ser seguida, e o nível de introgressão dos complexos, que refletem a introgressão genética, também pode ser descrito e avaliado. Assim, a história das raças modernas de milho pode ser contada, definindo-se seus graus de parentesco.

Sem dúvida, mais esta contribuição da pesquisa terá, em futuro não muito distante, contribuição importante no melhoramento deste cereal (ver, neste número de *Ciência Hoje*, "Vigor de híbrido").

A relevância das descobertas de McClintock e seu exemplo de pesquisadora dedicada, cuidadosa, honesta e humana, a qualificam de maneira notável para receber o reconhecimento da humanidade através do prêmio Nobel com que foi contemplada.

Fotos UPI



W. A. Fowler



A. Chandrasekhar

O NOBEL DE FÍSICA

O prêmio Nobel de física de 1983 foi outorgado a dois eminentes astrofísicos, o norte-americano William A. Fowler e S. Chandrasekhar, indiano naturalizado norte-americano e radicado nos EUA.

É a quarta vez que a Academia Sueca de Ciências outorga a honraria a pesquisadores envolvidos com a astrofísica. Em 1970, premiou o sueco Hannes Alfvén por seus trabalhos sobre plasmas e eletrodinâmica cósmica; em 1974, distinguiu os britânicos Anthony Hewish e

Martin Ryle pela descoberta dos pulsares e, em 1978, escolheu os norte-americanos Arno Penzias e Robert Wilson, descobridores da radiação milimétrica de origem cosmológica.

S. Chandrasekhar contribuiu significativamente em diversos domínios da física e da astronomia, sendo pioneiro em vários campos atuais de pesquisa. Na teoria do transporte radiativo, que trata da interação da radiação com a matéria, apresentou — numa época em que não

existiam as facilidades hoje disponíveis de cálculo por computador — soluções matemáticas altamente elegantes para a equação de transferência radiativa, além de desenvolver métodos aproximados de grande eficiência para o cálculo numérico da solução desta equação, apresentados em diversos artigos publicados no *Astrophysical Journal*. Seu *Tratado sobre o transporte radiativo* continua a ser um dos textos básicos para todo e qualquer pesquisador neste campo.

Chandrasekhar deu ainda uma contribuição extremamente relevante ao estudo da dinâmica estelar, procurando descrever o comportamento de sistemas constituídos por um grande número de corpos em interação gravitacional. De seus trabalhos sobre a dinâmica estelar surgiu o conceito de *viscosidade dinâmica*, condição a que uma estrela está submetida devido às interações a grande distância com as demais estrelas existentes no sistema. Este resultado tem sido amplamente confirmado pelas experiências numéricas (simulações em computador) realizadas presentemente em sistemas com *n* corpos. Também neste caso, seu tratado sobre a dinâmica estelar permanece como um dos textos mais completos sobre o assunto.

Além disso, Chandrasekhar preocupou-se com as figuras de equilíbrio de sistemas em rotação, isto é, as formas que os sistemas assumem em determinadas condições de rotação, bem como com a estabilidade de inúmeras configurações de interesse astrofísico envolvendo campos magnéticos e a rotação.

Em colaboração com Leibowitz, realizou inúmeros estudos que apareceram no *Astrophysical Journal* sobre a estabilidade da elipsóide de Jacobi, dentro da abordagem "pós-newtoniana", envolvendo correções relativísticas de primeira ordem.

No campo da evolução estelar, que estuda as diversas etapas da evolução das estrelas, Chandrasekhar realizou trabalhos pioneiros. Um deles teve a co-autoria de um brasileiro, Mário Schemberg. Neste trabalho, os autores mostraram que uma estrela evolui para fora da seqüência principal do diagrama de Hertzsprung-Russell (ver "Nascimento, vida e morte das estrelas", em *Ciência Hoje* n.º 2) quando cerca de 12% do hidrogênio de seu núcleo já se tiverem transformado em hélio. Tal limite ficou conhecido como *limite de Schemberg-Chandrasekhar*, constituindo-se num marco para todos os trabalhos subsequentes. Para o conhecimento das fases finais da vida de uma estrela, Chandrase-

khara deu uma contribuição decisiva. Através do estudo de configurações autogravitantes constituídas de matéria "degenerada", Chandrasekhar mostrou que existe uma massa-limite aproximadamente igual a uma vez e meia a massa do Sol, acima da qual não há possibilidade de se manter o equilíbrio da estrela, resultando daí seu colapso gravitacional. As configurações estáveis são as estrelas conhecidas como anãs brancas, e a massa-limite é hoje conhecida como *limite ou massa de Chandrasekhar*.

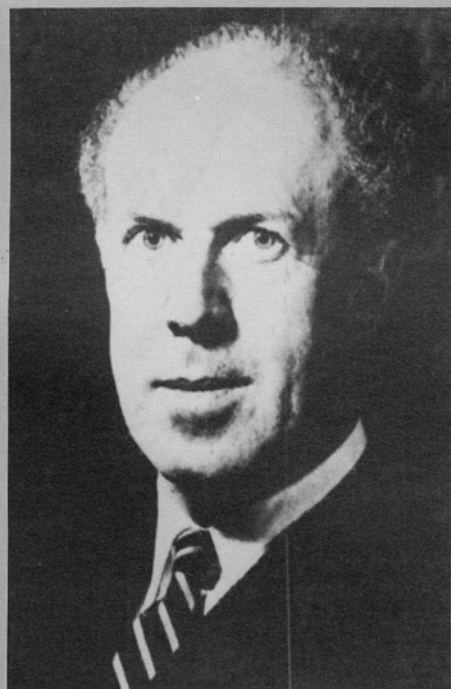
Quanto ao segundo contemplado, William Fowler, sua contribuição se concentra principalmente no campo da astrofísica nuclear. Apresentou importantes modificações na cadeia próton-próton de reações nucleares em estrelas de massa pouco maior que a do Sol, além de propor que a reação $^{21}\text{Ne} (^4\text{He}, n)^{24}\text{Mg}$ poderia ser uma importante fonte de nêutrons, contribuindo para a síntese de elementos mais pesados através dos chamados

processos s. Em colaboração com Margaret e Geoffrey Burbidge e com Fred Hoyle, escreveu um artigo memorável para a *Review of Modern Physics* em que é mostrada a nucleossíntese dos elementos ao longo da evolução estelar.

Além de contribuições no campo da astrofísica nuclear, Fowler estudou os efeitos relativísticos na estabilidade de estrelas de grandes massas. Em colaboração com Fred Hoyle, procurou explicar a energia dos quasares envolvendo estrelas com massas entre um milhão e um bilhão de vezes a massa do Sol. Apresentou importantes contribuições também para o estudo da estabilidade de estrelas onde a pressão da radiação é dominante.

Tal como Chandrasekhar, escreveu, além de inúmeros artigos científicos, tratados de astrofísica nuclear e nucleossíntese que ainda se mantêm como referências básicas nessa área de estudo.

Foto UPI



Gerard Debreu

O NOBEL DE ECONOMIA

Segundo a imprensa, o anúncio da concessão do prêmio Nobel de economia ao professor Gérard Debreu encontrou-o agradavelmente surpreso. É bem provável que tenha surpreendido também boa parte do público, inclusive os

próprios economistas. Com efeito, a influência do professor Debreu, enorme no círculo dos economistas matemáticos, quase não é conhecida do público não especializado, diversamente do que ocorreu com alguns premiados de anos anteriores, como Milton Friedman, Wassily Leontieff e Paul Samuelson.

Francês de nascimento, Debreu diplomou-se na Ecole Normale Supérieure de Paris em 1944, tendo sido pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa Científica da França (CNRS) de 1946 a 1948. Mudou-se para os EUA em fins de 1948, tendo sido pesquisador na Universidade de Harvard e depois na Cowles Commission (um centro de pesquisas em economia matemática); nos últimos anos, vem trabalhando na Universidade de Berkeley, na Califórnia.

Na obra de Debreu, pode-se identificar a influência dominante de dois grandes economistas do passado: Adam Smith (1723-1790) e Leon Walras (1834-1910). De Walras, Debreu herdou a preocupação com o rigor matemático das construções teóricas em economia. De Smith veio a motivação para demonstrar as propriedades de eficiência e bem-estar das economias de livre mercado.

Adam Smith acreditava que o mercado, atuando como uma "mão invisível", cuidaria, através do sistema de pre-

ços, para que a conjugação dos desejos egoístas de cada indivíduo resultasse em um conjunto harmonioso, benéfico para todos. A demonstração dessa tese se encontra em sua principal obra, *A riqueza das nações*. Leon Walras foi o responsável pela introdução dos modelos de equilíbrio geral na economia, modelos que são descrições matemáticas detalhadas de uma economia competitiva hipotética, onde são enumeradas as equações que descrevem o comportamento de todas as variáveis importantes. Fazendo uma analogia, trata-se de analisar uma floresta pelo exame de cada uma de suas árvores, sem perder de vista o conjunto, em vez de se concentrar em uma única árvore, como seria o caso das análises parciais. Diz-se então que um sistema de preços equilibra essa economia se impedir a ocorrência de excessos de demandas sobre ofertas em cada um dos diferentes mercados.

A contribuição fundamental de Debreu foi ter provado matematicamente, pela primeira vez, a existência de pelo menos um tal vetor de preços de equilíbrio, no contexto dos modelos walrasianos e sob hipóteses relativamente simples. Além disso, foi capaz de demonstrar matematicamente as condições em que a citada situação de equilíbrio é efi-

ciente “no sentido de Pareto”, isto é: aloca os recursos da melhor forma possível, concedendo aos indivíduos o máximo de bem-estar. Seus trabalhos mais importantes são “Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy” (“Existência de um equilíbrio para uma sociedade competitiva”), publicado em *Econometrica*, vol. 22, 1954 e escrito em colaboração com Kenneth Arrow, e o livro *The Theory of Value: an Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium* (A teoria do valor: uma análise axiomática do equilíbrio econômico) publicado pela Fundação Cowles em 1959.

Os modelos desenvolvidos por Debreu possibilitam ainda várias aplicações, como: a demonstração das condições ótimas de intervenção do Estado na economia; o estudo comparativo dos efeitos da colocação de impostos diretos e indiretos; a introdução do tempo no modelo walrasiano; o tratamento dos chamados “bens públicos” etc.

Embora haja consenso entre muitos economistas acerca da justeza da premiação de Debreu, persistem no meio acadêmico dúvidas quanto à relevância de sua linha de pesquisa: há os que contestam o uso de modelos matemáticos

em economia, enquanto outros denunciam os propósitos ideológicos que estariam por trás dos teoremas de equilíbrio e eficiência, enquanto outros ainda assinalam as hipóteses restritivas que garantem tais resultados. Em todo caso, ao estabelecer as condições em que determinada situação econômica é teoricamente “ótima”, torna-se possível analisar a situação real em comparação com esse modelo teórico, intervindo nela de modo a estreitar a defasagem existente entre uma e outra.

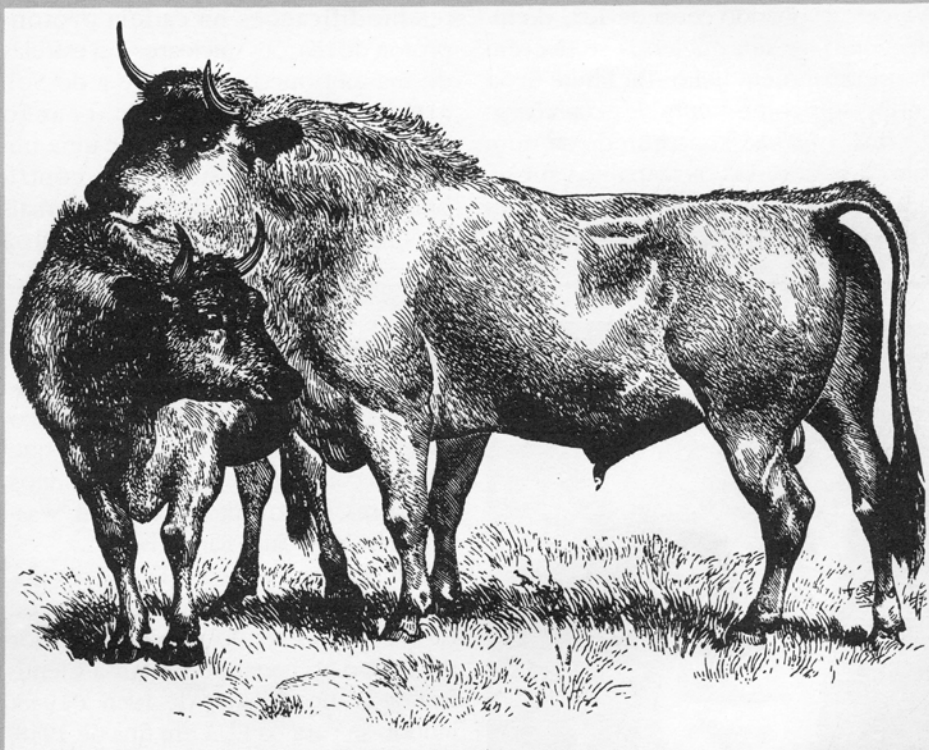
NOVA PRAGA AMEAÇA O GADO NO BRASIL

Constatou-se recentemente a introdução, no Brasil, de uma séria praga do gado bovino, originária do Velho Mundo. Trata-se da mosca conhecida como *hornfly* (*Haematobia irritans*), pequeno inseto hematófago de cerca de 4mm de comprimento — metade do comprimento da mosca doméstica. A *Haematobia irritans* forma bandos, atacando o gado, que pica em várias partes do corpo, sugando seu sangue. Como resultado das picadas, o gado se alimenta mal, apresentando uma redução de 10 a 20% no ganho de peso e na produção de leite.

O aparelho bucal da *H. irritans* é semelhante ao da “mosca-dos-estábulo” (*Stomoxys calcitrans*), exceto pelo lábio, que é relativamente mais robusto na base. O palpo — apêndice bucal — é tão longo quanto a probóscide, ou “tromba” do inseto.

A biologia e os hábitos da *hornfly* foram revistos em detalhes pelos pesquisadores McIntock e Depner já em 1954: o animal deposita seus ovos principalmente em excrementos bovinos. Os ovos são colocados em grupos de seis a sete na superfície dos excrementos e, em condições de laboratório, as fêmeas raramente depositam mais de 20 ovos. O período larval dura de três a cinco dias, e o período pupal de seis a oito.

A *H. irritans* raramente ataca o homem, tendo importância exclusivamente veterinária. Como no caso de outros dípteros

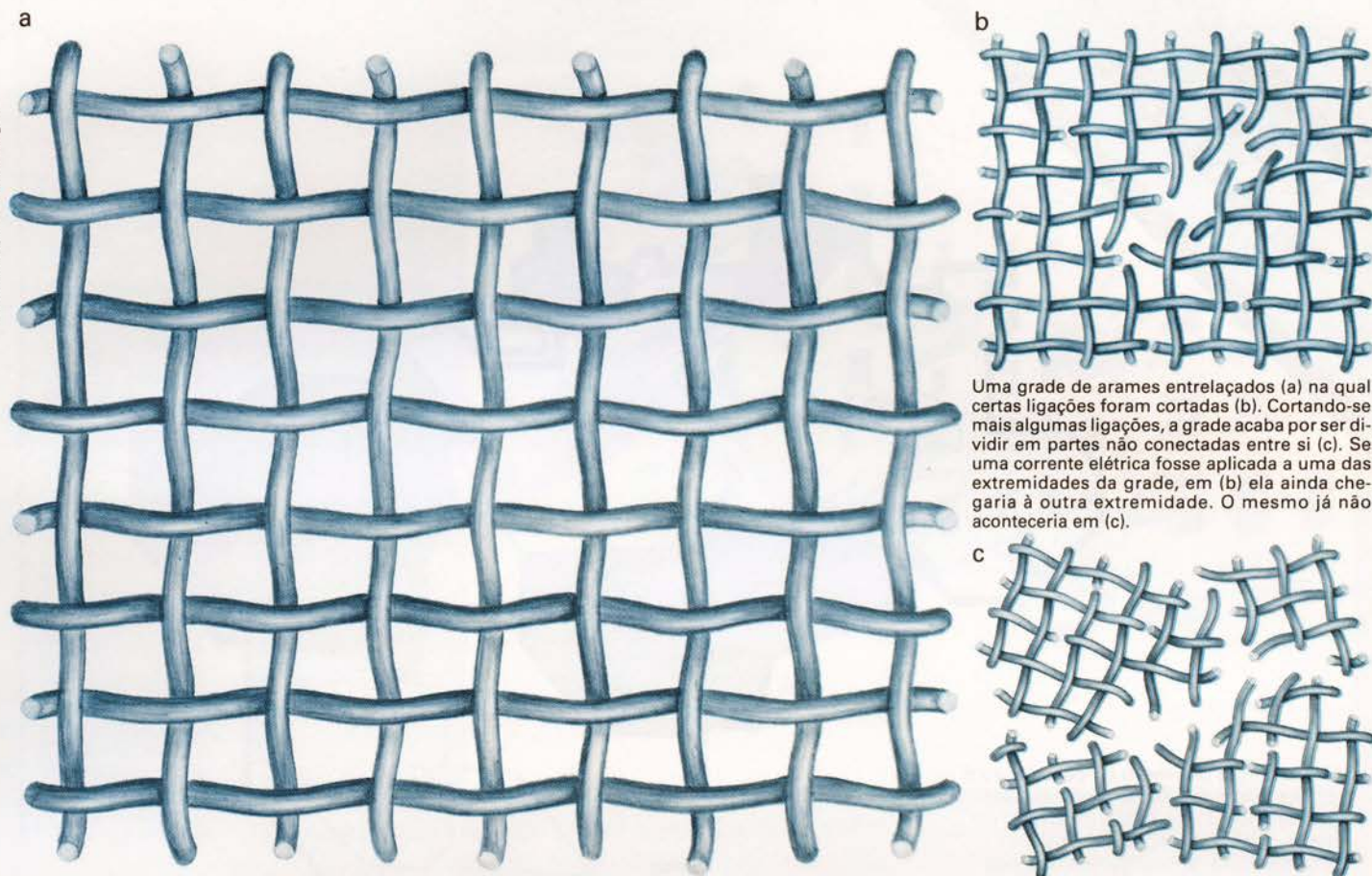


hematófagos, a *Haematobia* também é suspeita de transmitir patógenos.

Os primeiros registros de existência desta praga no Brasil vieram de Boa Vista (RR), onde é conhecida desde 1980 em propriedades rurais e em abatedouros. Registros recentes, de 1982, assinalam a existência dessa mosca em Manaus. Encontrada em quase todos os países do continente americano, do Chile ao Canadá, acredita-se que a *H. irritans* tenha sido introduzida no Brasil por gado trazido da Venezuela.

Diante dos prejuízos que sua difusão pode trazer à pecuária nacional, espera-se que os setores do governo ligados a essa atividade tomem conhecimento da ameaça que a praga representa, impedindo sua dispersão pelos rebanhos do sul do país

Colaboraram: Prêmio Nobel: química (Henrique E. Toma); física (J.A.F. Pacheco); economia (Lauro Flávio Vieira de Faria); medicina (Almiro Blumenschein); nova praga do gado (J.H. Guimarães).



Uma grade de arames entrelaçados (a) na qual certas ligações foram cortadas (b). Cortando-se mais algumas ligações, a grade acaba por ser dividida em partes não conectadas entre si (c). Se uma corrente elétrica fosse aplicada a uma das extremidades da grade, em (b) ela ainda chegaria à outra extremidade. O mesmo já não aconteceria em (c).

uma teoria matemática descreve as mudanças de fase: o exemplo da **PERCOLAÇÃO**

Paulo Murilo Castro de Oliveira

Professor-adjunto do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense

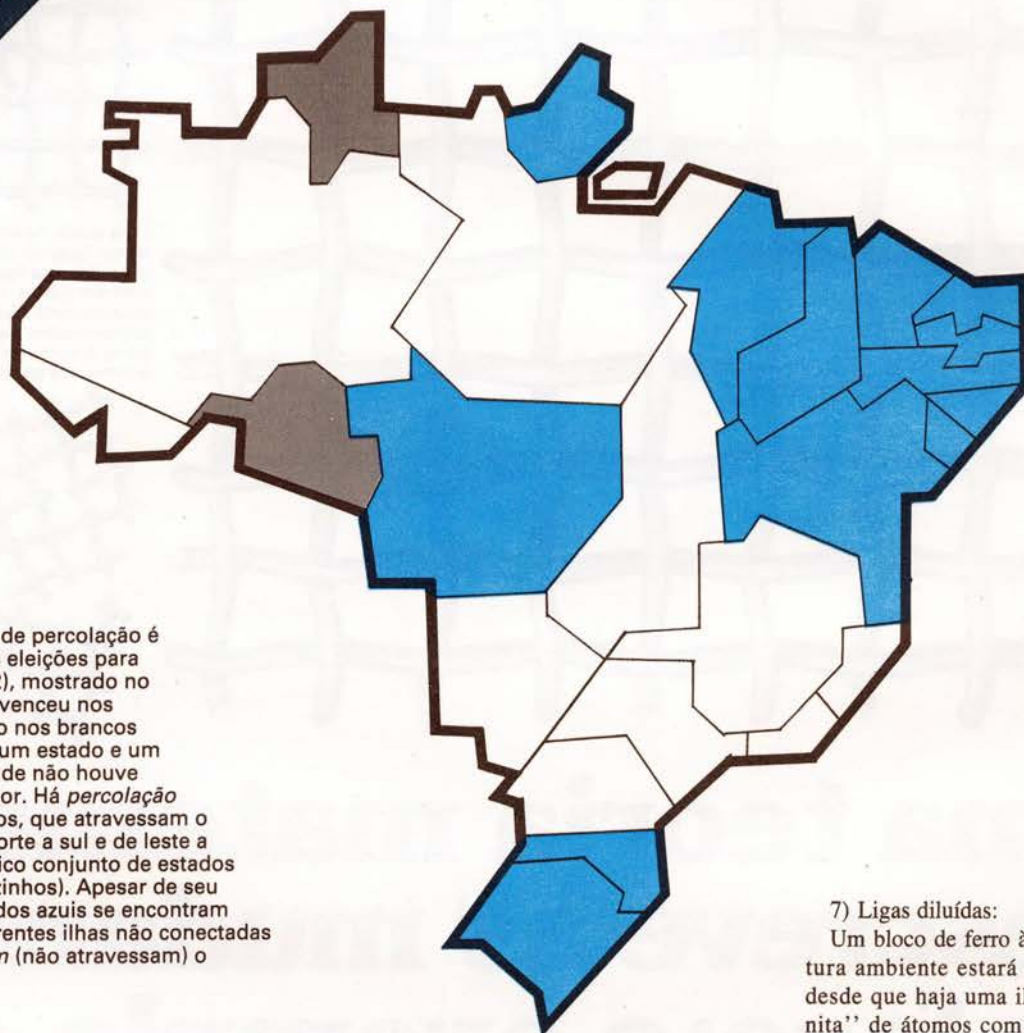
Encontram-se na natureza vários sistemas físicos que se apresentam sob aspectos diversos, como por exemplo o gelo, a água (líquida) e o vapor d'água. Nesses casos, o sistema é o mesmo — diz-se que apresenta *fases* diferentes. Com a variação de certos parâmetros, como a temperatura ou a pressão, o sistema pode sofrer uma *transição de fase*, como ocorre por exemplo na transformação da água líquida em vapor.

No entanto, no ponto em que a água ferve e passa a transformar-se em vapor (100°C à pressão de uma atmosfera), as duas fases coexistem no mesmo recipiente, ou seja: a água continua presente enquanto o vapor se forma. Variando-se a pressão, este tipo de fenômeno (a transição líquido → vapor) pode ser observado até a temperatura de 374°C, ponto (*valor crítico*) a partir do qual esta coexistência das fases se torna impossível, e não se pode mais distinguir a água líquida

do vapor, tal o grau de agitação das moléculas: a água se transforma em gás. Os físicos costumam distinguir estes dois tipos de transição: o primeiro é chamado de *transição de fase de primeira ordem*, e o outro de *transição de fase de segunda ordem*.

Outro exemplo muito difundido é o de materiais magnéticos, como o ferro. Cada átomo deste material tem um momento magnético intrínseco, como se fosse um ímã microscópico que gera um

Exemplos de Percolação



Um exemplo pitoresco de percolação é o resultado das últimas eleições para governador (15/11/1982), mostrado no mapa, onde a situação venceu nos estados azuis, enquanto nos brancos venceu a oposição. Há um estado e um território (cinzentos) onde não houve eleições para governador. Há *percolação* entre os estados brancos, que atravessam o território nacional de norte a sul e de leste a oeste formando um único conjunto de estados conectados entre si (vizinhos). Apesar de seu maior número, os estados azuis se encontram ilhados em quatro diferentes ilhas não conectadas entre si, e não *percolam* (não atravessam) o território nacional.

Apresentamos a seguir uma lista de alguns sistemas reais relacionados com o problema da percolação, que afloraram na lembrança do autor. Há evidentemente um número muito maior de exemplos mais ou menos interessantes ou exóticos.

1) Propagação de pragas numa plantação:

Dependendo da distância entre duas plantas vizinhas, do arranjo geométrico (rede quadrada ou triangular por exemplo), e de eventuais alternâncias entre plantas vizinhas de diferentes espécies, pode-se controlar a probabilidade de percolação de uma praga.

2) Formação de continentes:

Dependendo do nível da água dos oceanos, de um mar ou mesmo de uma lagoa, poderá ou

não haver um continente (ou uma ilha "infinita") aflorando ao nível da água. Se abaixarmos gradativamente o nível da água, ilhas finitas vão aumentando e se incorporando umas às outras, até que, abaixo de um certo nível crítico, aparece o continente.

3) Filtragem de café:

Colocando-se pó seco no saco de filtragem e jogando água aos poucos, a água só irá percolar depois de uma certa quantidade crítica de água já ter sido vertida.

4) Prospeção de petróleo:

As regiões do subsolo onde há petróleo podem ser determinadas pelas propriedades de filtragem do solo da região.

5) Colônia de bactérias:

Espalham-se umas poucas bactérias *separadas* na superfície de um meio de cultura sólido. Uma

das bactérias está contaminada por um vírus. As bactérias se reproduzem e formam colônias naquela superfície. Com o correr do tempo, as várias colônias crescem e se fundem umas às outras; depois de decorrido um certo tempo crítico, todas as bactérias estarão contaminadas pelo vírus.

6) Reator nuclear:

A reação nuclear num reator é controlada pela imersão de placas metálicas no combustível. Estas placas tendem a isolar entre si as várias posições onde há combustível. Retirando gradativamente estas placas, as porções de combustível em contato direto vão aumentando de tamanho. Ultrapassada uma certa massa crítica de combustível em contato direto, o reator inicia uma reação em cadeia, como numa bomba atômica.

7) Ligas diluídas:

Um bloco de ferro à temperatura ambiente estará imantado desde que haja uma ilha "infinita" de átomos com seus momentos magnéticos alinhados (já que cada átomo funciona como um ímã microscópico). Se substituirmos gradativa e aleatoriamente átomos de ferro por átomos de um outro material *não magnético*, estaremos formando uma liga diluída. Aumentando a concentração de átomos de ferro já substituídos, a partir de uma certa concentração crítica o material perderá suas propriedades magnéticas, porque estará destruída a ilha "infinita" responsável por elas.

8) Formação de nuvens e precipitação de chuvas:

A água que se evapora da superfície terrestre vai-se acumulando em nuvens, e estas vão crescendo e se aglomerando. A chuva começa a cair a partir de um ponto crítico de acumulação de vapor nas nuvens.

campo magnético à sua volta. Se todos estes átomos, ou uma grande parte deles, estiverem com seus respectivos campos magnéticos orientados na mesma direção e no mesmo sentido, os campos magnéticos gerados por eles se reforçam, e o material como um todo funciona como um ímã macroscópico: diz-se nesse caso que está magnetizado. Os materiais do tipo do ferro (ditos ferromagnéticos) possuem *magnetização espontânea*, isto é, são magnetizados naturalmente, a menos que estejam a altas temperaturas, as quais tendem a destruir o alinhamento dos vários momentos magnéticos por efeito da agitação térmica. Desta forma, se esquentarmos gradativamente um ímã, ele perderá suas propriedades magnéticas a partir de uma temperatura crítica característica do material de que é feito. Esta mudança brusca de comportamento é também uma transição de fase de segunda ordem, inteiramente equivalente à que ocorre no caso da água à temperatura crítica de 374°C. Há também, no caso do magnetismo, o equivalente à transição de primeira ordem (que ocorre com a água à temperatura de 100°C e à pressão de uma atmosfera), que consiste em simplesmente inverter a polarização do ímã — trocar o pólo sul pelo pólo norte — através da aplicação de um campo magnético externo contrário ao do ímã. A teoria do grupo de renormalização, que teve sua aplicação desenvolvida pelo físico norte-americano Kenneth G. Wilson (prêmio Nobel de física em 1982), diz respeito às transições de fase de segunda ordem, cada vez mais freqüentes no cotidiano das tecnologias modernas: exemplos de sistemas com transições de fase deste tipo são os metais que, abaixo de uma temperatura crítica, se transformam em *supercondutores*, apresentando resistência elétrica nula; os *superfluidos*, materiais que fluem sem viscosidade abaixo de uma temperatura crítica; os *polímeros*, que formam gelatinas também abaixo de certa temperatura, e outros.

Todos esses sistemas, curiosamente, têm um comportamento equivalente nas proximidades do ponto crítico, tanto quantitativa como qualitativamente, a despeito da enorme diversidade que possa haver entre eles. De alguma forma, os fenômenos críticos, ou seja, aqueles que são observados nas proximidades do ponto crítico, são *universais*, independentes das características específicas do material em questão, variando apenas em função de sua configuração espacial.

Assim, tanto a água que está a ponto de virar gás como o metal que está em vias de se transformar em supercondutor se comportam de forma equivalente, e todos esses processos de transição de fase de segunda ordem podem ser estudados de modo mais claro recorrendo-se à teoria do grupo de renormalização.

Para ilustrar, por um lado, as propriedades essenciais de qualquer sistema que sofre uma transição de fase de segunda ordem e, por outro, as características fundamentais da teoria criada por Kenneth Wilson, iremos examinar um exemplo específico de transição: a *percolação*, termo que significa “filtragem, passagem de um líquido através de interstícios” (ver “Exemplos de percolação”).

O caso que iremos considerar é mais abstrato; nele, pretende-se fazer passar algum tipo de informação através da rede quadrada $b \times b$ apresentada na figura 1. Nela, há um total de $N = 2b^2$ ligações entrelaçadas. Suponhamos que algumas delas permitem a passagem de informação, e outras não.

Convencionaremos chamar de *presentes* as ligações que transmitem informação, e de *ausentes* as que bloqueiam a passagem de informação. Como exemplo concreto, a figura 1 poderia representar as ruas de uma cidade que sofreu um bombardeio aéreo, e que, como consequência, haja ruas destruídas por onde um automóvel não passa e outras intactas, pelas quais se pode passar. Um motorista deseja atravessar a cidade entrando em qualquer uma das ruas verticais abaixo da linha 1 (ver figura 1), e saindo em algum ponto da linha b . Dependendo do grau de estrago causado pelo bombardeio, o motorista pode ou não conseguir atravessar a cidade. O parâmetro importante no caso é a existência ou não de um caminho contínuo de ruas intactas (ligações presentes). Se houver condições de conhecer a *configuração* (quais as ruas intactas e quais as destruídas) específica em que se encontra a cidade, por exemplo através de uma fotografia aérea, o motorista poderá saber se conseguirá ou não atravessá-la.

Consideraremos que o motorista não tem acesso a informações detalhadas sobre cada rua, mas apenas informações sobre a cidade como um todo, informações *macroscópicas*, como por exemplo o número total de ruas intactas. Mais especificamente, consideraremos que o motorista conhece apenas o valor p da

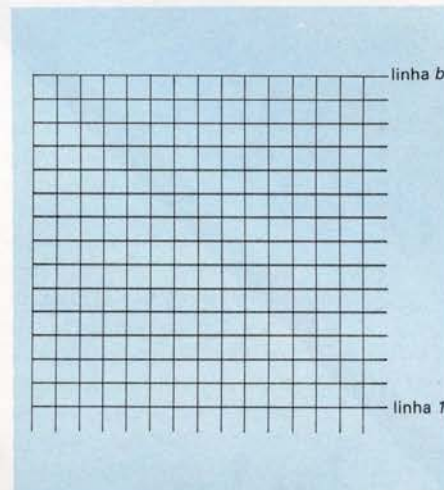


Fig. 1. Rede quadrada $b \times b$, com b linhas e b colunas (aqui, $b = 15$).

probabilidade de que uma rua qualquer tenha escapado do bombardeio e esteja intacta. Se a cidade for bastante grande (no limite $b \rightarrow \infty$, em que b tende a infinito), a quantidade p pode ser interpretada como a *concentração de ligações presentes*, ou seja, a fração de ruas intactas em relação ao número total N . Obviamente, conhecer o valor de p não é suficiente para que se saiba se o motorista conseguirá ou não atravessar a cidade. Veremos no entanto, a seguir, que o conhecimento do valor de p se tornará suficiente para responder àquela questão no limite de uma cidade muito grande ($b \rightarrow \infty$). Para tal, podemos tentar calcular a probabilidade $P_b(p)$ de que a rede $b \times b$ da figura 1 apresente um caminho contínuo de ligações presentes que permita atravessá-la: neste cálculo, devemos considerar todas as configurações possíveis que apresentem um tal caminho, que denominaremos *configurações percolantes*.

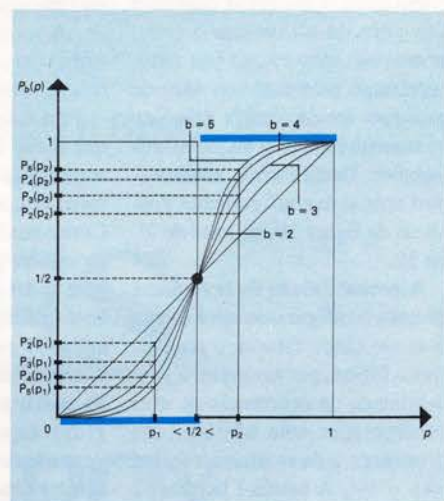


Fig. 2. Gráficos de probabilidade $P_b(p)$ de atravessar uma rede quadrada $b \times b$, para $b = 2, 3, 4$ e 5 . Em azul, o limite de grandes redes ($b \rightarrow \infty$).

Cálculo de $P_b(p)$

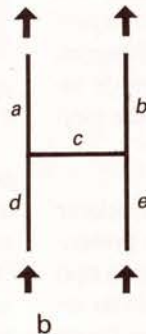
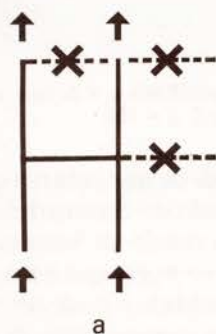


Fig. 3. a) Rede 2x2: as 3 ligações tracejadas são irrelevantes; b) apenas 5 ligações são relevantes, denominadas *a*, *b*, *c*, *d* e *e*. As setas indicam as possíveis entradas e saídas.

Tomemos como exemplo a rede 2x2 representada na figura 3. Cada ligação pode estar presente ou ausente, aleatoriamente, segundo probabilidades p ou $1-p$, respectivamente. Dependendo de quais ligações estejam presentes ou ausentes, ou seja, dependendo da *configuração* em que se encontra o sistema, será possível ou não atravessar a rede desde uma das duas entradas até uma das duas saídas. As três ligações tracejadas não precisam ser consideradas, uma vez que não contribuem para o eventual caminho que permita atravessar a rede: se este caminho existir (ou não), continuará existindo (ou não) de qualquer modo, esteja presente ou ausente cada uma daquelas três ligações. Desta forma, analisaremos apenas as configurações possíveis da figura 3b, no total de 2^5 , ou 32.

A probabilidade de ocorrência de cada configuração será o produto de cinco fatores p ou $1-p$. Desta forma, por exemplo, a probabilidade de ocorrência de uma configuração com três ligações presentes e duas ausentes será $p^3(1-p)^2$. A tabela I lista as 32

configurações possíveis para a figura 3b, destacadas em azul as *configurações percolantes*, que permitem atravessar a rede.

A probabilidade $P_2(p)$ de se conseguir atravessar a rede é a soma das probabilidades de ocorrência de *todas* as configurações percolantes, uma vez que não se sabe *a priori* qual a configuração particular em que o sistema se encontrará. $P_2(p)$ é a soma de todas as probabilidades em azul na tabela I. A soma das demais, em negro, nos daria a probabilidade de *não* se conseguir atravessar a rede. A soma de todos os valores, azuis e negros, dará como resultado o valor 1.

Para redes maiores do que esta, que mede 2x2, o cálculo é mais trabalhoso por ser maior o número de configurações possíveis. Com o auxílio do computador, foi no entanto possível calcular $P_b(p)$ para redes de tamanho até 5x5. Estes cálculos foram executados em 1979 pelo grupo de pesquisa em transições de fase da PUC/RJ, do qual o autor fazia parte. Outro grupo equivalente, no CBPF, vem executando cálculos semelhantes desde a mesma época.

TABELA I

Configuração	Ligações		Probabilidade de ocorrência
	Presentes	Ausentes	
	abcde	—	p^5
	abcd	e	$p^4(1-p)$
	abce	d	
	abde	c	
	acde	b	
	bcde	a	
	abc	de	$p^3(1-p)^2$
	abd	ce	
	acd	be	
	bcd	ae	
	abe	cd	
	ace	bd	
	bce	ad	
	ade	bc	
	bde	ac	$p^2(1-p)^3$
	cde	ab	
	ab	cde	
	ac	bde	
	ad	bce	
	ae	bcd	
	bc	ade	
	bd	ace	
	be	acd	$p(1-p)^4$
	cd	abe	
	ce	abd	
	de	abc	
	a	bcde	
	b	acde	$p(1-p)^4$
	c	abde	
	d	abce	
	e	abcd	$p(1-p)^4$
	—	abcde	
			$(1-p)^5$

Soma de todas as probabilidades percolantes: $P_2(p) = p^5 + 5p^4(1-p) + 8p^3(1-p)^2 + 2p^2(1-p)^3 = 2p^5 - 5p^4 + 2p^3 + 2p^2$

O método que usaremos, embora não seja o mais econômico, é o mais direto: verificar uma a uma todas as configurações possíveis, classificar as percolantes e, finalmente, somar as probabilidades de ocorrência de cada uma destas últimas. O número total de configurações é 2^N , já que cada uma das N ligações pode estar em 2 situações: presente ou ausente. Devido ao crescimento exponencial (2^N) do total de configurações a serem verificadas uma a uma, não se pode calcular $P_b(p)$ para grandes redes. Para $b = 2, 3, 4$ e 5 , no entanto, as funções $P_b(p)$ são conhecidas; seus gráficos estão representados na figura 2. Apesar de não termos os gráficos para grandes redes, podemos notar que são tanto mais inclinados na região central perto do ponto $(1/2, 1/2)$ quanto são maiores os valores de b . O ponto $(1/2, 1/2)$, por sua vez, é comum a todos os gráficos, independentemente do tamanho b da rede. A origem $(0,0)$ e o ponto $(1,1)$ também são comuns a todos os gráficos.

Para qualquer valor fixo de p , excluindo-se os casos especiais $p = 1/2, 0$ e 1 , o valor da função $P_b(p)$, medido verticalmente nos gráficos, *varia* com o aumento do tamanho b da rede, havendo duas regiões distintas no eixo p : a primeira, $p < 1/2$ (p menor do que $1/2$) — ver p_1 assinalado na figura 2, onde $P_b(p)$ diminui indefinidamente com o aumento do tamanho b da rede; e a segunda, $p > 1/2$ (p maior do que $1/2$) — ver valor p_2 , onde $P_b(p)$ se aproxima indefinidamente de 1. Note o limite $b \rightarrow \infty$ em azul na figura 2.

Para grandes redes, portanto, só há duas possibilidades: primeira, temos certeza de que *não* se consegue atravessar a rede toda (probabilidade $P_b(p)$ nula) se menos da metade das ligações estiverem presentes, ou seja, se $p < 1/2$; segunda possibilidade, *há* também *certeza* (probabilidade $P_b(p) = 1$) um caminho que atravessa a rede, no caso de mais da metade das ligações estarem presentes, ou seja, se $p > 1/2$. O caso-limite em que exatamente a metade das ligações estarão presentes não é importante quando se trata de um sistema macroscópico ($N \rightarrow \infty$), em que mais uma ou menos uma dentre as N ligações fará $P_b(p)$ tender para 1 ou 0 respectivamente. De qualquer maneira, temos $P_b(1/2) = 1/2$ para qualquer valor de b . A observação importante é que, fora este caso patológico (mas irrelevante) no qual $p = 1/2$, poderemos sempre *ter certeza* de se conseguir ou não atravessar a rede macroscópica (insistimos). No caso

$b \rightarrow \infty$, diz-se que o sistema sofre uma transição de fase com o aumento da concentração p de ligações presentes.

Um novo exemplo concreto seria uma rede de condutores elétricos (fios de cobre, nas ligações presentes). Liga-se um terminal de uma pilha a todos os pontos da linha b da figura 1, e o outro terminal da pilha aos extremos de baixo de todas as ligações verticais abaixo da linha 1. As duas fases do sistema seriam então: *condutor* para $p > P_c = 1/2$; ou *isolante* para $p < P_c = 1/2$. A transição de um para o outro destes dois regimes de funcionamento se dá *bruscamente*, quando a concentração p , variando, cruza o valor crítico $P_c = 1/2$. Se realizássemos uma experiência preenchendo gradativa e aleatoriamente com ligações de cobre uma rede quadrada inicialmente vazia, verificaríamos que o sistema passa bruscamente de isolante a condutor, da mesma forma que o circuito elétrico de uma cidade se restabelece de repente — a luz “volta” — quando o defeito que o bloqueia em algum ponto é consertado.

Ao longo do preenchimento gradativo da rede quadrada macroscópica com ligações de cobre, vão se formando aleatoriamente *ilhas* de fios conectados en-

tre si. No início do processo, quando a concentração de ligações já preenchidas com cobre é ainda pequena, tais ilhas são todas de pequeno tamanho. À medida que a concentração p aumenta, as ilhas também crescem. Para medir este “tamanho” das ilhas, podemos definir o chamado *comprimento de correlação* (L) como o valor médio da largura das ilhas. Quando a concentração p ultrapassa o valor crítico $p_c = 1/2$, aparece uma *ilha infinita* (de tamanho comparável ao da própria rede) que não havia aparecido antes. A existência desta ilha transforma o sistema, que era isolante do ponto de vista macroscópico, em condutor do mesmo ponto de vista. À medida que a concentração p se aproxima do valor crítico, o comprimento de correlação L aumenta indefinidamente, e se torna infinito exatamente na concentração crítica p_c . Uma vez ultrapassado este valor crítico, o comprimento de correlação continua a ser definido como o valor médio da largura das ilhas *finitas*, isto é, descontando-se a recém-criada ilha infinita. Desta forma, L passa a diminuir depois que a concentração crítica é ultrapassada, uma vez que algumas ilhas vão sendo gradativamente incorporadas à ilha infinita. A figura 4 esquematiza o gráfico de L versus p .

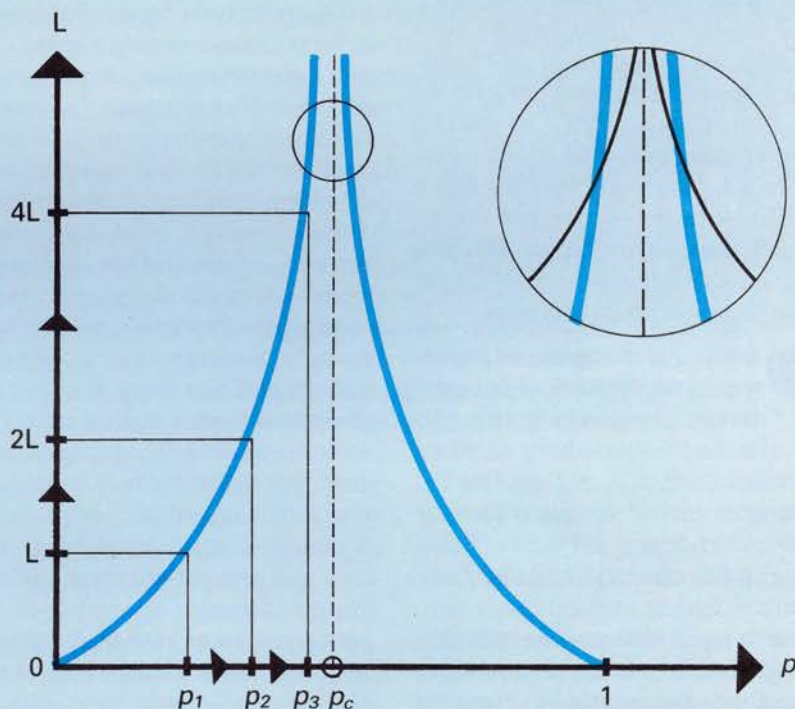


Fig. 4. Gráfico do comprimento de correlação L (largura média das ilhas) em função da concentração p . Em destaque, no círculo ampliado, é apresentado um comportamento crítico bastante acentuado (em azul), no qual L diverge *rapidamente*, comparado a um outro comportamento crítico possível, menos acentuado (em preto).

Uma característica fundamental da transição é sua *rapidez*, ou seja, a forma mais acentuada ou mais suave como L cresce à medida que a concentração se aproxima de seu valor crítico. Note-se, na figura 4, que o aumento do comprimento de correlação de L para $2L$ se dará à custa de um aumento na concentração de p_1 para p_2 . Para aumentar ainda mais o comprimento de correlação, de $2L$ para $4L$, deveremos aumentar a concentração de p_2 para p_3 . O importante é notar que *aumentos cada vez maiores* no comprimento de correlação (de L para $2L$, e depois de $2L$ para $4L$) correspondem a *aumentos cada vez menores* na concentração (de p_1 para p_2 o aumento é maior do que de p_2 para p_3). Os físicos determinam o grau mais acentuado ou mais suave da transição através de um *expoente crítico* n , que aparece na fórmula matemática do gráfico da figura 4 nas proximidades do ponto crítico:

$$L \text{ é proporcional a: } \frac{1}{|p - p_c|^n}$$

Se tivéssemos $n = 1$, poderíamos traduzir para linguagem corrente o conteúdo da fórmula acima: o comprimento de correlação L seria *inversamente proporcional* ao quanto estivermos distantes da concentração crítica p_c , pois $|p - p_c|$ é uma medida desta distância. O valor $n = 1$ é verdadeiro, por exemplo, para uma *linha unidimensional* de condutores em série (conectados um atrás do outro, formando uma fila). No caso da nossa rede quadrada, o valor de n é exatamente $4/3$. Este valor significa que a transição isolante $\rightarrow$ condutor é mais acentuada (isto é, mais “rápida”) no caso da rede quadrada *bidimensional* do que no caso da linha *unidimensional*.

Para a rede triangular esquematizada na figura 5, já foi estabelecido que a transição isolante $\rightarrow$ condutor se dá na concentração crítica: $p_c = 2 \text{ sen } (\pi / 18) \approx 35\%$, valor menor do que o anterior da rede quadrada: $p_c = 1/2 = 50\%$. É fácil compreender esta diferença se compararmos as figuras 1 e 5; podemos verificar, então, que é efetivamente mais fácil atravessar a rede triangular, que apresenta seis possíveis caminhos partindo de (ou chegando a) cada vértice, contra apenas quatro na rede quadrada. Aumentando gradativamente a concentração p , a rede triangular se torna condutora *antes* da rede quadrada. A divergência de L na figura 4 (linha pontilhada

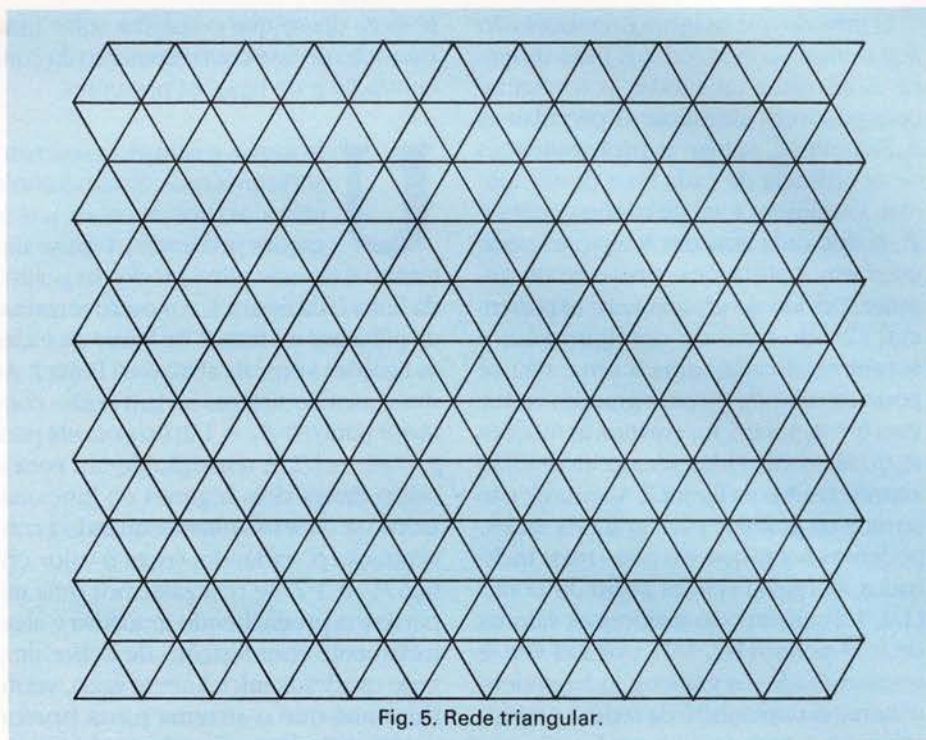


Fig. 5. Rede triangular.

onde L se torna infinito) estaria localizada um pouco mais à esquerda no caso da rede triangular.

O fato físico importante é que a *rapidez* da transição determinada pelo expoente n é a *mesma* para as redes triangular e quadrada, assim como para qualquer rede *bidimensional*. Isto significa que o gráfico da figura 4 apresenta o mesmo comportamento crítico, tanto para a rede triangular nas proximidades de $p_c \approx 35\%$ quanto para a rede quadrada nas proximidades de $p_c = 50\%$. O valor $n = 4/3$ é válido para ambas as redes, assim como para qualquer outra rede bidimensional. Tentemos compreender esta *universalidade* do comportamento crítico das duas redes. Para concentrações crescentes, que se aproximam do valor crítico p_c , as ilhas de ligações conectadas entre si já são muito grandes, de forma que L é muito maior do que o tamanho de uma ligação individual. Para estudarmos como cresce ainda mais uma qualquer destas ilhas, devemos observá-la de um ponto de vista que permita enxergar a ilha *toda*, ou seja, devemos observá-la *de longe*, para termos um grande campo visual. Lembremos que estamos tratando de redes “infinitas”, ou seja, muito maiores do que as das figuras 1 ou 5. Observando uma tal rede “de longe”, veremos as várias ilhas e poderemos estudar seu crescimento com o aumento da concentração p . Não poderemos distinguir, contudo, se a rede é quadrada ou triangular,

já que, “de longe”, não veremos cada ligação individualmente, ficando sem saber como elas se entrelaçam, se formando quadrados ou triângulos. A rapidez com que uma ilha já macroscópica vai aumentando ainda mais de tamanho deverá, então, ser a mesma para as duas redes. Se, por outro lado, observarmos a rede através de uma lente que permita penetrar *localmente* num pedaço do interior de uma ilha, poderemos saber se a rede é quadrada ou triangular, mas então teremos perdido completamente a visão do crescimento da ilha como um todo, porque suas bordas estarão fora do nosso campo visual.

As transições de fase são, em geral, fenômenos *macroscópicos*, e como tal sua rapidez (determinada por n) não depende da *situação local microscópica* do sistema físico, mas apenas de características macroscópicas do mesmo, como por exemplo o fato do sistema se estender sobre uma linha (sistema unidimensional), sobre um plano (bidimensional), ou ainda sobre o espaço (tridimensional). O ponto exato (ponto crítico) em que se dá a transição, este sim, depende em geral também da *situação local microscópica* do sistema.

Tomemos uma rede quadrada ou triangular (tanto faz), com uma concentração de ligações presentes um pouco menor do que o valor crítico. Esta rede já possui ilhas bastante grandes de ligações conectadas entre si, embora ainda não haja a

ilha infinita. Tomemos uma destas ilhas como representante das demais, a fim de adotarmos sua largura como se fosse o valor médio L de todas as ilhas: trata-se de uma "ilha média". Um modo de aumentar a largura L da nossa ilha é aumentarmos gradativamente a concentração aproximando-a do valor crítico, como indicam as setas da figura 4. Uma outra maneira de conseguir o mesmo efeito (aumentar a largura L da nossa ilha) é observá-la através de uma lente *zoom* de aumento regulável, como mostra a figura 6. No caso, estamos adotando um *fator de escala linear* igual a 2, já que o comprimento de correlação L é multiplicado por 2 a cada nova regulagem da lente *zoom*.

A questão fundamental é *sincronizar* os dois processos possíveis que permitem dobrar sucessivamente o comprimento de correlação ($L \rightarrow 2L \rightarrow 4L$), o primeiro através da regulagem da lente *zoom* e o segundo diminuindo sucessivamente, por outro lado, a diferença $|p - p_c|$ (entre duas probabilidades). Para dobrar o valor de L (multiplicá-lo pelo fator de escala 2), qual deve ser a operação a ser feita em $|p - p_c|$? Resposta: deveremos multiplicar $|p - p_c|$ por $1/2^{1/n}$. O leitor poderá verificar esta resposta na expressão matemática anterior, segundo a qual L é proporcional a $\frac{1}{|p - p_c|^n}$.

Fórmulas matemáticas, no entanto, servem apenas para expressar relações já compreendidas. No caso, a relação é bem simples (diríamos que é uma "regra de três generalizada"): multiplicar L por um fator (por exemplo 2) corresponde a multiplicar $|p - p_c|$ pelo inverso deste mesmo fator elevado à potência $1/n$ (ou $\frac{1}{2^{1/n}}$).

REGRA DE TRÊS GENERALIZADA

$$\begin{array}{lcl} L & \xrightarrow{\text{fator } 2} & 2L \\ |p - p_c| & \xrightarrow{\text{fator } 1/2^{1/n}} & \frac{1}{2^{1/n}} |p - p_c| \end{array}$$

Em linguagem corrente, poderíamos dizer que, se o fator de escala *para comprimentos* é igual a 2, então o fator de escala *para probabilidades em torno de p_c* será $1/2^{1/n}$. Da mesma forma, outras grandezas de um sistema que sofre uma transição de fase de segunda ordem têm, cada uma, o seu expoente característico.

O *calor específico* de tal sistema, por exemplo, terá como fator de escala $1/2^{1/\alpha}$, onde α é conhecido como *expoente crítico do calor específico*. Para a *susceptibilidade magnética*, um outro exemplo, o fator de escala será $1/2^{1/c}$, onde c é o expoente crítico característico desta grandeza.

Estes expoentes críticos podem ser calculados usando o Grupo de Renormalização. A idéia fundamental de Wilson é usar simultaneamente os dois processos de variar o comprimento de correlação L : o aumento efetuado pela lente *zoom* conjugado com a variação gradativa da concentração p . Ao invés de *aproximar* a concentração do seu valor crítico, porém, Wilson preferiu *afastá-la*, aumentando a diferença $|p - p_c|$, com a intenção de fazer com que os dois processos pudessem se compensar. Uma consequência desta inversão de procedimento é a inversão do fator de escala, que passa a ser $2^{1/n}$.

Imaginemos que estamos observando uma ilha macroscópica através da lente *zoom*, como na figura 6, e que dispomos de dois botões de controle: o primeiro, a ser manejado pela mão esquerda do observador, regula o aumento proporcionado pela lente *zoom*; o segundo, na

mão direita, regula a concentração de ligações ativas, ou melhor, regula a diferença $|p - p_c|$. Controlaremos o aparelho com duas operações sucessivas: primeiro, com a mão esquerda, faz-se a ilha aumentar duas vezes, como do quadro do alto para o seguinte na figura 6; segundo, com a mão direita, fazemos a ilha *diminuir até que volte ao seu tamanho original*. Esta segunda operação corresponde a aumentar a diferença $|p - p_c|$, multiplicando-a pelo fator $2^{1/n}$. Este fator poderá então ser medido por meio da simples verificação de quanto o botão da direita foi girado em relação à sua posição inicial. Desta forma, estará sendo medido o valor do expoente n .

Note-se que, ao final destas duas operações conjugadas, a rede se apresenta na mesma situação aparente, já que a ilha observada voltou a seu tamanho original. No entanto, o valor de p , que caracteriza o *estado atual* da rede, foi modificado. Os físicos costumam dizer que, antes e depois das duas operações conjugadas, a rede se encontra em *estados correspondentes*. Wilson percebeu que o estado final da rede é mais simples do ponto de vista computacional: há um número *menor* de ligações individuais dentro do campo visual da lente *zoom*, como se fosse uma cidade com menos

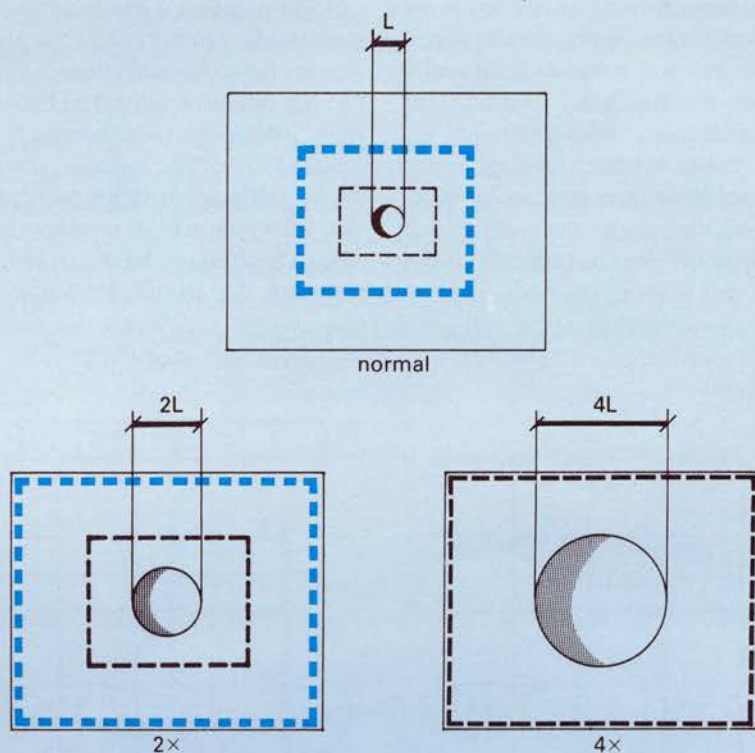


Fig. 6. Uma ilha macroscópica vista através de uma lente *zoom* sem aumento (no alto), aumentada duas vezes (à esquerda), e quatro vezes (à direita). As linhas pontilhadas, uma azul e a outra preta, foram acrescentadas para indicar o aumento, mas não têm existência real. Também as outras ilhas, bem como os detalhes no interior da ilha desenhada, foram omitidos para maior clareza do desenho.

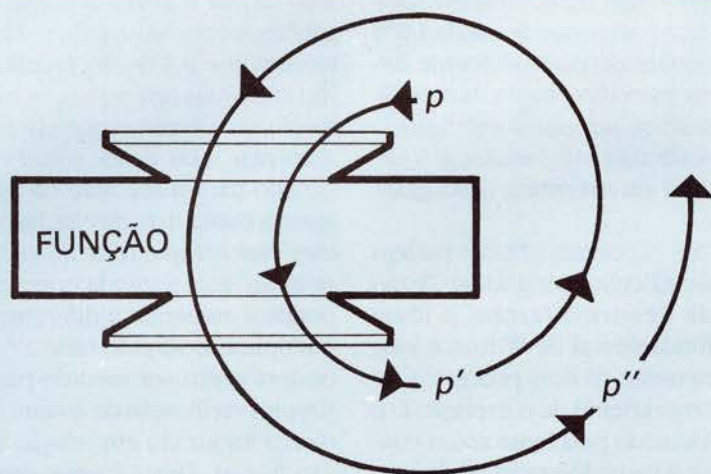


Fig. 7. Função matemática, vista aqui como uma máquina que transforma o valor inicial p da concentração no valor renormalizado p' . Este último pode ser introduzido novamente na máquina, dando origem a uma sucessão de renormalizações.

ruas. Assim, depois das duas operações conjugadas, diminuiu o número de caminhos possíveis para atravessar o campo visual da lente *zoom*. Os físicos costumam dizer que foram reduzidos os *graus de liberdade* do sistema. Como havíamos visto anteriormente, o tratamento computacional de uma rede *macroscópica* é em geral impossível devido ao grande número de configurações a serem computadas. Esta dificuldade poderá ser resolvida através do Grupo de Renormalização, se aplicarmos novamente ao sistema as mesmas duas operações, e depois novamente, e assim sucessivamente até que o estado final tenha seus graus de liberdade (ou o número de configurações) suficientemente reduzidos. Desta forma, a contagem das configurações de uma rede 2×2 (ver figura 3) servirá para conhecermos o comportamento de uma rede macroscópica.

Wilson é um físico teórico, e na verdade não construiu o aparelho de dois botões discutido anteriormente. Sua aparelhagem foi a matemática. Vamos então traduzir a sequência das operações efetuadas pelo nosso aparelho de dois botões para uma linguagem matemática. O botão da esquerda simplesmente amplia a imagem que vemos da rede, segundo um fator de escala linear (no nosso exemplo foi 2). O botão da direita modifica o valor p da concentração, de maneira a *diminuir* o comprimento de correlação L segundo o mesmo fator de escala linear. A conjugação das operações dos dois botões mantém L inalterado. O novo valor p' da concentração (diz-se que foi *renormalizado*) pode ser relacionado com o antigo valor p através de uma *função* matemática ilustrada na figura 7. Cabe ao pesquisador que pretende aplicar a teoria

do Grupo de Renormalização a um sistema específico *escolher adequadamente* esta função, de acordo com o caso concreto em estudo. Esta função deve ser tal que a operação $p \rightarrow p'$ realmente faça diminuir o comprimento L dividindo-o pelo fator de escala adotado. Em geral, não se consegue escolher a função que satisfaça exatamente este requisito, e usam-se então funções aproximadas.

Um método engenhoso para obter a função $p \rightarrow p'$ corretamente foi inventado pelo físico Leo P. Kadanoff, antes mesmo do trabalho de Wilson. Trata-se de imaginar a rede em estudo dividida em células, de forma que a *rede das células*, obtida substituindo cada célula por um único vértice, seja idêntica à rede original. A figura 8 ilustra a obtenção desta *rede renormalizada*. A concentração p na rede original deverá ser transformada em p' na rede renormalizada. Nota-se que o fator de escala linear (no caso igual a 2) já está automaticamente garantido pela construção geométrica.

Uma possível escolha da função $p \rightarrow p'$ pode ser feita se notarmos que p é a probabilidade de conexão entre dois vértices vizinhos, assim como p' deverá ser a probabilidade de conexão entre duas células vizinhas (figura 8). A figura 9 ilustra a renormalização célula $\rightarrow$ vértice. O valor p' será então a probabilidade de se atravessar a célula 2×2 (à esquerda na figura 9). Este valor já foi calculado em função de p (ver páginas anteriores), e o gráfico correspondente é mostrado na figura 10. Como já havíamos notado anteriormente, há três valores particulares de p que *não* se modificam: $p = 1/2, 0$ e 1 . São chamados *pontos fixos*. Se jogarmos qualquer um destes três valores na entrada da máquina da figura 7, tere-

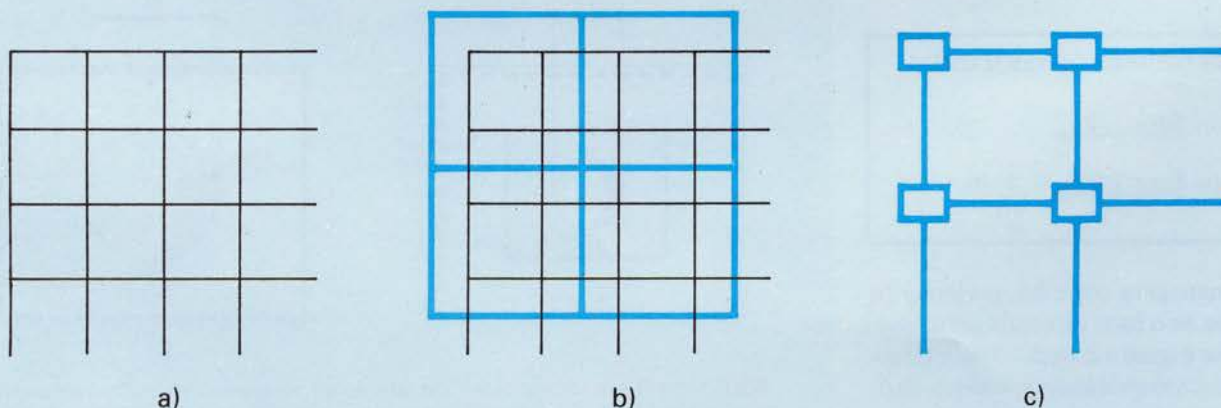


Fig. 8. A rede quadrada original (a) é dividida em células por meio das linhas azuis (b). Substituindo cada célula por um único vértice, temos a rede renormalizada (c).

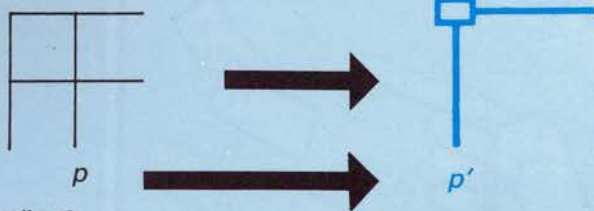


Fig. 9. Renormalização célula $\Rightarrow$ vértice; aqui, o fator de escala é 2.

mos o mesmo valor na saída. Note-se, na figura 10, que qualquer valor de p à direita de p_c no eixo horizontal será transformado num valor p' ainda maior ($p' > p > p_c$). Se aplicarmos a transformação da figura 7 sucessivamente a um valor inicial $p > p_c$, obteremos uma sequência sempre crescente $p \Rightarrow p' \Rightarrow p'' \Rightarrow p''' \rightarrow 1$, que repetida *ad infinitum* terá como limite o valor 1. Ao contrário, qualquer valor de p menor do que p_c será diminuído ainda mais pela ação da máquina da figura 7, e a sequência correspondente $p \Rightarrow p' \Rightarrow p'' \Rightarrow p''' \rightarrow 0$ será *decrecente* e terá como limite o valor 0. Diz-se que 0 e 1 são *portos fixos estáveis*, porque através de sucessivas renormalizações cada um deles atrai para si todos os pontos de uma determinada região, denominada *bacia de atração* deste ponto fixo. A figura 11 ilustra o que se chama *diagrama de fluxo* da renormalização. O terceiro ponto fixo, $p = 1/2$, é *instável*, porque qualquer ligeiro desvio deste valor dirigirá o fluxo para um dos dois outros pontos fixos.

O diagrama da figura 11 resume bem os resultados qualitativos do Grupo de

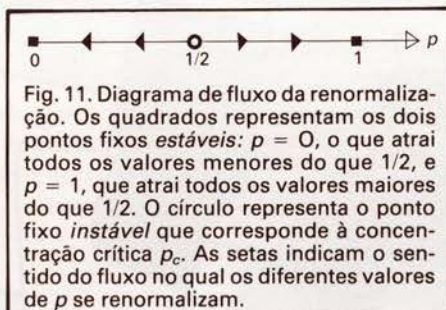


Fig. 11. Diagrama de fluxo da renormalização. Os quadrados representam os dois pontos fixos *estáveis*: $p = 0$, o que atrai todos os valores menores do que $1/2$, e $p = 1$, que atrai todos os valores maiores do que $1/2$. O círculo representa o ponto fixo *instável* que corresponde à concentração crítica p_c . As setas indicam o sentido do fluxo no qual os diferentes valores de p se renormalizam.

Renormalização: o eixo p foi dividido em duas regiões distintas. Uma é a bacia de atração do ponto fixo estável $p = 0$, que corresponde aos valores da concentração *menores* que o valor crítico, e portanto corresponde à fase *isolante* da rede. A outra região é a bacia de atração de $p = 1$, correspondente à fase *condutora* da rede. Separando estas duas regiões uma da outra está o *ponto fixo instável* $p = 1/2$, correspondente à concentração crítica.

Os resultados *quantitativos* (além do valor exato $p_c = 1/2$ reobtido) do Grupo de Renormalização podem ser tirados da figura 10. Anteriormente, havíamos estabelecido uma "regra de três" generalizada, na qual verificamos que a diferença $|p - p_c|$ se transforma segundo um fator

$2^{1/n}$, agora invertido devido à inversão de sentido do fluxo de p (compare as figuras 4 e 11). Temos então:

$$|p' - p_c| = 2^{1/n} |p - p_c|$$

ou ainda:

$$\frac{p' - p_c}{p - p_c} = 2^{1/n}$$

Desta forma, o fator $2^{1/n}$ é a razão entre os tamanhos destacados em azul na figura 10, ou seja, é o número de vezes que o tamanho vertical é maior do que o horizontal. Este número é determinado pela inclinação do gráfico da figura 10 no *ponto fixo instável* (os matemáticos dão o nome de *derivada* a esta medida da inclinação). Usando a função $p \Rightarrow p'$ já calculada, obtemos desta forma o valor aproximado $n = 1,428$ (comparado ao valor exato conhecido de $4/3$, ou $1,333$). Por que não se obteve o valor correto de n , embora a aproximação possa ser considerada razoável? A resposta é simples: porque a transformação $p \Rightarrow p'$ adotada não é a correta. Note-se, na figura 8b, que há caminhos tortuosos que podem conectar duas células vizinhas, através de outras células, *sem* que haja uma conexão direta entre as duas através da fronteira azul que as separa. Tais caminhos não foram computados. Esta é a fonte do erro. Podemos minorar este problema dividindo a rede em células maiores, de forma a diminuir o número de linhas azuis (figura 8b) na rede infinita. Efetivamente, encontram-se valores melhores ($n = 1,380$; $1,363$ e $1,355$) usando-se células maiores (3×3 , 4×4 e 5×5 , respectivamente).



SUGESTÕES PARA LEITURA:

- TSALLIS, C. Generalized Bond Percolation and Random Models. Application to Two-Dimensional Systems. *Kinam*, vol. 3, 1981, p. 79-118.
- WILSON, K.G. Problems in Physics with Many Scales of Length. *Scientific American*, vol. 241, agosto de 1979.
- OLIVEIRA, P.M. Site Percolation in a Square Lattice with Second-and-Dilute-First-Neighbor Bonds. *Physical Review Letters*, vol. 47, 1981, p. 1.423.
- OLIVEIRA, P.M. Anisotropic Bond Percolation by Position Space. Renormalization Group. *Physical Review B*, vol. 25, 1982, p. 2.034.
- OLIVEIRA, P.M. Directed Percolation in Two Dimensions: Renormalization Group Approach. *Journal de Physique-Lettres*, vol. 44, 1983, p. 1.495.
- GENNES, P.G. La Percolation: un concept unificateur. *La Recherche*, vol. 72, p. 919, 1976.

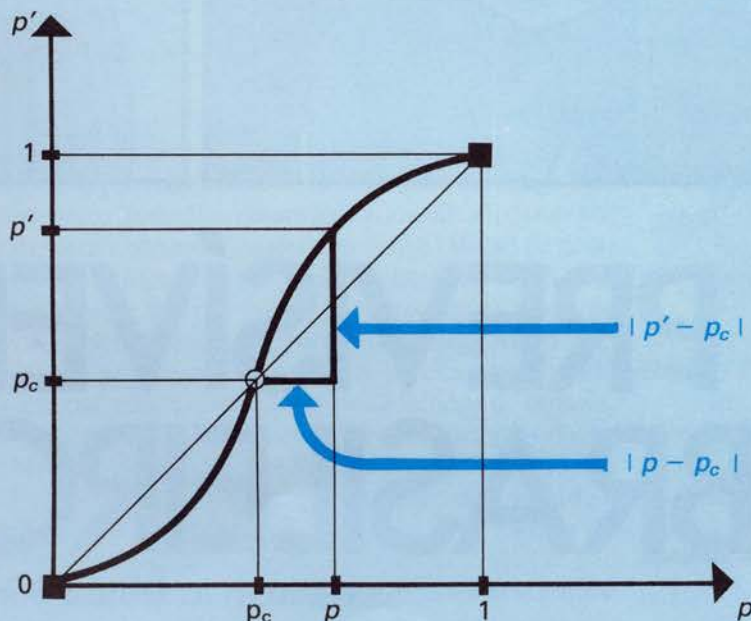


Fig. 10. Gráfico de p' em função de p .



Desenho Paulo Caruso

O PREVISÍVEL ELEITOR BRASILEIRO

Glaucio A. Dillon Soares

Professor-titular de sociologia e estudos latino-americanos, Universidade da Flórida
Pesquisador-visitante do Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro



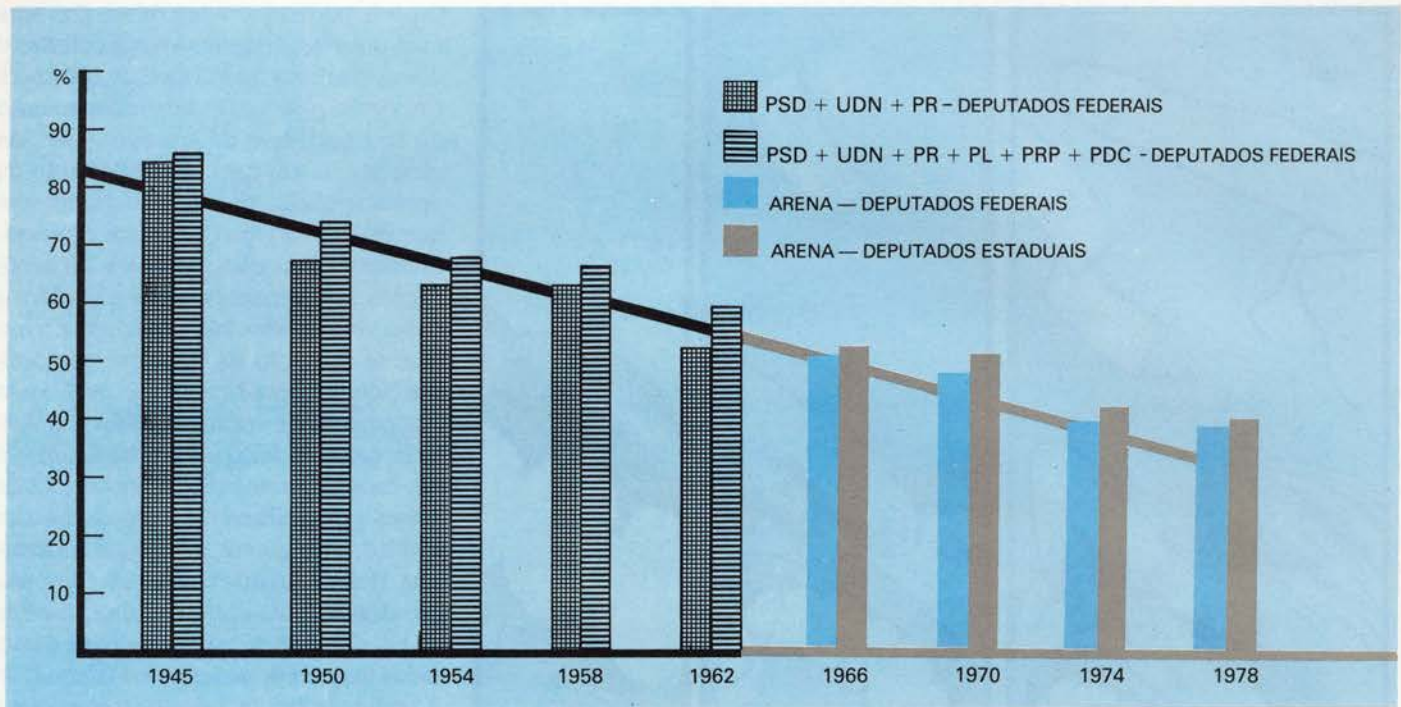
A política, no Brasil, é uma atividade com muitos mitos: há um número grande de crenças comuns a políticos e leigos que, infelizmente, penetraram a ciência política, disciplina na qual é difícil distinguir o fato demonstrado da opinião errada.

Um desses mitos é o de que a opinião política dos brasileiros se caracteriza por uma imensa variabilidade, por uma grande fluidez, por uma falta de *estrutura*. As opiniões políticas da população seriam voláteis, mutáveis, imprevisíveis.

O povo, particularmente os seus setores mais pobres, seria uma vítima constante dos demagogos, presa fácil de qualquer carreirista político, independentemente do seu partido e da sua ideologia. As eleições — um capítulo importante da opinião política, por ser o momento em que ela vem à tona — seriam acontecimentos voláteis e imprevisíveis. As explicações apresentadas pelos partidários dessa visão são muitas. Uma delas é a freqüente acusação de “imaturidade política” feita ao povo brasileiro, usualmente por pessoas de vocação elitista e autoritária, cujo modelo político seria uma visão caricatural dos sistemas políticos de países mais influentes como os Estados Unidos, a Inglaterra, a França e a Alemanha. Muitos dos que fazem esta comparação desvantajosa entre o eleitor brasileiro e o dos países capitalistas mais adiantados tiveram pouco contato direto com a realidade política destes e idealizam, por isso, o que é a política e o que são as eleições nesses países. Outra explicação aponta o “caráter personalista” da política brasileira, na qual os partidos não teriam qualquer significação, passando pela afirmação de que as instituições políticas democráticas, e a própria democracia, seriam “adiantadas” demais para o povo brasileiro. Para esta maneira de ver, eleições significariam caos, demagogia, instabilidade, imprevisibilidade.

Nada mais falso, pois há no Brasil uma invejável estabilidade da opinião política que pode ser detectada com facilidade através da análise das eleições realizadas no país de 1945 até hoje. Os resultados das eleições nesses 38 anos revelam uma extraordinária previsibilidade, e uma série de relações estruturais que resistiram às mais variadas tentativas feitas por essa mesma elite (ela sim alienada) de alterar a expressão eleitoral da opinião política por meio da constante mudança das instituições políticas e partidárias. A estabilidade de que falamos não deve ser confundida com imutabilidade: ela se opõe a mudanças drásticas e imprevisíveis mas, enquanto conceito, inclui a mudança gradual e previsível.

Como poderíamos demonstrar que a estabilidade existe ou, caso esta hipótese seja falsa, descartá-la? Caso não haja *estabilidade* na opinião política ao longo do tempo, os resultados das eleições numa data não se correlacionarão com os resultados das eleições noutra data. Para não se tomar a hipótese da instabilidade ao pé da letra, a correlação seria pequena, sobrando uma grande variância inex-



plicada, ou seja: boa parte da variação em torno da média não poderia ser explicada pelas correlações com as variáveis consideradas independentes (ver quadro). Por outro lado, as projeções, baseadas nas eleições anteriores, não serviriam para nada, dando origem a erros grosseiros de estimativa. Neste artigo, veremos até que ponto os resultados das eleições de 1982 poderiam ser previstos a partir do conhecimento dos resultados das eleições anteriores. Para fazer isso, teremos que enfrentar alguns problemas: como os partidos foram mudados duas vezes (sempre de cima para baixo), teremos que correlacionar partidos diferentes; como mudou o número de partidos que pretendiam representar correntes de opinião semelhante em momentos diferentes, teremos que reduzi-los a um denominador comum, agrupando os partidos da mesma tendência nos períodos multipartidários.

A *estabilidade das tendências* seria demonstrada através do acerto das projeções. Obviamente, se não houvesse regularidade alguma, não haveria tendências discerníveis, nem projeções possíveis e, menos ainda, concordância entre as projeções e os dados reais.

Levantei a tese do declínio dos partidos conservadores há mais de duas décadas, em 1960, no artigo "Urbanização e dispersão eleitoral", que escrevi junto com Amélia Maria Carvalho de Noronha, reiterando-a dez anos atrás, de forma mais clara, em meu livro *Sociedade e política no Brasil*.

Tabela 1				
Regressão dos anos eleitorais sobre a percentagem dos deputados federais eleitos pelos partidos conservadores, 1945-1962.				
Anos	Partidos Conservadores			
	I	II		
1945	84,3%	85,3%		
1950	67,1%	73,0% (a)		
1954	63,5%	67,5%		
1958	62,6%	66,0%		
1962	52,1%	59,4%		
	Solução Linear		Solução Exponencial	
	I	II	I	II
Correlação produto-momento	-0,95	-0,97	-0,95	-0,99
Coefficiente de determinação	0,89 (b)	0,94	0,919 (b)	0,98
Constante	3314	2835	7,23	4,35
Coefficiente de regressão	-1,66	-1,42	-0,025	-0,0198
Erro padrão de estimativa	4,41	2,781	0,06	0,03
Previsão por interpolação:				
1966	45,6%	53,0%	48,1%	54,8%
1970	39,0%	47,3%	43,6%	50,6%
1982	19,0%	30,4%	32,4%	39,9%

I = PSD + UDN + PR

II = PSD + UDN + PR + PL + PRP + PDC (a)

(a) Em 1950, o Partido Social Trabalhista (PST) foi incluído entre os partidos conservadores por ter sido uma dissidência do PSD nos estados em que foi mais forte, particularmente no Maranhão.

(b) Os coeficientes de determinação não são iguais, ainda que os de correlação o sejam, devido ao arredondamento a dois decimais.

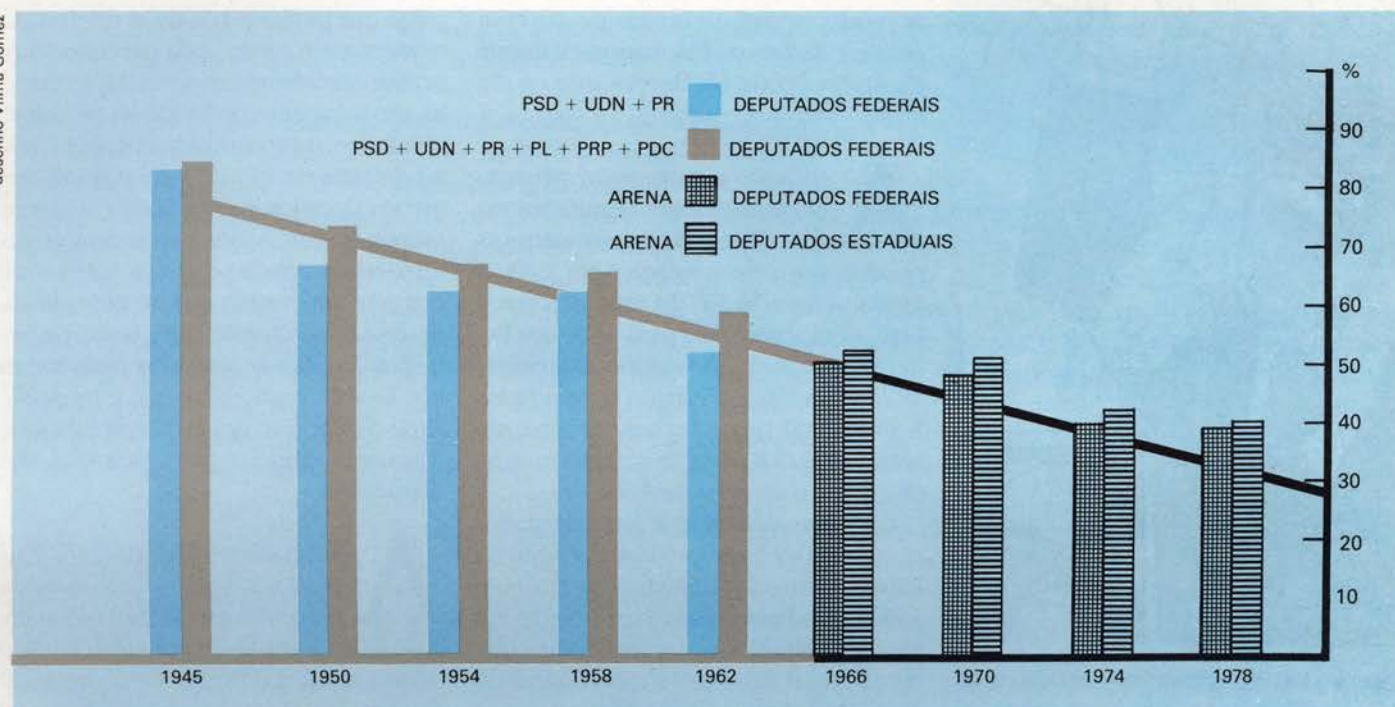


Tabela 2

Regressão dos anos eleitorais sobre a votação da Arena, 1966-1978.

	Deputados federais	Deputados estaduais
Votação da Arena		
1966	50,5%	52,2%
1970	48,4%	51,0%
1974	40,9%	42,1%
1978	40,0%	41,1%
Análise da correlação e da regressão		
Correlação produto-momento	-0,95	-0,94
Coefficiente de regressão	-0,975	-1,06
Constante	1.968	2.127
Erro padrão de estimativa	1,94	2,468
Previsão para 1982	35,2%	36%
% efetivamente obtida pelo PDS	36,7%	36%
Erro	1,5%	0%
Ano zero	2018	2016

Considerando apenas o Partido Social Democrático (PSD), a União Democrática Nacional (UDN) e o Partido Republicano (PR) como partidos conservadores, vemos que eles obtiveram, conjuntamente, 84,3% das cadeiras na Câmara Federal em 1945; 67,1% em 1950; 63,5% em 1954; 62,6% em 1958; e 52,1% em 1962 (ver a tabela 1). Havia uma clara tendência decrescente, com uma perda de mais de 30% das cadeiras na Câmara durante o período. A correlação entre o ano das eleições e a porcentagem das ca-

deiras, -0,95, indica uma clara tendência à diminuição com o correr dos anos. O coeficiente de regressão, de -1,66, indica que a cada ano que passava os partidos conservadores perdiam pouco mais de 1,5% das cadeiras. Teoricamente, nessa marcha, os partidos conservadores perderiam todas as cadeiras em 1993.

Evidentemente, não foi o mero passar do tempo que corroeu as bases dos partidos conservadores, mas outros fatores associados com o tempo, como por exemplo a urbanização. O tempo funcio-

na apenas como um substituto desses fatores. É importante acentuar que esses fatores desgastaram os partidos conservadores de maneira gradual e contínua, sem grandes saltos, interrupções ou reversões. Isso nos diz alguma coisa a respeito da natureza desses fatores, que devem ser contínuos e não discretos, e possivelmente de ordem sócio-econômica.

Mas o golpe de 1964 trouxe mudanças institucionais que surtiram efeito, pois, a julgar pela *tendência linear* estabelecida entre 1945 e 1962, os partidos conservadores (PSD+UDN+PR) deveriam ter obtido 45,6% das cadeiras em 1966. Tais mudanças, como a criação de dois partidos inteiramente novos, cassações de mandatos de parlamentares, restrições à imprensa etc., procuraram "desmontar" a relação existente entre a estrutura da opinião pública e os partidos de oposição, permitindo que o partido conservador, a Aliança Renovadora Nacional (Arena), obtivesse, em 1966, 67,7% das cadeiras e não 45,6%. O Movimento Democrático Brasileiro (MDB), por sua vez, perdeu ainda mais do que a Arena ganhou, particularmente nas eleições de 1970. Isso se deveu, em parte nada desprezível, ao fato de que muitos votos oposicionistas foram desperdiçados (brancos ou nulos), uma vez que a Arena recebeu 50,5% dos votos depositados nas urnas, 17% menos do que a percentagem das cadeiras que conquistou. Houve um crescimento substancial dos votos em branco e dos votos nulos, que atingiram 21% do total. Assim, o impacto das medidas repressivas operou tanto no sentido de fazer os eleitores oposicionistas vo-



às modificações efetuadas no sistema político. Assim, os resultados eleitorais da Arena foram melhores que os do MDB.

A solução exponencial proporciona melhores resultados do que a linear no que concerne às previsões por extrapolação: em 1966, a Arena obteve 50,5% do total dos votos (exclusive abstenção) para a Câmara Federal (ver tabela 2), e a previsão era de 48,1%. Em 1982, o Partido Democrático Social (PDS), que substituiu a Arena, obteve 36,7% dos votos, e a previsão seria de 32,4%; o erro foi de 4,3%.

Considerando que a série de dados que serviu de base para essa previsão foi interrompida vinte anos antes (em 1962), que houve duas modificações no sistema partidário, impostas de cima para baixo e, finalmente, que no período 1945-1962 tivemos que usar dados que se referem ao número de deputados eleitos (na medida em que uma parte substancial dos votos foi dada a alianças e coligações, sem que se saiba a qual dos partidos coligados o voto foi dado), ao

passo que os dados pós-64 se referem ao número de votantes, essa previsão é impressionantemente precisa. Além disso, há erros inevitáveis devido ao princípio federativo, que tem como consequência a supervalorização do voto nos estados menos populosos (que também são os menos desenvolvidos e mais rurais), deturpando a relação entre os votos obtidos por um partido e o número de cadeiras proporcional a estes votos. Os beneficiados são os partidos mais fortes nos estados menores, como é na atualidade o PDS, que em 1982 recebeu 41% dos votos válidos mas elegeu 49% dos deputados.

Adotando uma definição mais ampla dos partidos conservadores dos períodos 1945-1965, incluímos entre eles também o Partido Libertador (PL), o Partido de Representação Popular (PRP) e o Partido Democrata Cristão (PDC). Com esta definição, a previsão fica um pouco melhor, uma vez que a interpolação, a partir da solução linear, atribui à Arena, em 1966, 53% do total dos deputados, prevendo para 1982

tarem na Arena quanto no sentido de fazê-los não votar, votar em branco ou anular o seu voto. Descontados aqueles que, tradicionalmente, votavam em branco ou anulavam seu voto, entre meio e um milhão de eleitores votaram em branco ou anularam seu voto devido

CONCEITOS ESTATÍSTICOS

CORRELAÇÃO

Se uma variável aumenta sempre que outra aumenta e diminui sempre que a outra diminui, elas apresentam uma *correlação positiva*. Se, quando uma aumenta, a outra diminui, elas têm uma *correlação negativa*. O *coeficiente de correlação* nos dá a medida em que duas variáveis mudam juntas. Um valor de +1,0 significa que, a cada aumento na primeira variável, corresponde um aumento previsível, mas não necessariamente igual, na segunda variável, e vice-versa. Uma correlação de zero significa que os valores de uma das variáveis não têm nada em comum com os da outra: as mudanças de seus valores se dão

de forma inteiramente independente. Um coeficiente de correlação igual a -1,0 significa que, quando uma variável aumenta, a outra apresenta uma diminuição previsível. Assim, um coeficiente de 0,9 significa que, no conjunto de observações, um certo aumento de uma das variáveis corresponde quase perfeitamente ao aumento da outra, mas que a correspondência entre esses aumentos é imperfeita. Há várias maneiras de se calcular o coeficiente de correlação; neste artigo, uso o coeficiente produto-momento, de Pearson, que é dado pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{[\sum (x - \bar{x})^2][\sum (y - \bar{y})^2]}}$$

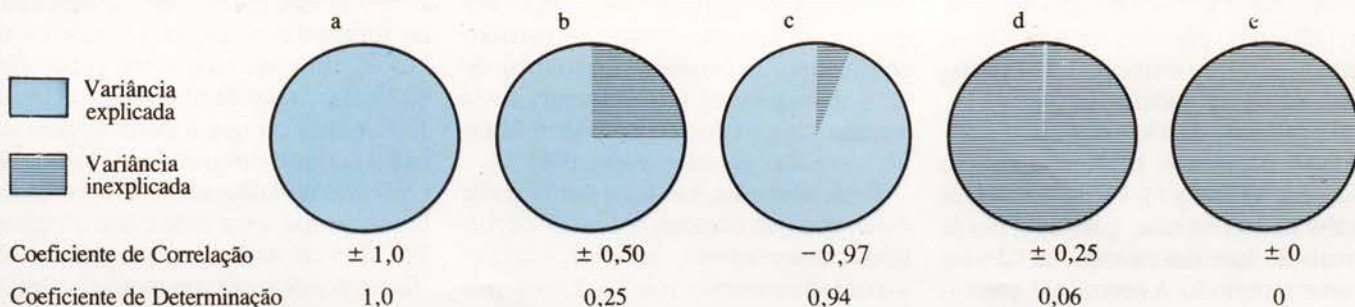
DETERMINAÇÃO

O coeficiente de correlação elevado ao quadrado nos dá o *coeficiente de determinação*, que determina a porcentagem de *variância* de cada variável que é comum à outra, ou seja: se temos um coeficiente de correlação igual a 0,9, o coeficiente de determinação será igual a 0,81, o que significa que 81% da variação de uma das variáveis são explicadas pela variação da outra. Como se trata de um valor quadrado, um coeficiente de correlação positivo e outro negativo, mas com o mesmo valor (um de +0,9 e outro de -0,9, por exemplo), têm o mesmo coeficiente de determinação, 0,81. Quando o coeficiente de determinação é igual a um, as variâncias das duas variáveis correspondem 100% e, conhecendo-se o valor de uma delas e a correspondência entre as duas, po-

de-se determinar, sem erro, a variância da outra. No caso examinado neste artigo, por exemplo, se a Arena tivesse recebido em todas as eleições a mesma percentagem dos votos válidos, a variância seria igual a zero. Se ela recebesse desde 100% em uma eleição até zero noutra, a variância seria muito alta. A variância é a soma dos desvios da média elevados ao quadrado.

VARIÂNCIA INEXPLICADA

Variância inexplicada é a diferença entre 1,0 e o coeficiente de determinação. Conhecendo-se o coeficiente de determinação, pode-se saber que percentagem da variância de uma variável não pode ser explicada pela associação desta variável com outra, ou seja, no caso de termos um coeficiente de determinação de 0,81,



30,4% dos deputados federais para o PDS (ver tabela 1). A solução exponencial, usando essa definição mais ampla, permite um ajuste adequado e uma previsão um pouco mais próxima da realidade, uma vez que a Arena deveria obter 54,8% das cadeiras em 1966, e o PDS 39,9%, em 1982. O coeficiente de determinação, 0,98, indica uma relação muito estreita — e negativa — entre o ano e o declínio dos partidos conservadores. Os partidos conservadores perdiam força de modo regular e previsível com o passar do tempo. A comparação entre as interpolações e os resultados realmente obtidos em 1966 indica que as modificações institucionais impostas pelo governo militar surtiram efeito. Não obstante, o acerto relativo da previsão para 1982 (40% dos deputados), em comparação com os resultados reais (49% dos deputados), demonstra a utilidade desse procedimento e a previsibilidade do processo eleitoral. Vale a pena recordar que a série utilizada começou em 1945 e terminou em 1962, 20 anos antes das eleições de 1982, cuja previsão apresenta um erro de apenas 9%!

Durante o período de vigência do bipartidarismo, entre 1966 e 1978, houve um declínio da Arena, que recebeu 50,5% dos votos em 1966, 48,4% em 1970, 40,9% em 1974 e 40% em 1978, havendo uma correlação negativa entre o ano em que se realizaram eleições e a percentagem dos votos válidos obtidos pela Arena da ordem de -0,95. A análise de regressão nos dá um coeficiente de -0,975, ou seja, a Arena perdeu, anualmente, quase um por cento dos votos depositados, ou seja: após 1964, havia fatores enfraquecendo o partido do governo de maneira lenta e contínua, à taxa anual de 1% dos votos. A hipótese mais simples é a de que esses fatores sejam os mesmos que atuavam antes de 1964 no sentido de desgastar os partidos conservadores.

Entre 1966 e 1978, vigorou apenas um sistema partidário, embora houvesse inúmeras tentativas de impedir, artificial e coercitivamente, o triunfo eleitoral da oposição, através de medidas de exceção, como a chamada Lei Falcão (que regulamentou

o uso do rádio e da televisão), o "Pacote de Abril" etc. Segundo a interpolação linear baseada nos resultados das eleições entre 1966 e 1978, a Arena deveria obter 35,2% dos votos depositados nas eleições de 1982, com um erro mínimo de 1,5%. Com a regressão exponencial, obtém-se uma aproximação ainda um pouco melhor da votação obtida pelo PDS: 36%, contra 36,7% da votação efetiva (em relação às assembleias legislativas, no entanto, a regressão linear se ajusta perfeitamente, sem erro, o que nos faz preferir então o modelo linear, tendo em vista também sua simplicidade). O PDS obteve 36,7%, o que sugere, primeiro, que o resultado das eleições de 1982 era perfeitamente previsível a partir do conhecimento dos resultados das eleições de 1966 a 1978 e, segundo, que o impacto da nova transformação do sistema partidário e eleitoral, que extinguiu o bipartidarismo, teve efeito reduzido sobre a votação do partido do governo. Seu maior feito foi o de fragmentar a oposição, como nos casos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde a soma dos votos dos partidos oposicio-

isso significa que a associação entre as duas variáveis nos permite explicar 81% de um fenômeno, deixando de explicar 19%, que variam em função de outros fatores. Exemplificando com círculos no desenho, vemos que o coeficiente de correlação de 0,50 corresponde a um coeficiente de determinação de 0,25, o que deixa 75% da variância sem explicação (b). O coeficiente de -0,97 obtido pela análise linear do número de deputados federais entre 1945 e 1962 deixa apenas 6% da variância sem explicação (c). Coeficientes dessa magnitude são raríssimos nas ciências sociais.

REGRESSÃO

Os coeficientes de correlação e determinação não nos dizem *quanto* uma variável aumenta em função de cada aumento na variável da qual depende. Veja as séries de valores abaixo:

Nessas séries, a correlação entre a variável A e as demais variáveis é a mesma, mas enquanto umas aumentam um pouco cada vez que A aumenta, outras aumentam mais. O que permite dizer *quanto* aumenta cada *variável dependente* cada vez que A, a *variável independente*, aumenta um ponto, é o *coeficiente de regressão*. A multiplicação do coeficiente de regressão pelo valor da variável independente nos dá a melhor estimativa da variável dependente. Evidentemente, quanto maior for o coeficiente de regressão maior será o impacto, sobre a variável dependente, de cada mudança de um ponto na variável independente. Além disso, o valor zero de uma variável não corresponde, na maioria dos casos, ao valor zero de outra variável, sendo necessário saber onde uma corta a outra: isto é dado pela *constante de regressão*. A *equação de regressão* sim-

ples é dada pela fórmula $y = a + bx$. Nela, a é um parâmetro que nos diz onde as linhas se cortam e b , quanto y muda cada vez que x aumenta ou diminui uma unidade.

SOLUÇÃO LINEAR E SOLUÇÃO EXPONENCIAL

As relações entre variáveis não têm sempre a mesma forma: a mais simples, a relação linear, nem sempre é a mais adequada para o estudo de um certo fenômeno. Para testar se a forma é ou não linear, convém comparar as soluções lineares com outras soluções. No caso deste artigo, o fato do expoente ser próximo de 1,0 faz com que a diferença entre a solução linear e a solução exponencial seja muito pequena. Quando o expoente é muito maior ou muito menor do que 1,0, as diferenças entre as duas soluções são grandes.

INTERPOLAÇÃO

Conhecendo a *equação de regressão*, a constante permite calcular o valor de uma das variáveis em função de qualquer valor da outra. Tomando-se a equação em

pauta, é possível estimar não somente o número de votos que o partido conservador virá a ter no futuro, mas também para anos anteriores, respondendo-se à seguinte pergunta: "Quantos votos teria obtido o partido conservador em 1981, se tivesse havido eleições?" O termo *interpolação* é usado genericamente, ao passo que os termos *extrapolação* e *projeção* referem-se apenas a valores maiores que o último observado e, no caso do tempo, relativos ao futuro.



VARIÁVEL A	VARIÁVEL B	VARIÁVEL C	VARIÁVEL D	VARIÁVEL E
1	2	33	1.000	5.000
2	3	66	2.000	25.000
3	4	99	3.000	45.000



nistas excedeu a do PDS nas eleições para governador.

Nas eleições para as assembleias estaduais, a previsão, com base nos resultados eleitorais dos anos anteriores, foi rigorosamente exata: a votação que o PDS conseguiu foi a que a Arena obteria, caso se mantivessem as tendências anteriores. No nível estadual, o PDS (ou Arena) perdeu, a cada ano, 1,06% dos votos depositados, e o ponto zero, aquele no qual a votação do partido seria nula, aconteceria no ano 2016. É claro que o "ponto zero" é um exercício de "futurologia", mas o prosseguimento das tendências anteriores reserva ao PDS uma posição de irrelevância eleitoral antes do final do século (hipótese confirmada também pela solução exponencial).

A aplicação dessa análise, separadamente, às cinco regiões do país, revela que, em cada uma delas, seria possível prever, com certa acuidade, os resultados de 1982. As correlações produto-momento foram altas no Centro-Oeste (-0,93); no Sudeste (-0,85); no Sul (-0,84) e no Norte (-0,82), sendo que, no Nordeste, ela foi moderada (-0,62). O coeficiente de regressão indica que a perda anual do partido do governo foi mais alta no Sul (-1,21 pontos percentuais por ano), no Norte (-1,20), e no Sudeste (-1,12), sendo mais baixa no Nordeste (-0,88) no Centro-Oeste (-0,58).

Assim, o acerto da previsão baseada nas projeções lineares não foi, simplesmente, o resultado casual de variações que se compensaram: ele se reproduziu em cada região.

As mudanças observadas podem ser explicadas através de duas tendências:

1) mudança na *composição* do eleitorado, que seria cada vez mais urbano e mais jovem, com maior participação de

votantes das classes menos favorecidas, devido à urbanização e à extensão do voto a esses setores;

2) perda de eleitores dos partidos conservadores para os de esquerda e da oposição, em número maior do que no sentido contrário. Quero enfatizar, entretanto, que o movimento de eleitores que passam pela fronteira entre os partidos de esquerda e os conservadores, entre o partido do governo e os da oposição, é relativamente pequeno.

Até as eleições de 1962, foi relativamente muito fácil prever tanto as mudanças nos partidos "de esquerda" (populistas, trabalhistas, socialistas etc.) *como um conjunto*, quanto nos partidos conservadores, como um conjunto. Há singularidades estaduais *entre* partidos conservadores e *entre* partidos de esquerda. Assim, em São Paulo, o Partido Trabalhista Brasileiro (PTB), o maior partido de esquerda em nível nacional, era muito mais fraco do que seria de esperar, dado o grau de urbanização e de industrialização do estado. Não obstante, isso não implica que os partidos conservadores fossem fortes às custas de votos que, em outros estados, seriam petebistas: os votos petebistas, em São Paulo, eram dados a outros partidos populistas e trabalhistas, como o Partido Trabalhista Nacional (PTN) e o Partido Social Progressista (PSP). O bipartidarismo solidificou essa linha divisória, transformando diferenças *entre* partidos em diferenças *dentro de* partidos. Somente a campanha pelo voto nulo introduziu uma diferenciação no voto oposicionista.

Em 1982, o voto da oposição fragmentou-se novamente, mas isso não significa que os votos oposicionistas tenham ido para o partido conservador. Há, e deverá continuar a haver, trânsito *entre* partidos oposicionistas, mas são poucos os eleitores que cruzam a linha divisória entre oposicionistas e conservadores.

Podemos tirar algumas conclusões da análise das tendências eleitorais entre 1966 e 1978, e do confronto entre as interpolações e os resultados das eleições de 1982:

1) as modificações eleitorais no Brasil são altamente previsíveis — será difícil encontrar outro país no qual elas sejam tão previsíveis e tão exatas;

2) isso significa que, por baixo das mudanças aparentemente *aleatórias* nas eleições e na opinião pública, há uma *continuidade* na opinião política, que é excepcionalmente estável;

3) as mudanças institucionais impostas de cima, o "tira-e-bota" nas regras do jogo, nos sistemas partidários e na legislação eleitoral tiveram um certo efeito sobre a capacidade do partido do governo angariar votos em 1966, mas nenhum em 1982, quando seu efeito limitou-se à distribuição dos votos oposicionistas;

4) em 1970, muitos votos da oposição foram perdidos, através do voto nulo, do voto em branco, ou da abstenção eleitoral, *favorecendo*, por omissão, o partido do governo;

5) Em 1982, *fragmentou-se* a oposição, havendo alguns casos em que, fosse ela uma oposição unificada e coesa, teria ganho as eleições para governador. Essa fragmentação teria sido muito mais devastadora se o Partido Popular (PP) não tivesse sido incorporado pelo PMDB.

Como as decisões de criar novos partidos e novas leis eleitorais não foram tomadas após consulta popular, verifica-se que não é o povo brasileiro nem o eleitorado que são instáveis, como querem alguns, mas as lideranças políticas que, sem consulta aos eleitores, alteram constantemente as regras do jogo. O eleitorado tampouco é ingênuo, mas, ao contrário, a ingenuidade tem caracterizado, principalmente, as lideranças da oposição, que recomendaram e adotaram políticas que beneficiaram seu grande adversário, o partido do governo. O eleitorado brasileiro, ao contrário do que pretendem muitos que se intitulam seus líderes e vanguardistas, é estável. Existe uma opinião política no país que não flutua de acordo com a personalidade dos candidatos. Ironicamente, nesses 38 anos, muitos políticos passaram, mas a opinião política permaneceu.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- KINZO, M.D.. *Representação política: perspectivas teóricas e um exame da experiência brasileira* (tese). São Paulo, PUC-SP, 1978.
- LIMA JR., O. B. *Os partidos políticos brasileiros*. Rio de Janeiro, Graal, 1983.
- REIS, F. W. (org.) *Os partidos e o regime*. São Paulo, Símbolo, 1978.
- SOARES, G. A. D. *Sociedade e política no Brasil*. São Paulo, Difel, 1973.
- SOARES, G. A. D. e NORONHA, A. M. C.. "Urbanização e dispersão eleitoral". *Revista de Direito Público e Ciência Política*, vol. 3, n. 2, julho-dezembro, 1960.
- SOUZA, M. C. C. *Estado e partidos políticos no Brasil*. São Paulo, Alfa-Ômega, 1976.

HUMOR



Signature

Ernesto Paterniani

Professor-Titular do Instituto de Genética
da Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba (SP)

VIGOR DE HÍBRIDO

melhoramento genético do milho

As plantas e os animais se reproduzem normalmente através da união de células sexuais diferenciadas, os *gametas*. Um gameta feminino se une a um gameta masculino, resultando desta união um ovo do qual se formará um novo indivíduo. Para o desenvolvimento desse indivíduo, é de especial importância o grau de relacionamento genético, ou parentesco, existente entre os gametas que se unem. Assim, os gametas podem provir de indivíduos sem qualquer grau de parentesco entre si, bem como de indivíduos mais ou menos aparentados (primos, tia-sobrinho, irmãos, pai-filha etc.). Na natureza, são mais freqüentes os acasalamentos entre indivíduos não aparentados, cujo tipo de reprodução é denominado *alogamia*. Os acasalamentos entre indivíduos aparentados constituem uma forma de *endogamia* (também chamada popularmente de *consangüinidade*). A forma extrema de endogamia ocorre quando os dois gametas que se unem provêm do mesmo indivíduo, o que corresponderia ao acasalamento do indivíduo consigo mesmo, chamado *autogamia*. Isto só pode ocorrer entre indivíduos hermafroditas, como são a maioria das plantas e certos animais inferiores. Desde tempos antigos, o homem verificou que os acasalamentos entre indivíduos aparentados produziam muitas vezes descendentes inferiores, mais fracos e portadores de vários defeitos. Por isso é que as religiões proíbem ou se opõem, em geral, a esses tipos de união entre seres humanos.

Em vista das importantes consequências dos acasalamentos entre progenitores com algum grau de parentesco, a genética passou a estudar profunda-

mente o assunto, pesquisando sobretudo os efeitos prejudiciais dos acasalamentos endogâmicos e os efeitos benéficos dos acasalamentos entre indivíduos não aparentados.

Os acasalamentos endogâmicos são intrinsecamente maus, isto é, produzem sempre descendentes inferiores? Constituam uma aberração da natureza? Como utilizar os conhecimentos sobre o assunto para aumentar a produção de plantas e animais domesticados?

Os fenômenos de perda de vigor devido aos acasalamentos endogâmicos e de aumento ou restauração do vigor como resultado de acasalamentos não endogâmicos devem ser explicados em função da ação dos genes. Dá-se o nome de *vigor de híbrido*, ou *heterose*, ao fenômeno de obtenção de aumento do vigor nos descendentes de cruzamentos entre indivíduos não aparentados. Existem basicamente duas teorias principais para explicar o vigor de híbrido.

A primeira é a *teoria dos genes dominantes complementares*. Segundo esta teoria, os genes dominantes contribuem para o vigor, enquanto os alelos (formas alternativas do mesmo gene) fazem, em geral, com que indivíduos homozigóticos para esses alelos sejam menos vigorosos, e freqüentemente letais ou subletais. Exemplificando, os genes **A**, **B** e **C**, dominantes, são responsáveis por maior vigor ou viabilidade que os respectivos alelos recessivos **a**, **b** e **c**. Como os genes dominantes são complementares, o resultado final corresponderá ao efeito conjunto de **A**, **B** e **C**. Assim, o indivíduo mais vigoroso será o portador de todos os genes dominantes **A**, **B** e **C**. Como estes genes são dominantes, as condições homozigóticas dominantes

AA, **BB** e **CC** são idênticas às heterozigóticas **Aa**, **Bb** e **Cc**. Por outro lado, os indivíduos homozigóticos recessivos **aa**, **bb** e **cc** serão menos vigorosos.

Ilustrando, pode-se supor que cada gene recessivo contribua com o valor de um (quilo, metro, litro etc.), e que cada gene dominante contribua com o valor dois. Um indivíduo **aabbcc** teria o valor três, e um indivíduo com os três genes dominantes (**AABBCC** ou **AaBbCc** ou **AaBbCC** etc.) teria o valor seis. Neste exemplo, para facilitar o entendimento, foram considerados apenas três *locos*, ou três sítios no cromossomo onde ocorre um gene, com dois alelos por loco. Na realidade, o número de locos envolvido é muito grande (centenas ou milhares), bem como deve haver, em geral, alelos múltiplos em cada loco. Isso mostra que o número de combinações possíveis atinge proporções astronômicas. Nas populações onde ocorre a *panmixia*, ou fecundação cruzada ao acaso (homem, animais superiores, a maioria das plantas), os indivíduos são em grande parte heterozigóticos do tipo **AaBbCc**. Autofecundando-se ou acasalando com parentes, indivíduos dessa constituição genética irão produzir descendentes com várias constituições gênicas, já que cada indivíduo possui uma combinação diversa de alelos. Entre os descendentes, aparecerão indivíduos homozigóticos recessivos, do tipo **aa**, **bb** ou **cc**, todos com diminuição de vigor. Por outro lado, cruzando-se indivíduos não aparentados, que geralmente apresentam genes dominantes diferentes, os descendentes produzidos serão mais vigorosos do que os pais. Assim, o cruzamento **AABBcc** × **aabbCC** produz descendentes **AaBbCc**. Enquanto um progenitor



tem o valor três e o outro tem o valor quatro, o descendente tem o valor seis. Observa-se assim que a teoria dos genes complementares dominantes explica muito bem tanto a perda de vigor pela endogamia como a restauração do vigor pelo cruzamento, o que tem sido amplamente demonstrado pela experiência. Assim é que, tanto em plantas como em animais e no próprio homem, são conhecidos inúmeros exemplos de genes recessivos que ocasionam defeitos mais ou menos graves, podendo até mesmo causar a morte.

A segunda teoria que explica o vigor de híbrido é a *teoria dos genes sobredominantes*. Estes genes, também chamados *heteróticos*, são aqueles que conferem maior vigor quando se encontram na condição heterozigótica. Assim, o heterozigoto é mais vigoroso do que qualquer homozigoto. O indivíduo **Aa** é superior tanto ao indivíduo **aa** quanto ao **AA**. Por essa teoria, autofecundando-se ou acasalando-se entre parentes, indivíduos vigorosos — e portanto heterozigóticos — produzem descendentes pouco vigorosos, homozigóticos. Autofecundando-se **Aa**, obtêm-se 25% de **AA**, 25% de **aa** e 50% de **Aa**. Assim, a descendência é, em média, inferior ao progenitor,

mas, embora possam aparecer indivíduos tão vigorosos quanto os pais. Como o número de genes envolvidos é muito grande, a probabilidade de aparecerem descendentes com a mesma combinação heterozigótica dos pais é pequena, e é tanto menor quanto maior for o número de genes envolvidos. Existem exemplos conhecidos de genes heteróticos, mais frequentes nos animais do que nas plantas, embora sua ocorrência seja bem menor que a dos genes complementares para o vigor.

No passado, houve intensa discussão sobre qual das duas teorias acima explicaria corretamente a heterose. Graças à grande quantidade de informações obtidas a partir de inúmeras pesquisas com plantas e animais, sabe-se hoje que os dois mecanismos existem e não se excluem mutuamente. A heterose é, assim, o resultado da combinação desses dois tipos de ação gênica. De maneira geral, verifica-se que os geneticistas vegetais tendem a considerar a ação complementar de genes dominantes como mais importante, atribuindo pouco efeito aos genes heteróticos. Por outro lado, os geneticistas que trabalham com animais em

geral, inclusive os que pesquisam com a mosca *Drosophila*, dão um pouco mais de destaque à ação dos genes sobredominantes, considerados os principais responsáveis pela heterose.

Como foi visto acima, a ação complementar dos genes dominantes fez com que os acasalamentos consanguíneos praticados na maioria das populações conduzam a descendentes inferiores, os homozigóticos recessivos. Entretanto, indivíduos que não são portadores de genes recessivos prejudiciais poderão se acasalar endogamicamente sem consequências desfavoráveis. Na verdade, existem muitos exemplos de plantas e animais, inclusive o próprio homem, em que gerações de acasalamentos endogâmicos se sucederam sem suscitar o aparecimento de indivíduos inferiores. Nesses casos, evidentemente, não surgiram homozigóticos recessivos.

O que ocorre é que, nas populações onde ocorre a panmixia, a frequência de genes recessivos deletérios é relativamente elevada, e seus efeitos não são notados porque esses genes estão encobertos pelos dominantes nos indivíduos heterozigóticos. Nessas condições, deve-se procurar sempre efetuar acasalamentos entre indivíduos não aparentados, uma

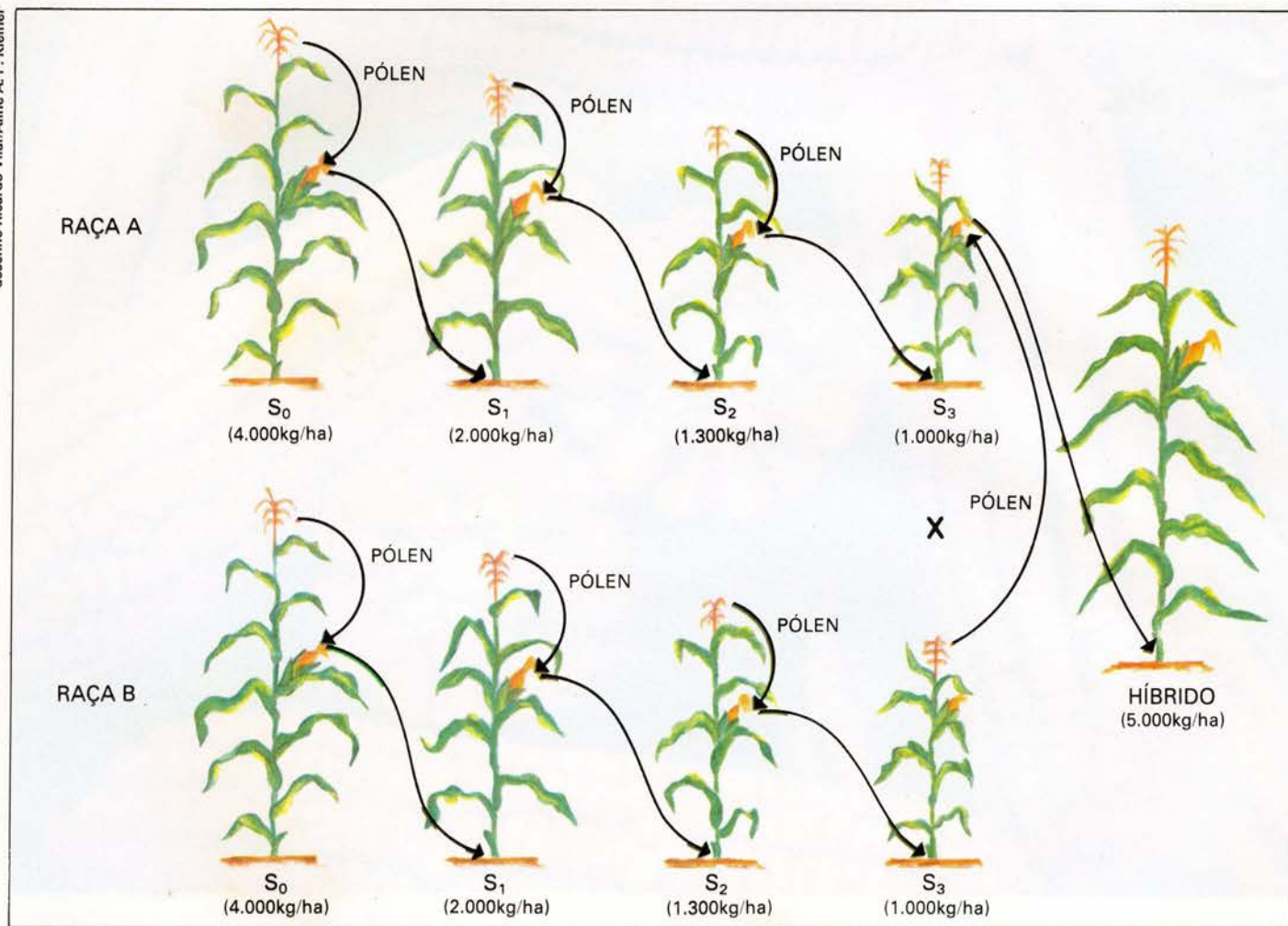


Fig. 1. Partindo-se de duas variedades de milho pertencentes a raças diferentes, que produzem cerca de 4.000kg/ha (em geral as variedades têm produtividades diferentes), autofecundam-se as plantas por quatro gerações sucessivas (S_0 , S_1 , S_2 e S_3), obtendo-se linhagens de produtividade cada vez menor, porém mais uniformes. O cruzamento entre determinadas linhagens pode resultar num híbrido bem superior às variedades originais.

vez que a probabilidade de os dois progenitores serem portadores dos mesmos genes recessivos deletérios é pequena, resultando na grande maioria dos casos em indivíduos normais. Verifica-se, assim, que os acasalamentos consanguíneos não são intrinsecamente maus; apenas seus efeitos podem ser frequentemente prejudiciais, dependendo da constituição genética dos progenitores. Trata-se em essência de uma questão de probabilidade: no acasalamento entre indivíduos não aparentados, podem ocorrer indivíduos com defeitos genéticos, mas a probabilidade é mínima; nos acasalamentos endogâmicos, ocorre o contrário.

A grande maioria das populações de plantas e animais se reproduz por acasalamentos entre indivíduos não aparentados, e por muito tempo se considerou que era este o sistema natural de reprodução entre os seres vivos. Os exemplos de plantas que se reproduzem por autofecundação eram considerados desvios do pro-

cesso natural, provocados pela intervenção do homem. Na realidade, porém, existem muitas plantas cultivadas cujo sistema natural de reprodução é a autofecundação, autofecundando-se naturalmente. Isso ocorre com o arroz, o trigo, a cevada, a aveia, o feijão, a soja, a ervilha, o tomate, a alface etc. Sabe-se apenas que os ancestrais selvagens dessas plantas se reproduziam por cruzamento, e que o hábito de autofecundação foi desenvolvido como consequência da domesticação feita pelo homem.

Mais recentemente, entretanto, verificou-se que existem muitas espécies de plantas selvagens — várias orquídeas e outras espécies florestais — que nunca foram cultivadas pelo homem e que, apesar disso, se autofecundam naturalmente. Isto indica que a autogamia é um processo de reprodução que pode evoluir na natureza, podendo até ser vantajoso em certos casos. De fato, alguns pesquisadores constataram que as plantas autógamas desenvolvem mais facilmente diferentes *ecótipos* (variedades adaptadas a habitats particulares), que

podem assim ocupar áreas geográficas ou ecológicas bem distintas. Em outras palavras, as plantas autógamas parecem ter uma capacidade mais imediata de ocupar áreas ecológicas diversas, pois a autofecundação provoca mais rapidamente a fixação de constituições gênicas distintas.

No entanto, esta adaptação a curto prazo a condições ecológicas diversas custa a essas plantas uma grande perda da variabilidade genética, o que pode comprometer sua sobrevivência a longo prazo, quando as condições do ambiente forem alteradas. As plantas alógamas, por outro lado, devido à recombinação contínua, não fixam combinações gênicas específicas.

O *genótipo* (constituição genética) dos indivíduos de uma população está em permanente mudança, não existindo genótipos constantes. A frequência com que ocorrem os diversos genes é que é estável. Em consequência, a adaptação rápida a condições diferentes é menos viável, embora essas populações conservem uma variabilidade genética muito

maior, útil para fazer face às mudanças de ambiente a longo prazo.

Após constatar a existência do vigor de híbrido, os geneticistas têm procurado utilizá-lo como um meio eficiente de obter plantas e animais melhores. Atualmente, a heterose é utilizada com grande sucesso em muitas espécies, e seu emprego é considerado um dos maiores progressos alcançados neste século na área da genética aplicada. O vigor de híbrido é utilizado principalmente nas seguintes espécies: milho, cebola, sorgo, berinjela, repolho, couve-flor, tomate, aves para postura e para corte, suínos etc. Outras espécies vêm sendo estudadas, esperando-se que no futuro seja ampliada a contribuição da heterose para o seu melhoramento.

A metodologia geral é semelhante nas diversas espécies, respeitando-se, naturalmente, as adaptações específicas. Mas é sem dúvida no milho que a metodologia para o uso aplicado da heterose foi mais estudada e desenvolvida, resultando no milho híbrido.

A produção de milho híbrido consiste inicialmente na obtenção de linhagens puras, as quais são cruzadas entre si, dando como resultado a semente híbrida utilizada nos plantios comerciais. Este milho híbrido, como ocorre com os híbridos em geral, só apresenta as características de vigor e produtividade na primeira geração, sendo por isso necessário tornar a obter a semente híbrida todos os anos. É comum comparar-se o milho híbrido com o cruzamento entre o jumento e a égua, do qual resulta um híbrido muito resistente, o burro ou a mula. Este híbrido combina as boas qualidades dos progenitores mas não se reproduz, necessitando ser produzido de novo a cada geração. O milho híbrido corresponde à primeira geração do cruzamento entre linhagens puras, apresentando grande produtividade e vigor. As sementes produzidas pelo milho híbrido, se plantadas, crescerão, apresentando porém acentuada queda de produtividade (da ordem de 20%), diminuição geral do vigor e grande variação entre as plantas.

Para a obtenção do milho híbrido, há portanto a necessidade de se conseguir em primeiro lugar as linhagens endogâmicas. Uma vez obtidas, estas linhagens são cruzadas entre si, verificando-se quais são os cruzamentos que dão os hí-



Fig. 2. Espigas representativas de duas variedades de raças diferentes de milho. A da direita é um milho de grãos duros de cor laranja e a da esquerda é de grãos moles amarelos. O cruzamento entre linhagens de cada tipo produz híbridos de grãos meio-duros, porém de alta produção (abaixo).



bridos mais produtivos. A experiência tem mostrado que nem todos os cruzamentos produzem acentuado vigor de híbrido. Certas linhagens mostram comportamento relativamente uniforme nos vários cruzamentos, enquanto outras exibem grande variação. Para medir essas características, foram criados os conceitos de *capacidade geral de combinação* e *capacidade específica de combinação*. O primeiro é definido como o comportamento médio de uma linhagem em combinações híbridas, enquanto a capacidade específica de combinação se refere aos casos em que certas combinações se comportam relativamente melhor ou pior do que seria de esperar tendo em vista o comportamento médio das linhagens envolvidas.

Vários tipos de híbridos podem ser obtidos com as linhagens endogâmicas.

Os mais usuais são o híbrido simples, o híbrido triplo e o híbrido duplo. Chama-se de *híbrido simples* o resultado do cruzamento entre duas linhagens, por exemplo, $A \times B$. O *híbrido triplo*, por sua vez, corresponde ao cruzamento de um híbrido simples com uma linhagem, como $(A \times B) \times C$. Já o *híbrido duplo* vem a ser o cruzamento entre dois híbridos simples, como $(A \times B) \times (C \times D)$.

Em virtude da baixa produtividade das linhagens, o milho híbrido não podia ser produzido em escala comercial, dado o elevado custo de produção da semente híbrida. Para resolver o problema, em 1918, na Estação Experimental de Connecticut, EUA, o geneticista Donald F. Jones teve a idéia de utilizar o cruzamento entre dois híbridos simples para produzir o híbrido duplo, reduzindo assim consideravelmente o custo da semente e

possibilitando a ampliação do plantio de milho híbrido. Até hoje, o mesmo princípio do cruzamento entre dois híbridos simples para a produção do híbrido duplo é largamente utilizado em todas as partes onde o milho híbrido é cultivado.

Em algumas situações, empregam-se híbridos triplos e mesmo híbridos simples. Diante da disponibilidade de linhagens mais vigorosas ou de cruzamentos entre linhagens aparentadas, estão sendo utilizados, principalmente nos Estados Unidos, híbridos simples ou híbridos simples modificados.

As linhagens endogâmicas com maior ou menor índice de alelos homozigóticos, necessárias para a obtenção do milho híbrido, são normalmente conseguidas através da autofecundação em gerações sucessivas, o que promove uma uniformidade cada vez maior dentro das linhagens. A autofecundação é facilmente conseguida no milho, protegendo-se a "boneca", ou inflorescência feminina, antes da saída da "barba" ou estigma, evitando-se assim que pólen estranho fecunde a espiga. Quando os estigmas estão crescidos, coleta-se o pólen da mesma planta num saco de papel, que é deixado sobre a "flecha" ou inflorescência masculina no dia anterior ao da polinização. O pólen é colocado sobre os estigmas, tomando-se todo o cuidado para evitar a "contaminação" por outros pólenes. Cruzamentos controlados entre

plantas podem ser feitos de maneira semelhante, e em qualquer programa de melhoramento de milho essas polinizações manuais são questão de rotina. A figura 1 dá uma idéia das etapas empregadas.

Na combinação de linhagens para a produção de híbridos, a experiência tem mostrado consistentemente que linhagens derivadas de duas ou mais variedades exibem maior vigor e produtividade, indicando assim a conveniência de se procurar obter as linhagens e avaliá-las de acordo com sua diversidade genética. Primeiramente, autofecundam-se plantas de duas variedades ou raças geneticamente divergentes. Durante o processo de autofecundação, muitas linhagens inferiores são eliminadas. Após quatro ou cinco gerações, obtêm-se linhagens homogêneas, com um grau satisfatório de homozigose. Como era esperado, observa-se que as linhagens endogâmicas resultantes são menos vigorosas que os progenitores, apresentando uma perda de vigor que aumenta no decorrer das gerações. Finalmente, as linhagens resultantes são avaliadas em cruzamentos. Nem todas as linhagens, quando cruzadas, dão híbridos vigorosos. Entretanto, avaliando-se um grande número, consegue-se identificar aquelas que, cruzadas entre si, resultam em descendentes com o máximo de vigor e de produtividade. Essas linhagens são multiplicadas, efetuando-se anualmente cruzamentos entre elas e distribuindo-se as sementes para produção comercial.

A produção de milho híbrido em escala comercial envolve o cruzamento anual entre dois híbridos simples. As sementes desses híbridos simples são geralmente chamadas de *sementes básicas*. Como a quantidade de sementes necessária para os agricultores é grande, essa produção é feita extensivamente em grandes áreas, com a cooperação de outros agricultores. Usualmente, planta-se o híbrido simples — que funcionará como "mãe" — em seis fileiras intercaladas, entre duas fileiras de outro híbrido simples, que funcionará como "macho". Às vezes, esta proporção é de oito fileiras de "fêmeas" para cada duas de "machos". Para que o cruzamento entre os dois híbridos simples seja bem feito, é necessário "castrar" as plantas das fileiras femininas, o que é feito arrancando-se suas flechas antes da deiscência (maturação) do pólen, tarefa muito trabalhosa, que requer grande número de trabalhadores em tempo relativamente curto (poucos dias).

Por essa razão, para facilitar os cruzamentos e a produção da semente híbrida em grande escala, têm sido empregadas plantas com esterilidade masculina. Trata-se de uma condição, devida a fatores genéticos e celulares, que faz com que as plantas não produzam grãos de pólen. Essas plantas são ideais para serem usadas como "fêmeas", uma vez que dispensam a operação de castração. Existem vários tipos de "machos estéreis". Empregou-se extensivamente, com grande



O *fenótipo* de um indivíduo é sua aparência, observável com ou sem o uso de instrumentos. O *genótipo* é a soma do material hereditário que ele recebeu de seus progenitores. Numerosos fenótipos observados no milho — plantas de porte alto ou baixo, com folhas de diferentes colorações ou com produtividade maior ou menor — resultam da interação de

GENÉTICA E HIBRIDAÇÃO

genótipos especiais com condições ambientais adequadas. Verificou-se, por exemplo, que a característica "caule anão" do milho é condicionada pelo fator ou gene *a*, e que a característica "caule normal" é condicionada pelo fator ou gene *A*. Durante a fecundação de plantas anãs por grãos de pólen provenientes de plantas normais, devemos esperar que se realize o encontro de genes *a* da planta anã com genes *A* da planta normal. As sementes resultantes deste cruzamento terão a constituição genética (ou *genótipo*) *Aa*. Cultivadas, sementes deste genótipo darão origem a plantas de tamanho normal. Plantas anãs apresentam o genótipo *aa*, e plantas de tamanho normal

apresentam o genótipo *Aa* ou *AA*. Neste exemplo, a diferença no tamanho das plantas é condicionado por apenas um par de genes.

O indivíduo que apresenta dois genes iguais (*AA* ou *aa*) constituindo um determinado par é chamado de *homozigoto*. Se os dois genes responsáveis pela característica forem diferentes, o indivíduo será *heterozigoto*. As plantas *heterozigotas Aa*, embora possuam o gene *a*, apresentam caule normal. Neste caso, apenas o gene *A* se expressa, sendo por isso chamado de *dominante*. O gene *a*, que não se expressa na presença de *A*, mas apenas na condição homozigótica, é chamado de *recessivo*.

Na maioria das células, os genes estão situados aos pares ao longo dos cromossomos. Os membros de um par são chamados de *cromossomos homólogos*. Determinada posição, ou *loco*, de um cromossomo é ocupada por uma ou outra das formas alternativas do gene. Genes que ocupam a mesma posição ou *loco* em cromossomos homólogos são chamados de *alelos*. Um indivíduo pode possuir no máximo dois alelos em um determinado *loco*. Se, porém, considerarmos vários indivíduos, poderemos encontrar mais de dois alelos para um determinado *loco*. Quando três ou mais genes puderem ocupar o mesmo *loco* num determinado par de cromossomos homólogos, diz-

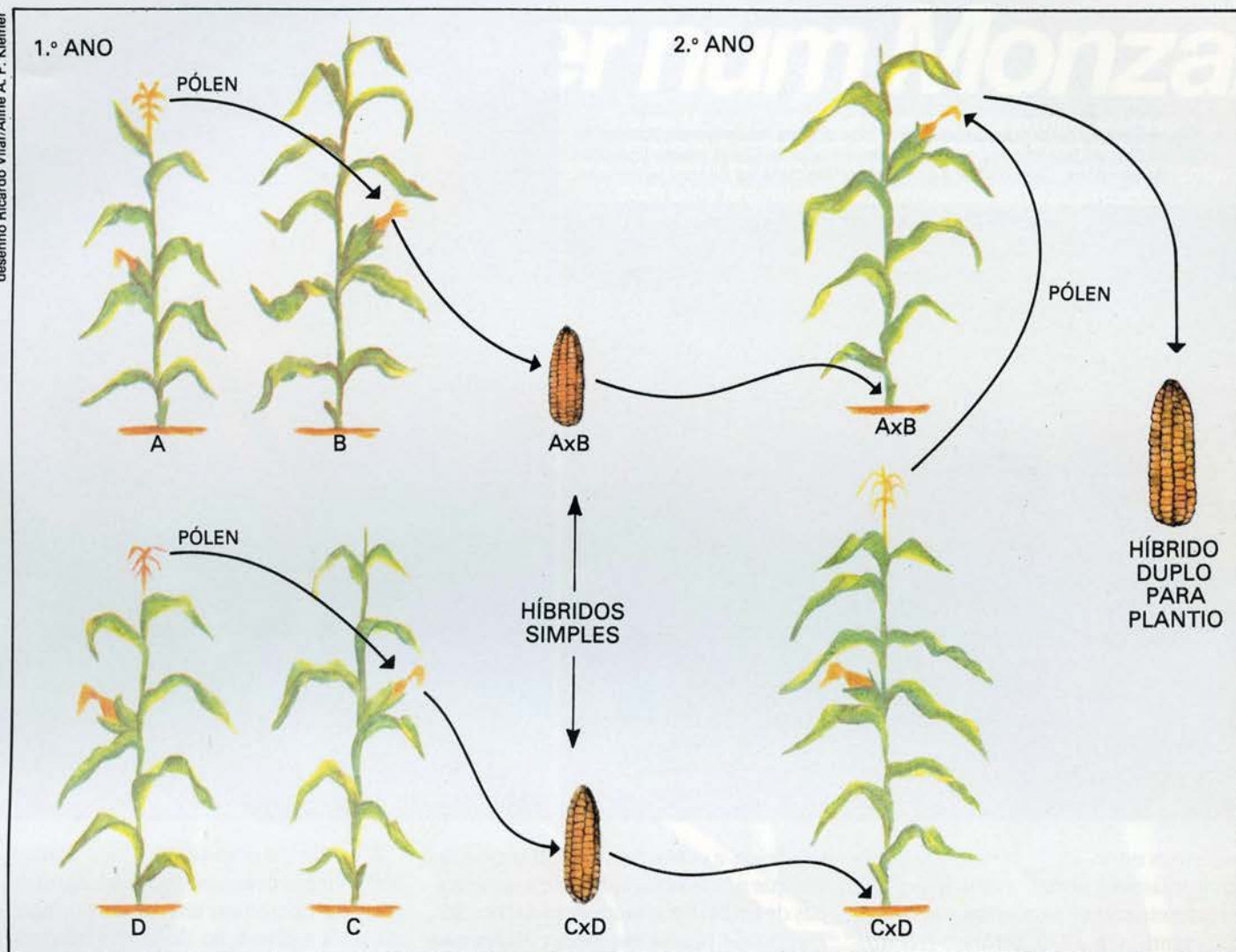


Fig. 3. Produção de sementes comerciais de milho híbrido duplo. No primeiro ano, cruzam-se de um lado as linhagens A e B e, de outro, as linhagens C e D (os pés de milho B e C são despendoados, funcionando como "fêmeas"), produzindo-se os híbridos simples AxB e CxD. No segundo ano, plantam-se sementes destes híbridos e retira-se o pendão do pé de milho AxB. Cruzam-se as duas plantas, e o milho resultante será um híbrido duplo, cujas sementes serão usadas para o plantio comercial.

se que constituem uma série de alelos múltiplos.

Se autofecundarmos plantas heterozigotas de porte normal, obteremos em sua descendência tanto plantas de porte normal quanto plantas anãs. Uma vez que as plantas anãs têm o genótipo *aa*, somos levados a admitir que resultam do encontro de um grão de pólen contendo o gene *a* com um óvulo que também contém o gene *a*. Uma planta *Aa* formará portanto dois tipos de gametas, um contendo o gene *A* e o outro, o gene *a*. Os genes *A* e *a* presentes nas células sexuais dos indivíduos heterozigotos (*Aa*) são portanto capazes de se segregarem, isto é, de se separarem, indo para gametas diferentes.

O conceito de segregação está enunciado na primeira lei de Mendel. Tanto nos animais como nos vegetais, durante a formação

dos gametas, os diferentes alelos de cada par de genes segregam-se mendelianamente, fato que possibilita o surgimento de inúmeras combinações gênicas. Assim, plantas *AaBb* formarão quatro tipos de gametas: *AB*, *Ab*, *aB* e *ab*. Se esta planta for autofecundada, o encontro de seus gametas levará à produção de nove combinações gênicas, ou nove classes genotípicas diferentes: *AABB*, *AaBB*, *aaBB*, *AABb*, *AaBb*, *aaBb*, *AAbb*, *Aabb*, *aabb*.

Se imaginarmos uma população na qual ocorram os alelos *A* e *a*, esperamos encontrar nela os genótipos *AA*, *Aa* e *aa*. As frequências genotípicas (de *AA*, *Aa* e *aa*) dependem das frequências gênicas (de *A* e de *a*). Se *a* for muito frequente, devemos esperar uma frequência maior de homozigotos recessivos (*aa*) e, portanto, de plantas anãs. Quando as frequências gênicas e

genotípicas permanecem inalteradas de uma geração para outra, diz-se que a população está em equilíbrio. Nesta situação, ela é uma população estável, com taxa de evolução igual a zero.

Uma população cujos membros se reproduzam por fecundação cruzada, acasalando-se ao acaso, é chamada de panmítica. A existência de acasalamentos casuais pode levar a modificações nas frequências genotípicas de uma população. Várias outras forças podem alterar as frequências gênicas e genotípicas. Quando isso ocorre, dizemos que a população está em processo de evolução.

Nos organismos superiores, a informação genética está geralmente contida nos cromossomos nucleares, ou seja, os cromossomos do núcleo das células. A existência de organelas citoplas-

máticas como os cloroplastos e as mitocôndrias — capazes de autoduplicar-se — revela, porém, que nem todo material genético está contido nesses cromossomos. Um gene extracromossômico não segue o padrão mendeliano de hereditariedade. No milho, por exemplo, pode-se processar a castração dos pendões ou flechas (aparelho reprodutor masculino) por meios genéticos, seja através de genes nucleares, seja através de genes citoplasmáticos. Os estudos a respeito da esterilidade masculina devida a fatores citoplasmáticos sugerem que estes se relacionam a alterações no ADN mitocondrial.

Humberto de Carvalho
Professor-Adjunto
Instituto de Ciências Biológicas
Universidade Federal de Minas Gerais

Fig. 4 Campo de produção de milho híbrido, plantado na proporção de quatro fileiras femininas despendoadas para uma fileira masculina com os pendões. Destinados a produzir pólen para as fileiras femininas.



sucesso, a esterilidade masculina devida ao citoplasma T, assim chamado porque foi primeiramente encontrado no Texas. Entretanto, em 1970, o fungo *Helminthosporium maydis* raça T, extremamente virulento para as plantas com o citoplasma T, se desenvolveu assustadoramente, causando grandes prejuízos. A partir de então, voltaram a ser produzidos híbridos com citoplasma normal, que exigem castração mas são resistentes a esse fungo. Outros tipos de citoplasma que produzem "machos estéreis" existem, como o C e o S por exemplo. São resistentes ao fungo citado e estão sendo incorporados às linhagens para tornar mais eficiente a produção de sementes de milho híbrido.

Muito embora inúmeras raças e variedades de milho fossem cultivadas pelos índios do Brasil em épocas pré-colombianas, o homem civilizado adotou essencialmente o milho Cateto, de grãos laranja-escuro e endosperma (parte comestível do grão) duro, que era cultivado pelos Tupi ao longo da costa atlântica. Por volta de 1860, por ocasião da Guerra de Secessão nos Estados Unidos, muitos norte-americanos emigraram para o Brasil trazendo milhos dentados amarelos de grãos moles. Por volta de 1910, o secretário da Agricultura de Minas Gerais Benjamin Hunnicutt incenti-

vou feiras e concursos de milho, ocasião em que novas variedades norte-americanas de milho foram introduzidas no país. Depois de plantados, estes cruzaram-se com o Cateto, originando uma série de tipos e variedades com nomes locais de Armour, Itaici Dente-de-Cavalo, Caiano, Amarelão etc. Todos esses tipos são englobados na raça Dente Paulista.

Outros tipos de menor expressão econômica são o Cristal, um milho branco de grãos duros, e o Pipoca. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, os tipos dentados americanos foram conservados sem cruzamento com milhos locais, e se tornaram predominantes.

A partir de 1932, no Instituto Agrônomo de Campinas (SP), Carlos Arnaldo Krug e seus colaboradores iniciaram um programa de melhoramento do milho visando à obtenção de milho híbrido. Variedades locais, notadamente o Cateto, o Cristal e o Amparo, foram autofecundadas para a obtenção de linhagens.

Em 1935, Gladstone de Almeida Drummond e Antônio Secundino de São José iniciaram, na Escola Superior de Agricultura de Viçosa (MG), um programa para a obtenção de milho híbrido, autofecundando especialmente o milho Cateto e milhos dentados amarelos locais.

A partir da década de 1940, Glauco Pinto Viegas criou, no Instituto Agrônomo de Campinas, um intenso programa para a obtenção de milho híbrido. Em 1946-47, pela primeira vez, foi iniciada em São Paulo a produção em escala comercial do híbrido duplo H3531. Tratava-se de um híbrido constituído unicamente de linhagens Cateto, portanto de grãos duros alaranjados. Este híbrido produzia cerca de 22% a mais que o Cateto. O programa iniciado em Viçosa constatou maior vigor de híbrido nos cruzamentos entre linhagens do tipo Cateto com linhagens dentadas, passando assim a produzir milho híbrido semidentado.

Em 1953, criou-se em Campinas o híbrido duplo semidentado H4624, que produziu 43% a mais do que uma variedade Armour existente na época. A partir de então, novos híbridos semidentados foram desenvolvidos, destacando-se o H6999B e o H7974. Companhias particulares de sementes também se dedicaram à produção desse tipo de híbrido, existindo hoje uma variedade de híbridos semidentados de alta produtividade.

No Rio Grande do Sul, a Secretaria de Agricultura, bem como o programa desenvolvido com apoio federal, desenvolveram milhos híbridos, obtendo vários tipos comercializados. Tanto no Rio



Fig. 5. À esquerda, a inflorescência masculina do milho (pendão ou flecha), coberta com saco de papel a fim de coletar o pólen. À sua direita, vê-se um pendão descoberto. No centro, inflorescência feminina ("boneca") protegida com um saco plástico para evitar a "contaminação" com pólen de origem desconhecida. À direita, o saco de papel com pólen coletado do pendão colocado sobre a inflorescência feminina desejada: a "boneca" permanece coberta até a colheita.

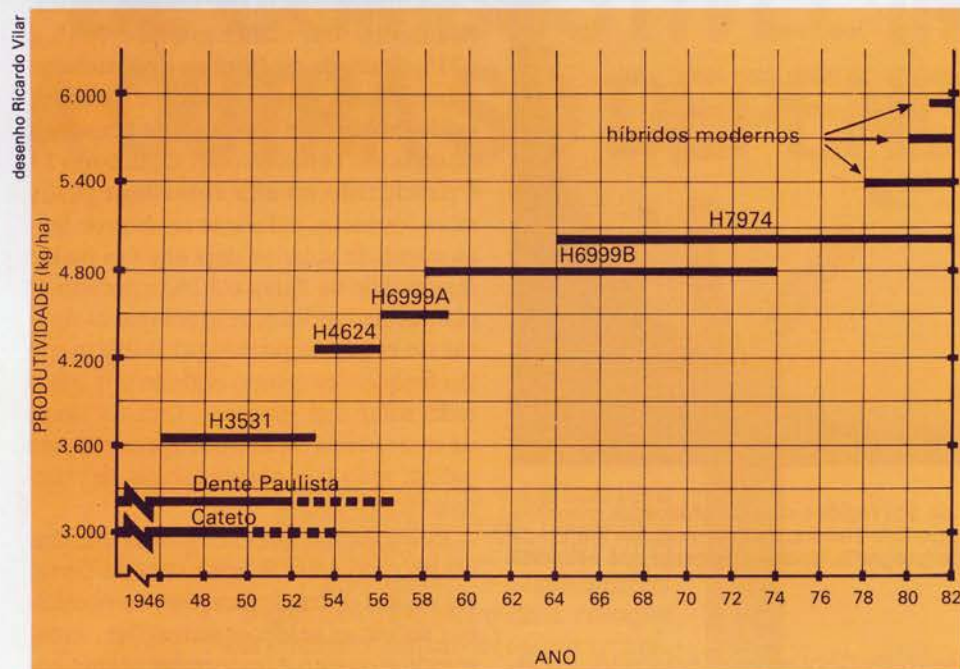


Fig. 6. Os trabalhos de pesquisa de obtenção, seleção e hibridação de linhagens possibilitou o desenvolvimento de híbridos de milho de qualidade cada vez maior. No gráfico, pode-se observar que, com o correr dos anos, os novos híbridos obtidos acarretaram um considerável aumento de produtividade.

Grande do Sul como em Santa Catarina, os agricultores têm preferido milhos moles ou dentados. Os híbridos são obtidos a partir desse tipo de grão.

Em Minas Gerais também se desenvolveram milhos híbridos, em geral do tipo semidentado, que tiveram ampla disseminação entre os agricultores.

Atualmente, há inúmeros programas de melhoramento do milho em curso, tanto em instituições públicas como pri-

vadas. Como consequência desses trabalhos, já estão disponíveis materiais genéticos muito superiores tanto em produ-

tividade de grãos como em sanidade, resistência da planta aos ventos fortes, uniformidade etc.



SUGESTÕES PARA LEITURA

PATERNIANI, E. Estudos recentes sobre heterose. Bol. n.º 1, Fundação Cargill, São Paulo, 1974.

SPRAGUE, G.F. e EBERHART, S.A. Corn Breeding. In *Corn and Corn Improvement*. G. F. Sprague (ed.). Madison (Wisconsin), ASA, 1977.

VIEGAS, G.P. e MIRANDA FILHO, J.B. Milho híbrido. In *Melhoramento e produção do milho no Brasil*. E. Paterniani (ed.). São Paulo, Fundação Cargill, 1978

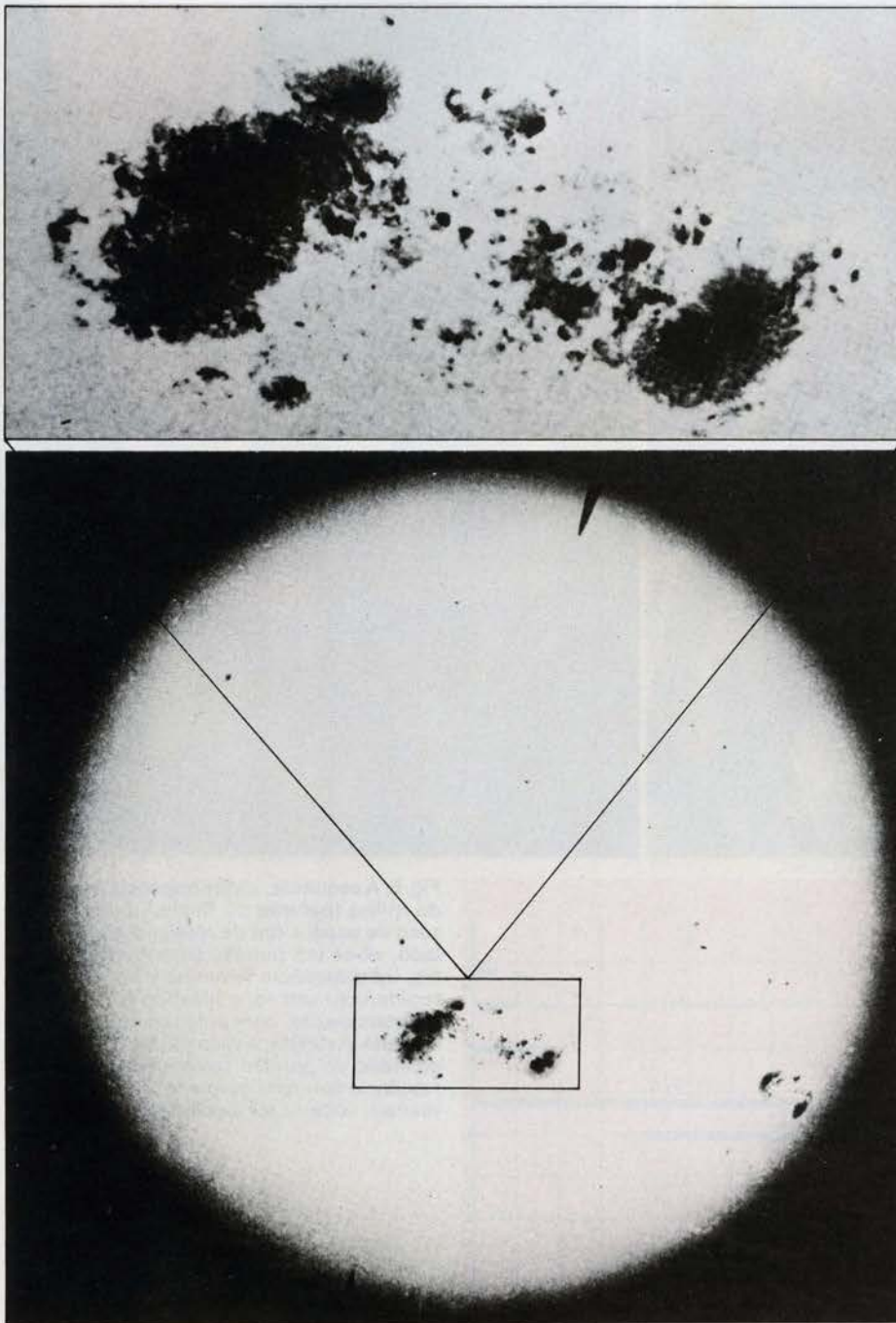


Fig. 1. Eventualmente, aparecem na superfície do Sol regiões escuras chamadas manchas solares. São cerca de 2.000°K mais frias que a superfície vizinha, e podem ocupar até 1% da área do hemisfério visível do Sol. Na ampliação da fotografia, pode-se perceber que a superfície solar é granulada, devido à convecção.

Na superfície visível do Sol, a fotosfera, aparecem eventualmente grandes regiões escuras, as manchas solares (ver figura 1). São geralmente maiores que nosso planeta, e algumas chegam a atingir 150.000km de extensão, podendo ser vistas a olho nu (naturalmente sem fitar diretamente o Sol, mas quando ele está no horizonte e o ar não está muito puro).

É provável que os belos pores-do-sol formados pela poeira levantada no de-

serto de Gobi tenham favorecido os astrônomos chineses, que têm observado essas manchas desde a Antiguidade. Por outro lado, embora as manchas solares talvez fossem conhecidas dos antigos gregos, vigorou durante longo tempo no mundo ocidental a doutrina de que o Sol era símbolo da perfeição, sendo inconcebível que sua superfície fosse maculada ou apresentasse irregularidades. Ainda nesse caso, foi Galileu Galilei quem deu uma contribuição revolucionária ao redescobrir as manchas solares

em 1611, usando o recém-inventado telescópio (um leitor que deseje repetir a experiência de Galileu deve tomar cuidado com os olhos, usando o telescópio para projetar a imagem do Sol sobre um anteparo).

Na metade do século XVIII, o astrônomo suíço R. Wolf sistematizou o estudo das manchas solares. Graças a esta iniciativa, foi possível descobrir no século seguinte que seu número aumenta e diminui em ciclos de 11 anos de duração, e que são apenas o efeito mais visível do chamado "ciclo solar", que é acompanhado de diversas outras manifestações (ver figura 2).

Há evidências de que o ciclo solar possa ter influências consideráveis sobre a Terra e seu clima. Aliás, parece que o ciclo não está sempre presente. De fato, o pesquisador norte-americano J. Eddy demonstrou que, pouco depois da invenção do telescópio, houve uma época praticamente sem manchas entre 1645 e 1715, chamada de *Mínimo de Maunder*. A ocorrência deste período é também evidenciada pela medição da presença do carbono 14 nas árvores. O carbono 14 é produzido na alta atmosfera pelos raios cósmicos, e durante os anos de baixa atividade solar se deposita em maior quantidade na Terra e é incorporado às plantas. As medidas indicam que as épocas de mínimos prolongados são quase tão freqüentes quanto aquelas em que o ciclo solar está presente. Ora, há sinais de que o clima da Terra se apresenta, em média, mais frio nessas épocas de mínimos prolongados.

Este é apenas um exemplo da influência do ciclo solar sobre a vida da Terra. Há muitas outras indicações, como efeitos sobre as telecomunicações, mostrando o quanto é importante que se conheçam melhor suas características.

As primeiras interpretações sobre a natureza das manchas solares eram bastante imaginosas, mas pouco tinham a ver com a realidade. Já no século passado, descobriu-se que as manchas são regiões 2.000°K mais frias que sua vizinhança, tendo portanto uma temperatura de cerca de 4.000°K. Parecem escuras apenas por efeito de contraste. Qual seria a explicação para sua existência?

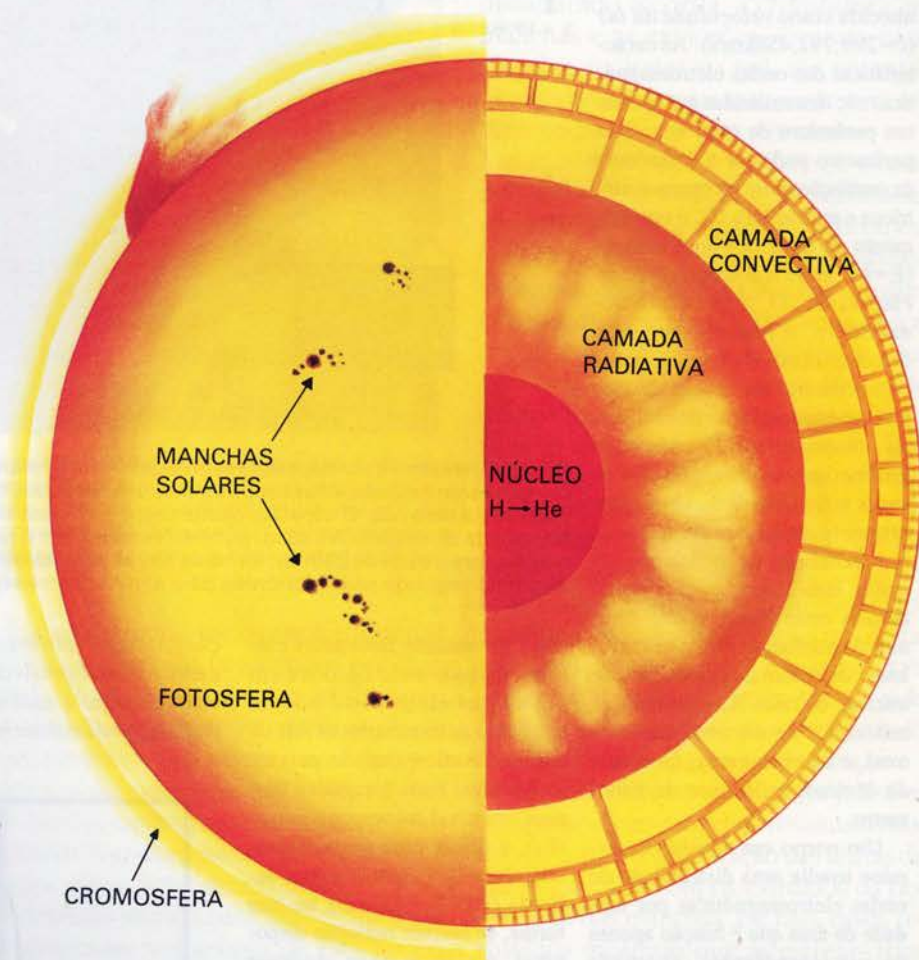
Manchas estelares

As reações nucleares de fusão de núcleos de hidrogênio, formando núcleos de hélio, liberam no interior do Sol a energia que é transportada para sua superfície (ver "Nascimento, vida e morte das estrelas", em *Ciência Hoje* n.º 2). Na camada mais externa do Sol, essa energia aflora à superfície graças a movimentos da matéria análogos aos da água fervente em uma chaleira, os chamados movimentos de convecção (ver figura 3). No entanto, a convecção deve ser inibida na região das manchas, o que torna menos eficiente o transporte de energia e torna as manchas mais frias, devido aos fortes campos magnéticos verticais detectados nestas regiões, da ordem de até 3.000G de intensidade (1G, um gauss, é a ordem de grandeza da intensidade do campo magnético da Terra). As próprias manchas solares forneceram a primeira evidência para a explicação desses intensos campos magnéticos: a partir de sua observação, foi possível determinar a rotação solar (cerca de 30 dias) e verificar que o Sol possui uma rotação diferencial, ou seja, uma rotação mais rápida no equador do que nos pólos.

Pode-se prever que, nas camadas subfotosféricas, a densidade do plasma (gás ionizado) deve ser grande. O campo magnético ficaria então "preso" no plasma. Partindo de um campo magnético fraco (1G) na direção polar, como é o campo magnético médio do Sol longe das manchas, esse campo é arrastado, naquelas camadas, durante cada rotação solar. Gradativamente, porém, devido à rotação diferencial, esse campo passa a dar mais voltas em torno do equador do que em torno do pólo. Isto provoca o surgimento de uma quantidade muito grande de linhas de campo magnético por unidade de área perto do equador. É

Carlos Alberto P. C. Oliveira Torres

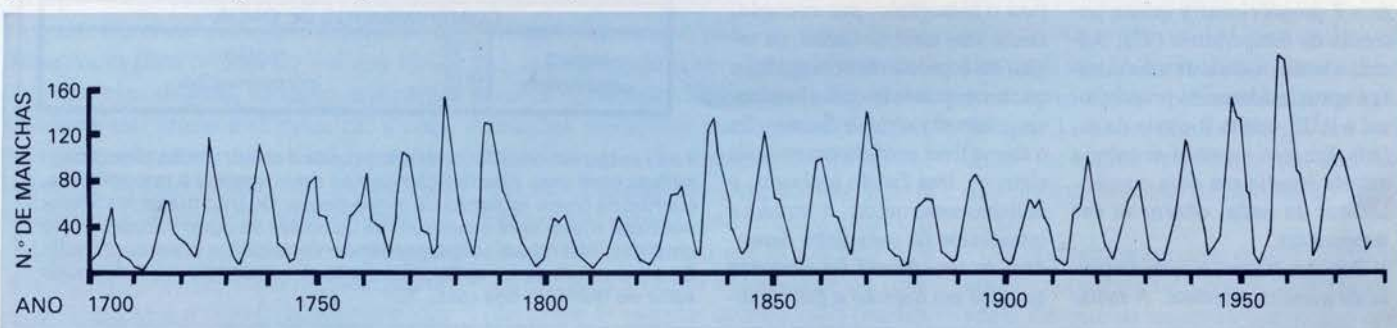
Pesquisador do Observatório Astrofísico Brasileiro
Observatório Nacional/CNPq



desenho Vilma Gomez

Fig. 3. A energia se produz no denso núcleo central do Sol por meio de reações nucleares que transformam o hidrogênio em hélio a uma temperatura de milhões de graus. Esta energia vem à superfície primeiro por radiação (camada radiativa) e depois por convecção (camada convectiva), sendo então radiada para nós pela fotosfera, onde a temperatura é de 6.000 °K e onde ocorrem as manchas solares. Acima da fotosfera, embora a densidade continue a diminuir, a temperatura torna a subir, primeiro na cromosfera, onde ocorrem as explosões solares, e depois na coroa, onde a temperatura atinge um milhão de graus Kelvin.

Fig. 2. O número das manchas solares aumenta e diminui num ciclo médio de 11 anos. Alguns ciclos são mais intensos do que outros, e tudo indica que o ciclo esteve quase inoperante entre 1645 e 1715. No gráfico, pode-se ver que, entre 1700 e 1715, houve praticamente apenas um ano com manchas, o que equivale a um máximo pouco intenso. Essa situação ainda não tornou a se produzir desde então.

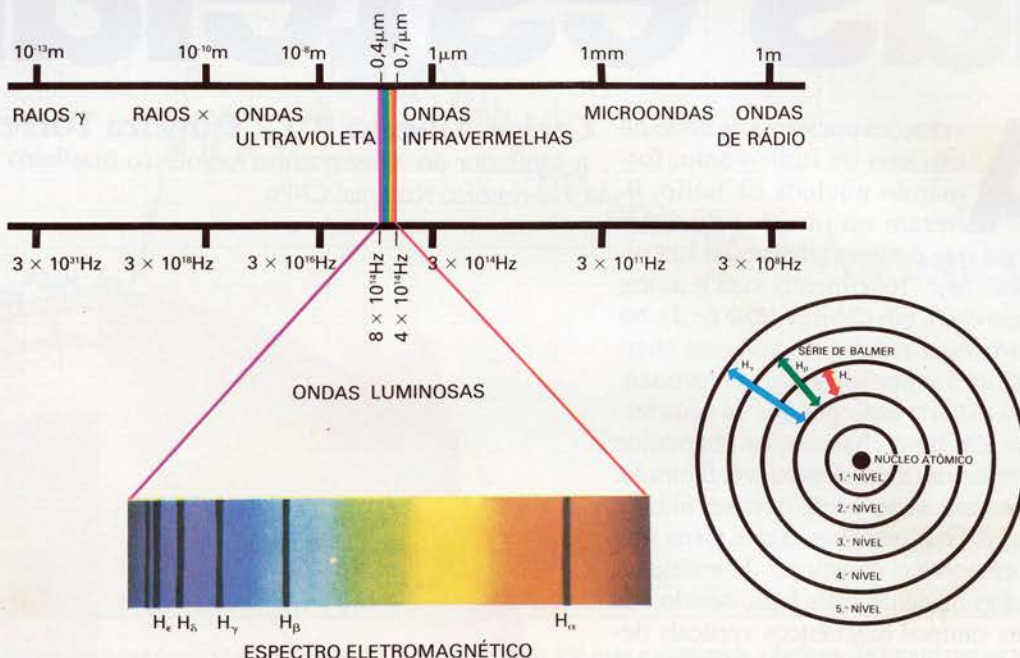


A RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Uma das formas mais comuns de transporte de energia no espaço é a radiação eletromagnética, formada por campos elétricos oscilantes e por campos magnéticos oscilantes. Todas as ondas eletromagnéticas têm a mesma velocidade de propagação no vácuo, conhecida como *velocidade da luz* ($c=299.792,458\text{km/s}$). As características das ondas eletromagnéticas são determinadas por apenas um parâmetro de cada vez. Este parâmetro pode ser a frequência da oscilação entre os campos elétricos e magnéticos (f), o comprimento de onda ($\lambda=\frac{c}{f}$), a energia ($E=hf$, onde h é a constante de Planck) etc. O "espectro eletromagnético" é formado por ondas de comprimentos diversos: as de comprimento da ordem de metros, chamadas ondas de rádio; as de comprimento da ordem de milímetros, ou microondas; as ondas infravermelhas, com comprimento da ordem de microns (ou milésimos de milímetro); as ondas luminosas, com comprimentos entre quatro e sete décimos de micron; as ondas ultravioletas, da ordem de centésimos de micron; os raios X, da ordem de milésimos de micron (nanômetros), e os raios gama, da ordem de décimos milésimos de nanômetro.

Um corpo em equilíbrio térmico irradia uma distribuição de ondas eletromagnéticas por unidade de área que é função apenas de sua temperatura, chamada "radiação de corpo negro". Quanto maior for a temperatura, maior será a quantidade de ondas de curto comprimento. Por isso, uma estrela (que é aproximadamente um "corpo negro"), sendo fria, irradia quase só vermelho. Já uma estrela quente irradia em todas as cores, parecendo então branca. A intensidade das ondas eletromagnéticas por unidade de área é proporcional à quarta potência de temperatura (T^4). Assim, a luminosidade de uma estrela é aproximadamente proporcional a R^2T^4 , sendo R o raio da estrela. Em tese, sabendo-se como a estrela irradia em dois comprimentos de onda, obtém-se sua temperatura.

Para um átomo, a coisa se passa de maneira diferente. A radia-

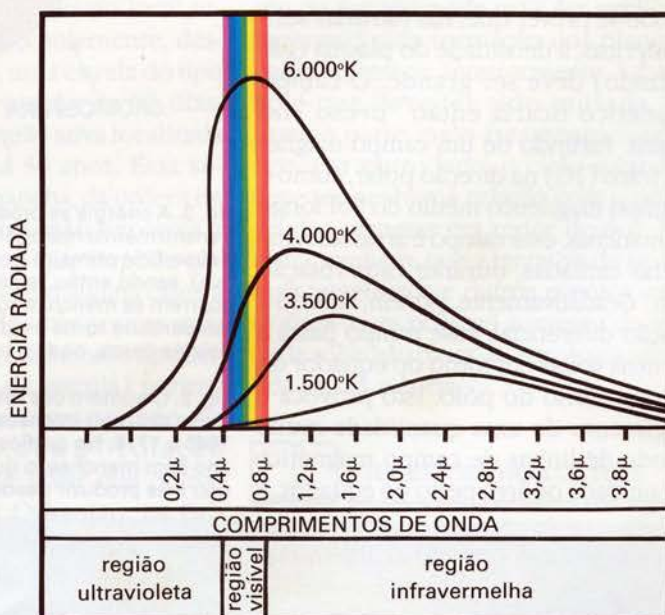


Só se diferenciam as ondas eletromagnéticas por um parâmetro de cada vez, e o mais empregado é o comprimento de onda. A luz ocupa apenas uma pequena faixa de comprimento de ondas, mas é muito importante para nós. O espectro eletromagnético, visto em detalhe, traz importantes informações sobre a fonte de origem. No caso, pode-se ver o espectro luminoso de uma estrela quente, aparecendo nitidamente a série de Balmer, formada nas absorções dos elétrons dos átomos de hidrogênio ao passarem do segundo nível eletrônico para algum dos níveis subsequentes.

ção é geralmente feita pelos elétrons. Quando estão ligados a um núcleo, os elétrons só podem existir em determinados níveis de energia. Assim, quando passam de um nível mais energético (E_2) para um nível menos energético (E_1), emitem uma onda eletromagnética de frequência bem definida ($E_2-E_1=hf$). Da mesma forma, se houver radiação disponível, o elétron pode absorver uma onda eletromagnética da mesma frequência ao passar de E_1 para E_2 . Isso será medido, no primeiro caso, como uma *linha de emissão*; no segundo, como uma *linha de absorção*. Como os níveis possíveis para cada caso dependem do tipo de núcleo a que os elétrons estão ligados, haverá um conjunto de *linhas espectrais* para cada um dos elementos naturais. Para o hidrogênio, por exemplo, existe uma série de linhas, na região do espectro eletromagnético que corresponde às ondas luminosas, chamada *série de Balmer*. Se o átomo tiver perdido um ou mais elétrons, terá ficado ionizado, e as linhas serão outras. A forma e a intensidade de cada linha dependem da abundância do elemento químico em questão e das condi-

ções físicas reinantes em seu meio. Assim, é possível para o astrofísico fazer a análise química de uma estrela e obter seus princi-

pais parâmetros físicos (temperatura, pressão, rotação, campo magnético, densidade, raio, etc.).



Todo corpo em equilíbrio térmico tende a emitir ondas eletromagnéticas com uma distribuição que se deve apenas à temperatura, conhecida como *radiação de corpo negro*. Quanto maior for a temperatura, maior será a quantidade de ondas de curto comprimento emitidas, fazendo o corpo passar de vermelho a branco-azulado. Se a temperatura for suficientemente alta, parte da radiação pode estar no domínio dos raios X.

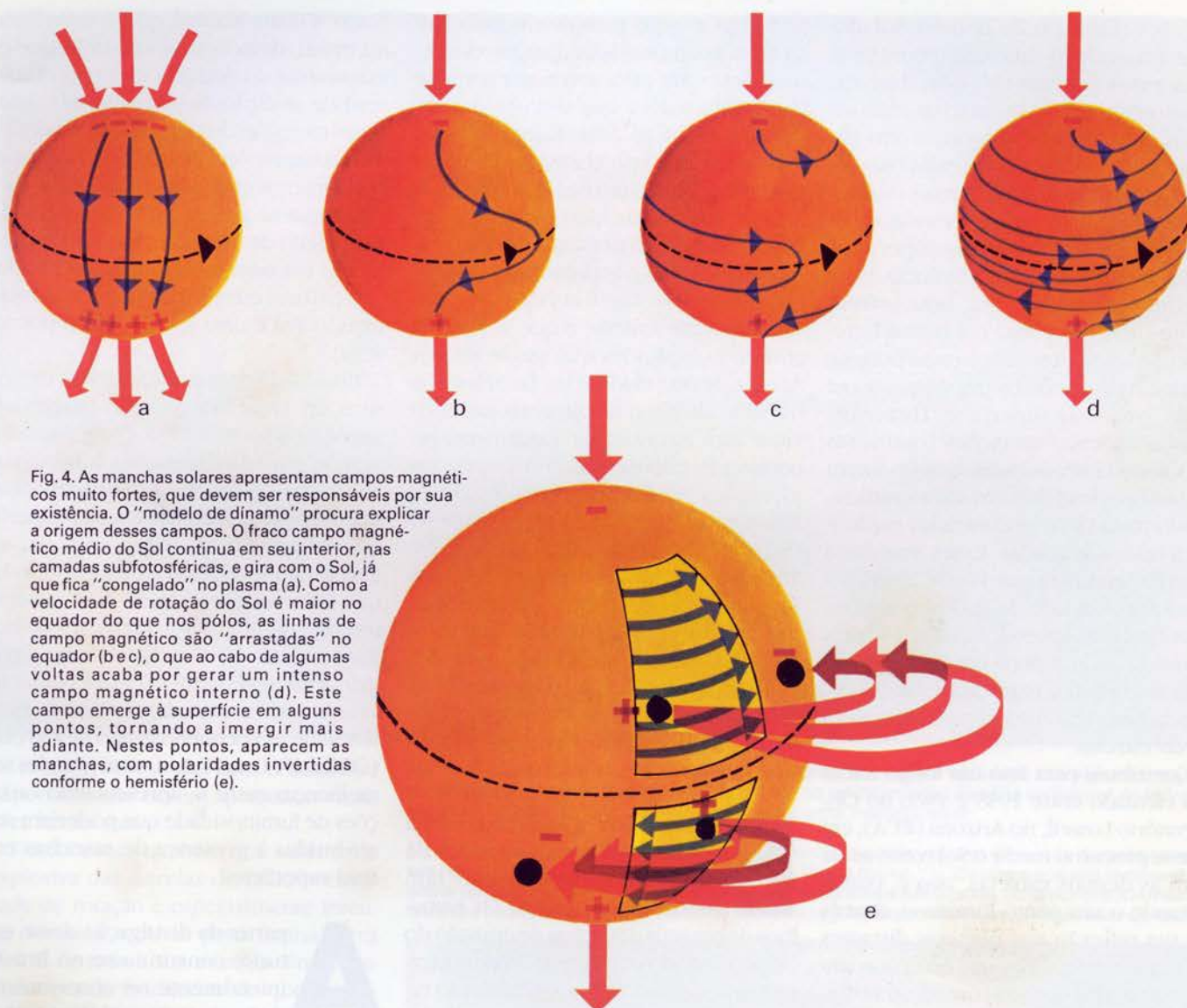


Fig. 4. As manchas solares apresentam campos magnéticos muito fortes, que devem ser responsáveis por sua existência. O "modelo de dínamo" procura explicar a origem desses campos. O fraco campo magnético médio do Sol continua em seu interior, nas camadas subfotosféricas, e gira com o Sol, já que fica "congelado" no plasma (a). Como a velocidade de rotação do Sol é maior no equador do que nos pólos, as linhas de campo magnético são "arrastadas" no equador (b e c), o que ao cabo de algumas voltas acaba por gerar um intenso campo magnético interno (d). Este campo emerge à superfície em alguns pontos, tornando a imergir mais adiante. Nestes pontos, aparecem as manchas, com polaridades invertidas conforme o hemisfério (e).

como se o Sol fosse um enorme dínamo, amplificando nas regiões "tropicais" seu campo magnético médio. Este campo, ao se tornar excessivamente forte, vem à superfície em alguns pontos, tornando a imergir mais adiante. Nos lugares da fotosfera onde o campo aflora ou imerge, surgem as manchas solares (ver figura 4).

Esse é, em linhas gerais, o chamado "modelo dínamo" da atividade solar. Ele explica bem porque as manchas não ocorrem longe do equador, e porque tendem a se aproximar dele no decorrer do ciclo. Explica também porque as manchas costumam ocorrer aos pares, com campos magnéticos reversos em cada uma, e porque a polaridade desses campos é contrária em cada um dos hemisférios do Sol. Para que esse modelo funcione, é necessário que exista uma *camada convectiva*, uma *rotação diferencial* e um *campo magnético*.

Ao longo do ciclo solar, a energia armazenada nos campos magnéticos acaba por ser liberada nas manchas, nas tem-

pestades magnéticas e nas explosões (em inglês *flares*) que irão aquecer as regiões mais externas do Sol, a cromosfera e a coroa solar (ver "Vento solar, ventos estelares", em *Ciência Hoje* n.º 1). A energia armazenada se esgota ao cabo de um ciclo, e novo ciclo se inicia, agora com a inversão do campo magnético. A polaridade também é invertida nas novas manchas formadas em cada hemisfério. Na realidade, o ciclo solar tem, portanto, 22 anos, pois é esse o período que os campos magnéticos levam para repetir uma determinada direção, e retornar ao ponto em que se iniciou o ciclo anterior.

A cromosfera e a coroa solar foram inicialmente detectadas durante os eclipses do Sol, já que, por serem menos densas que a fotosfera, emitem muito menos energia, embora tenham temperaturas mais elevadas. Todavia, em certos comprimentos de onda específicos (ver o quadro "Radiação eletromagnética"),

correspondentes às linhas do hidrogênio, como a primeira linha da série de Balmer, e às linhas do cálcio ionizado, a cromosfera irradia intensamente, enquanto a fotosfera limita-se a absorver. Assim, nessas linhas, o contraste favorece a visibilidade da cromosfera; elas são portanto excelentes para revelar o que se passa nessa camada do Sol (ver figura 5).

A cromosfera é ainda mais visível na região do ultravioleta, hoje melhor estudada graças ao uso de satélites, já que a atmosfera da Terra é opaca a essa radiação. Da mesma forma, a coroa, com sua temperatura de vários milhões de graus, é visível na região dos raios X, sendo igualmente melhor observada por meio de satélites (ver figura 6).

Desde a descoberta das manchas solares e dos demais aspectos do ciclo solar, os astrônomos se têm perguntado sobre a possibilidade de encontrar fenômenos semelhantes em outras estrelas.

Deve-se notar, contudo, que se o Sol não fosse uma estrela suficientemente próxima esses fenômenos dificilmente seriam observados. As manchas mais intensas já observadas provocam uma diminuição de apenas alguns milésimos no brilho do Sol, enquanto as mais modernas técnicas de observação estelar estão limitadas a valores levemente superiores (sobretudo devido à interferência da atmosfera terrestre). Ora, uma estrela sempre aparece como um ponto luminoso. Mesmo no telescópio mais potente de que os astrônomos dispõem, não se pode "ver" sua superfície. Historicamente, diversas variações luminosas periódicas observadas em estrelas foram atribuídas a manchas em sua superfície, sendo mais tarde encontradas explicações mais adequadas. Esses dois fatos contribuíram para que não se acreditasse na possibilidade de se observar manchas estelares, havendo certa resistência inicial quando a presença de tais manchas se tornou a explicação mais apropriada para fenômenos observados em certas estrelas.

Contribuiu para isso um longo trabalho efetuado entre 1955 e 1966 no Observatório Lowell, no Arizona (EUA), em que se procurou medir o Sol como se faz com as demais estrelas, isto é, considerando-o um ponto luminoso, através de sua reflexão nos planetas distantes Urano e Netuno. Depois, comparavam-se as medidas obtidas com as do brilho de outras estrelas semelhantes. Os resultados foram aparentemente negativos, já que não se encontrou variação de brilho nem no Sol nem nas estrelas. (Curiosamente, houve quem encontrasse, reestudando os dados obtidos, evidências de variação do brilho do Sol. O grupo brasileiro de pesquisadores de que faço parte mostrou que uma das estrelas usadas como padrão, ξ Bootis, variou, presumivelmente devido a manchas, com um período de cerca de 10 dias, durante boa parte do programa de observação.)

Entretanto, a primeira evidência séria da existência de manchas estelares apareceu em 1952, quando o astrônomo norte-americano Gerald Kron publicou seu estudo sobre a estrela dupla YY Gem (Geminorum, da constelação de Gêmeos), na qual a órbita de uma estrela em torno da outra está inclinada na direção da Terra de tal forma que, a cada volta, uma estrela eclipsa a outra (por isso, são chamadas de "binárias eclipsantes"). Kron deduziu que havia, além dos eclipses, variações de luz que só poderiam ser explicadas de modo apropri-

ado se as estrelas possuísem manchas. YY Gem é constituída de duas estrelas semelhantes, de raio aproximadamente duas vezes menor que o do Sol e temperatura cerca de 2.000°K inferior à do Sol, sendo por isso chamadas de "anãs vermelhas". Essas estrelas apresentam linhas de emissão de hidrogênio e de cálcio que indicam a presença de uma cromosfera intensa. Nessa época, já se sabia que essas linhas da estrela YY Gem variavam esporadicamente, o que se poderia atribuir as explosões análogas às solares. Apesar dessas evidências favoráveis, o trabalho de Kron levou ainda cerca de vinte anos para ser adequadamente reconhecido, pois se insistia em outras explicações. O astrônomo galês David Evans, ao estudar outra estrela dupla semelhante a YY Gem, CC Eri (Eridani), em 1959, não aceitou atribuir as variações luminosas à existência de manchas, mesmo depois de constatar que estas variações não podiam ser explicadas por eclipses. Em 1971, tentou explicar essas variações referindo-se a grandes nuvens de poeira orbitando em redor das estrelas.

Enquanto isso, a situação tendia a mudar, pois outros aspectos da atividade solar e estelar iam sendo identificados. Os trabalhos de registro das linhas de emissão do cálcio ionizado em estrelas frias mostraram que as cromosferas estelares são relativamente comuns. Por outro lado, desde a descoberta de uma explosão na estrela UV Cet (Ceti, da constelação da Baleia) em 1948, começou-se a estudar em detalhe as explosões que ocorrem com frequência em algumas anãs vermelhas. Gradativamente, cresceu a convicção de que se tratava de fenômenos análogos às explosões solares. Essas explosões são encontradas com maior frequência em anãs vermelhas extremamente frias, com temperaturas da ordem de 3.000°K , possuidoras de linhas de emissão do cálcio e do hidrogênio (ou seja, com cromosferas densas). Embora estas estrelas irradiem mil a dez mil vezes menos que o Sol, suas explosões podem liberar até cem mil vezes mais energia que as explosões solares. Mais raramente, foram observadas explosões em estrelas mais quentes, com temperaturas da ordem de 4.000°K . Surgiu assim a convicção de que a atividade explosiva deveria ser inversamente proporcional à temperatura — ou à luminosidade — da estrela, o que explica a "fraqueza" das explosões solares. No entanto, o astrô-

nomo William Kunkel, que já trabalhou no Brasil, demonstrou em 1970 que é exatamente o contrário que ocorre: na verdade, as explosões são especialmente fortes na região do ultravioleta, e a emissão no ultravioleta de uma estrela cresce rapidamente com sua temperatura. Assim, torna-se apenas muito mais difícil, pelo efeito de contraste, medir uma explosão em uma estrela mais quente do que em uma estrela fria (em termos relativos, o Sol é uma estrela muito pouco ativa).

Estudando uma dessas estrelas explosivas, BY Dra (Draconis, do Dragão), o astrônomo soviético P. F. Chugainov observou em 1965 variações luminosas, com período de cerca de quatro dias, que atribuiu a manchas em sua superfície. Por causa disso, outras anãs vermelhas foram exploradas, descobrindo-se que uma outra estrela, FF And (Andromedae), apresentava variações semelhantes às de BY Dra. Finalmente, Chugainov escreveu em 1971 um pequeno estudo chamando atenção para a existência de um pequeno grupo de estrelas (CC Eri, BY Dra, FF And) com grandes semelhanças entre si, apresentando variações de luminosidade que poderiam ser atribuídas à presença de manchas em suas superfícies.

Apartir da divulgação desse estudo, constituiu-se no Brasil, inicialmente no observatório do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e mais tarde no Observatório Nacional, um grupo de astrônomos que se interessou pelo problema, formado por Germano Quast, Ivo Bosko e por mim. De 1971 a 1973, usando o pequeno telescópio do ITA, realizamos um levantamento de 80 estrelas anãs vermelhas: cerca de dez novas estrelas variáveis análogas a BY Dra foram encontradas. Estudos realizados no Observatório Interamericano de Cerro Tololo (Chile) e no Observatório Astrofísico Brasileiro, em Brasópolis (MG), conduziram a uma série de conclusões sobre as características das estrelas que apresentam manchas.

Quase todas as estrelas variáveis que descobrimos apresentam linhas características de cromosferas densas, e períodos de rotação entre um e oito dias. Todavia, estrelas com cromosferas menos densas também podem apresentar variações, mas numa proporção muito menor que as primeiras. Além disso, parecem ter períodos de rotação maiores que dez dias, tendo portanto menor velocidade



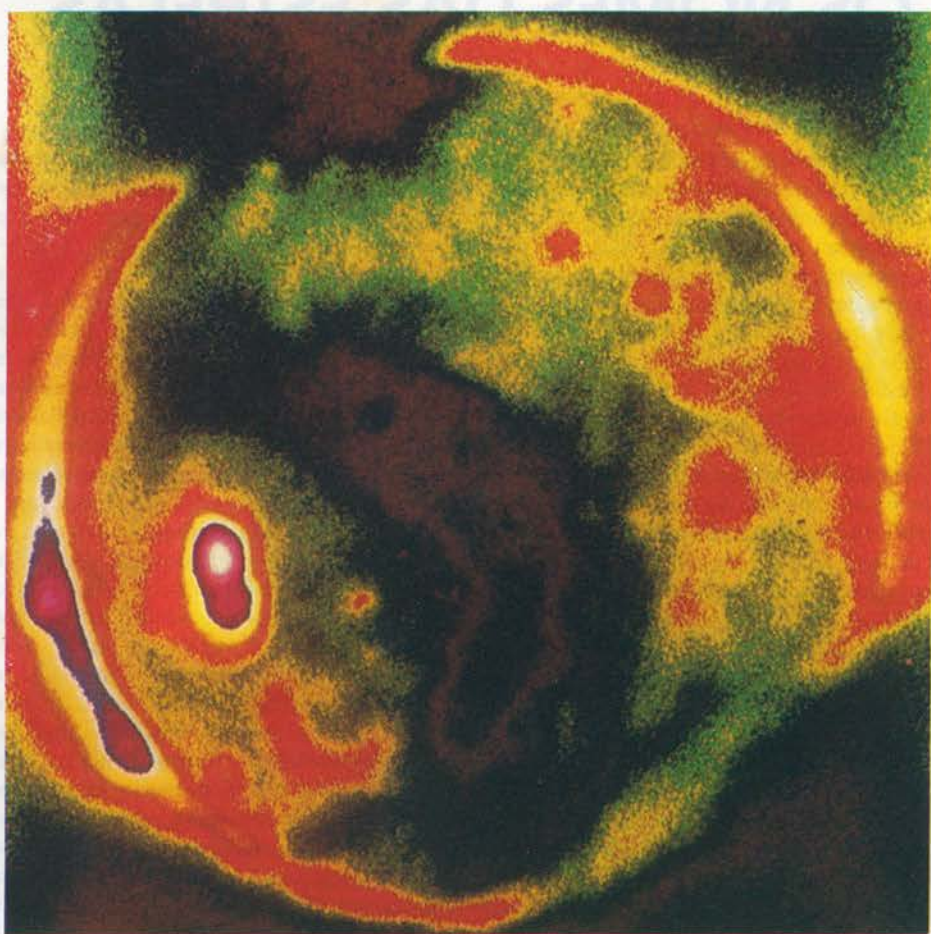
de rotação. As estrelas sem cromosfera importante não devem apresentar variações luminosas.

Descobrimos também que a atividade explosiva das estrelas de maior velocidade de rotação é especialmente intensa, devendo irradiar desta forma cerca de 1% de toda a sua energia. Encontramos algumas evidências de que a atividade explosiva pode ser mais intensa quando a estrela está, em média, brilhando menos (situação de mancha visível) do que quando está mais brilhante (situação de mancha invisível).

De fato, modelos teóricos desenvolvidos por nós em 1972 mostraram que as variações encontradas podem ser realmente explicadas se essas estrelas possuírem manchas, que devem ter temperaturas entre 500 e 1.000°K mais frias que a temperatura média da fotosfera e ocupar 10 a 20% da superfície da estrela. Na verdade, não podemos distinguir se estamos vendo realmente uma mancha com tal superfície ou grupo de pequenas manchas abrangendo a mesma área. Daí usarmos indistintamente o nome de *mancha* onde talvez fosse mais adequado dizer *grupo de manchas*. No entanto, no caso da estrela AU Mic, descoberta por nós e a respeito da qual possuímos dados de boa qualidade, demonstramos que devem existir duas manchas separadas (ou dois grupos separados de manchas), como é o caso do Sol (ver figura 7).

Fig. 5. A cromosfera solar é pouco densa e pode ser melhor estudada em algumas regiões especiais do espectro. Aqui aparece uma foto na primeira linha da série de Balmer do hidrogênio ($H\alpha$), no vermelho. A parte mais escura é uma mancha solar.

Fig. 6. A coroa do Sol é tão tênue que antigamente só podia ser bem estudada durante os eclipses (ver "Vento solar, ventos estelares", em *Ciência Hoje* n.º 1). Devido a sua alta temperatura, emite raios X, e pode ser estudada com o uso de satélites adequados, uma vez que a atmosfera terrestre é opaca aos raios X. As cores indicam regiões com diferentes intensidades de raios X.



A molécula do óxido de titânio (TiO) já é formada às temperaturas existentes na superfície das estrelas frias, podendo ser reconhecida por linhas extremamente largas, chamadas *bandas*. Essas bandas de TiO são muito sensíveis à temperatura, e nessas estrelas, realmente, a variação das bandas indica que existem regiões mais frias, com temperatura como as previstas por nossos modelos.

Enquanto isso, tornou-se evidente que as variações luminosas de um grupo de estrelas duplas conhecidas como estrelas Rs CVn (Canum Venaticorum, do Cão de Caça), atribuídas a exóticos anéis rodeando as estrelas, deveriam ser plausivelmente explicadas por manchas existentes na estrela mais fria do par. Todas possuem linhas cromosféricas do cálcio ionizado, antes atribuídas aos tais anéis, e em muitas foram observadas intensas explosões. No entanto, embora a duplicidade começasse a ser considerada um fator importante para a existência de manchas, foi demonstrado que existiam manchas em estrelas que não pertencem a sistemas binários.

O advento dos telescópios espaciais, além de permitir estudar melhor a cromosfera, mostrou que todas essas estre-

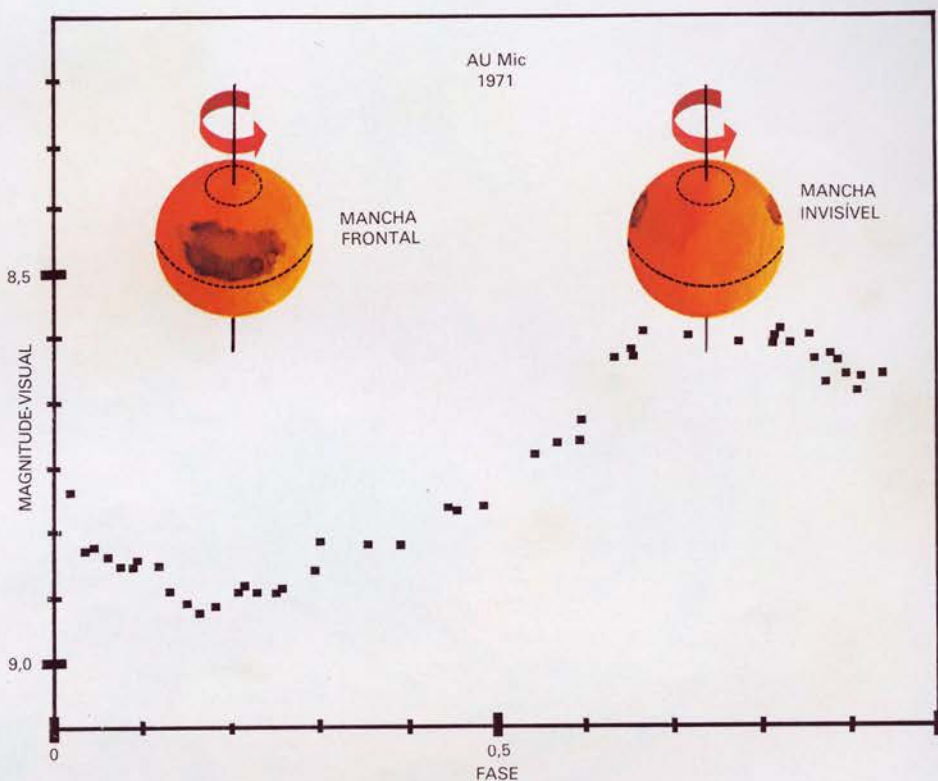


Fig. 7. A variação da estrela AU Mic foi descoberta no observatório do ITA em 1971. Cada ponto é sua intensidade luminosa medida em uma noite, colocadas em fase em relação ao período encontrado, de 4,854 dias. Segundo o modelo que supõe que a variação é causada por manchas estelares, no mínimo veríamos a mancha de frente (com uma segunda mancha começando a surgir). No máximo, praticamente não se vêem as manchas.

OS NOMES DAS ESTRELAS

Em astronomia, a identificação da estrela a que se refere o astrônomo é um problema que não se pode considerar trivial. A vista desarmada é capaz de discernir cerca de cinco mil estrelas. As mais fracas são ditas de magnitude 6, e a magnitude decresce à medida que as estrelas se tornam mais brilhantes (a magnitude é definida atualmente como uma função logarítmica da intensidade, de modo tal que $m = -2,5 \log I + C$, onde a constante C depende do sistema de unidades usado e da região espectral. Assim, para a chamada *banda visual*, próxima da resposta do olho humano, C é igual a 13,74 quando se usam unidades do sistema cgs).

Os grandes catálogos, como por exemplo o de Henry Draper (HD), costumam ser mais ou menos completos até a magnitude 10, e registram cerca de 400.000 estrelas. Mas os grandes telescó-

pios, utilizando as técnicas recentes, são capazes de estudar até estrelas de magnitude 24!

É possível referir-se a qualquer posição na esfera celeste por meio de dois ângulos: o de ascensão reta e o de declinação. Naturalmente, isso resolveria a questão de como designar uma estrela específica. No entanto, dois problemas surgem: o primeiro se refere à precisão que seria necessária para especificar os objetos muito fracos que estão muito próximos no céu. Por outro lado, também acaba não sendo prático, assim como não é prático referir-se a algum ponto da Terra apenas por suas coordenadas de latitude e longitude. Ninguém seria capaz de reconhecer uma cidade se lhe dessem apenas suas coordenadas.

Para as estrelas mais brilhantes, é possível referir-se a um número de entrada em um catálogo. Como existem catálogos diversos, enfatizando aspectos diferen-

tes (posição, distância, etc.), a mesma estrela pode ter designações diversas (por exemplo, Gl 719, HD234677, BD+51°2402, GC25394, etc.) Nem neste caso, então, a posição é cômoda. Naturalmente, ao se referir a uma certa estrela por uma certa razão, espera-se que os astrônomos ligados à questão sejam capazes de identificá-la prontamente. É em parte por causa disso que existem catálogos específicos.

Para as estrelas variáveis, usou-se um sistema baseado nas constelações. Os povos antigos dedicavam parte da noite a olhar as estrelas, imaginando desenhos baseados nas mais brilhantes delas. Assim, dividiram o céu em regiões tão arbitrárias como as fronteiras traçadas entre as nações do Terceiro Mundo depois da descolonização. Por razões culturais, ficou mais generalizada a divisão greco-caldaica. Nos tempos modernos, os astrônomos a utili-

zaram para dividir os céus, criando algumas novas constelações e definindo suas "fronteiras", num total de 88 constelações. As estrelas mais brilhantes de cada constelação são nomeadas, por ordem de brilho, com letras gregas (α , β , γ , etc.), seguidas, às vezes, de letras latinas de A até Q.

A primeira estrela variável descoberta em cada constelação recebeu a letra R, a segunda S e assim por diante até Z. Depois, RR até RZ, SS até SZ, etc., até ZZ. Depois, AA até AZ, BB até BZ, CC, etc., até QZ, pulando-se sempre a letra J. Depois disso vêm V335, V336, etc. Assim, a estrela com as diversas designações citadas acima é a variável BY Dra, a 102.ª estrela descoberta na constelação de Draco (Dragão). Uma comissão soviética é encarregada de dar os nomes das estrelas e emitir seu catálogo.

Até hoje, foram descobertas cerca de 30.000 estrelas variáveis. Seria possível pensar em um método mais razoável para batizá-las. A única razão para se persistir no uso do método atual é a tradição. O que se ganharia mudando?



Fig. 8. O aglomerado das Plêiades é formado por estrelas muito jovens. As estrelas anãs vermelhas do aglomerado estão começando agora suas reações nucleares. Quase todas, ou todas, apresentam variações atribuídas às manchas, com elevada velocidade de rotação. Na foto, aparecem duas das estrelas variáveis já encontradas, H_z 1124 e H_z 1531, assinaladas com setas, a primeira mais à direita. Seus períodos de variação são de 22h33min e de 11h36min, respectivamente.

las emitem fortemente na faixa dos raios X, ou seja, possuem coroas intensas, com temperaturas da ordem de milhões de graus. Essas coroas são tanto mais fortes quanto maiores forem a velocidade de rotação da estrela e o tamanho de sua camada convectiva, camada que só se torna importante nas estrelas com temperatura fotosférica inferior a 7.000°K.

Este conjunto de fatos se enquadra bem no modelo de dínamo. Efetivamente, este modelo prevê que, quanto maiores forem a rotação diferencial (que, presumivelmente, deve ser mais acentuada nas estrelas com maior velocidade de rotação) e a camada convectiva, a atividade magnética deve ser mais intensa. Ora, espera-se que a velocidade de rotação decaia com a idade da estrela, em grande parte devido à interação entre a matéria do meio interplanetário e o campo magnético estelar, como demonstrou o astrônomo francês E. Schatzman para o caso do Sol em 1962. Nas estrelas duplas, todavia, a atração gravitacional tende a sincronizar a rotação com o movimento orbital, fazendo a estrela permanecer ativa por muito mais tempo. Por outro lado, o freamento, ou seja, a redução da velocidade de rotação da estrela, pode ser menos eficiente no caso de estrelas muito frias, no entender

dos astrônomos mexicanos liderados por Luís Carrasco. Isto explica por que, nos cúmulos de estrelas mais jovens, a atividade explosiva pode ser encontrada em estrelas relativamente mais quentes que nos cúmulos mais velhos (ver figura 8). Explica também por que existem mais estrelas frias explosivas, como já foi dito, e por que o Sol é pouco ativo.

Estrelas manchadas começam a ser encontradas nos grupos de estrelas extremamente jovens conhecidas como estrelas T Tau e pós-T Tau, as quais sequer começaram a apresentar reações term nucleares em seus núcleos. Uma das características das estrelas muito jovens é possuir lítio na mesma abundância que o meio interestelar — do qual, aliás, foram formadas. O lítio é facilmente destruído às temperaturas existentes perto do núcleo das estrelas. Já que as estrelas frias possuem camadas convectivas que se estendem muito para dentro da estrela, o lítio tende a ser destruído com o passar do tempo, logo após o início das reações nucleares nas estrelas frias, e, por esta razão, é um excelente indicador da idade das estrelas. Ora, nosso grupo já encontrou estrelas manchadas ricas em lítio, e elas parecem ser as estrelas que apresentam a maior velocidade de rotação entre as estrelas que não são duplas.

Os astrônomos holandeses Van Leeuwen e Alphenaeer, trabalhando no Observatório Europeu, no Chile, descobriram estrelas com manchas no cúmulo das Plêiades, de estrelas muito jovens; essas estrelas são as estrelas com manchas de rotação mais veloz que se conhece (ver figura 9).

À medida que a idade da estrela aumenta, se ela não tiver uma companheira, sua velocidade de rotação diminui, diminuindo a coroa, a cromosfera, as manchas e as explosões. Ficamos com estrelas análogas ao Sol. No entanto, nem todas as estrelas que poderiam ser manchadas apresentam manchas.

Algumas delas, como parece ser o caso de V1054 Oph, podem estar inclinadas de tal forma que estejamos observando seu pólo. Assim, as manchas não provocariam efeitos observáveis. Outras estrelas podem estar passando por mínimos prolongados, como o de Maunder. Outro estudo, que usa apenas as linhas de cálcio ionizado, vem sendo realizado há 16 anos em Monte Wilson, nos EUA, por O. C. Wilson e A. Vaughan. A partir dessas linhas cromosféricas, foi possível determinar tanto o período de rotação das estrelas como a duração de seu “ciclo estelar”. As conclusões são análogas: a cromosfera é mais intensa quanto maior for a velocidade de rotação, e quanto mais jovem for a estrela. Por outro lado, o ciclo estelar é independente da rotação, tendo sempre cerca de 11 anos de duração.

Não está claro ainda se seria possível comparar diretamente os resultados obtidos a partir da observação das linhas de cálcio ionizado com os extraídos da observação das manchas. De fato, esses resultados mostram que as estrelas frias têm menor velocidade de rotação que as mais quentes, ou seja: as estrelas frias deveriam ter períodos de rotação maiores que o Sol, e não menores, como os que encontramos. Acreditamos que as estrelas frias estudadas em Monte Wilson devem ser bem mais velhas que as estudadas por nós; por isso, são freadas de modo mais eficaz. Por outro lado, estudando as variações luminosas das estrelas com manchas através das placas fotográficas dos arquivos da Universidade de Harvard, nos EUA, Phillips e Hartman encontraram ciclos estelares bem maiores do que 11 anos; alguns chegavam a 60 anos. Os ciclos tendem a ser maiores quanto mais rápida for a rotação da estrela.

Se pudermos agrupar essas evidências sobre os ciclos estelares, formaríamos a idéia de que as estrelas começam com

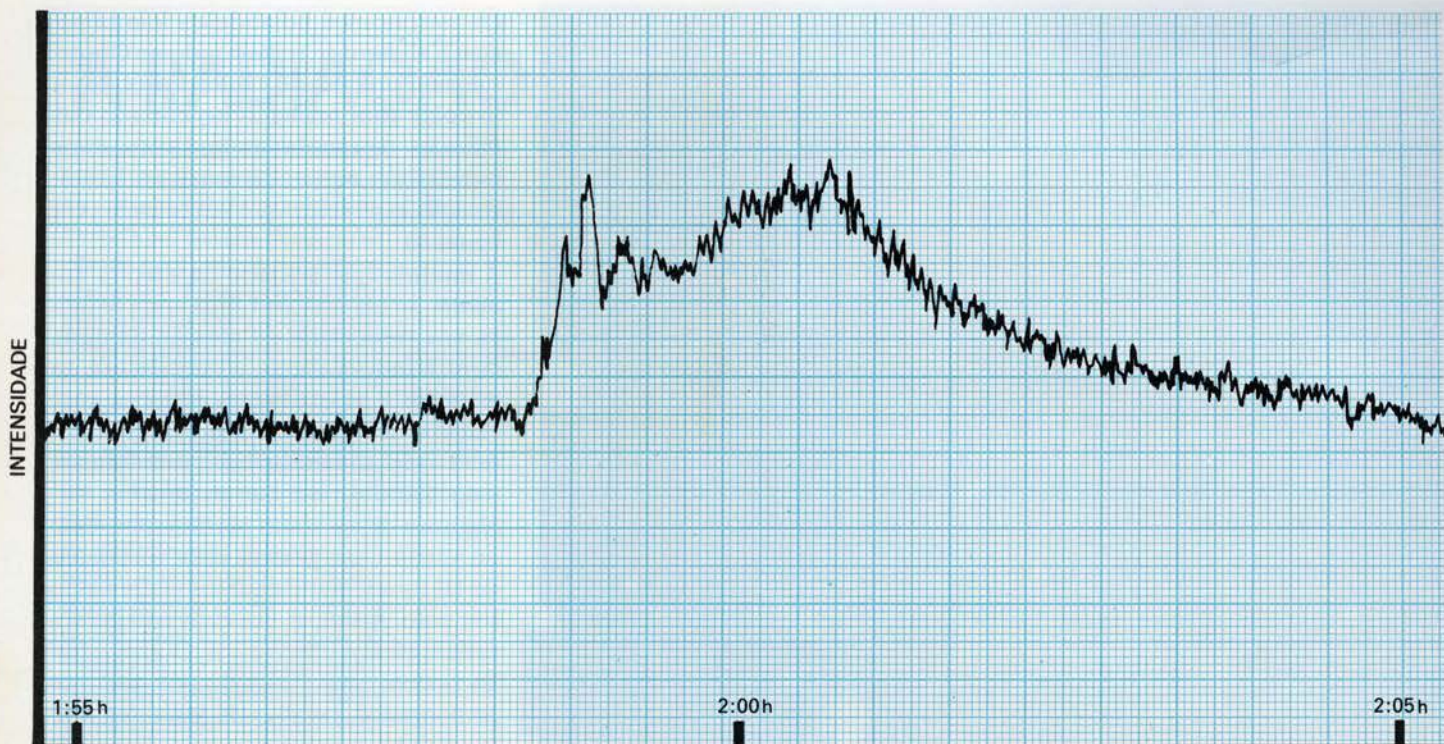


Fig. 9. Nas estrelas com manchas ocorrem grandes explosões, análogas às que ocorrem no Sol mas muito mais intensas. Já foram registradas explosões em que a estrela liberou energia equivalente à que irradiaria ao longo de dez dias. Uma das estrelas mais ativas que se conhece é V914 Sco (na verdade, duas estrelas ligadas gravitacionalmente). Na figura, uma de suas explosões, observada em luz ultravioleta no Observatório Astrofísico Brasileiro no dia 21 de maio de 1980. Note-se que, por alguns instantes, a estrela se tornou duas vezes mais intensa. O início da explosão é muito mais rápido que o final.

alta velocidade de rotação e atividade intensa, com ciclos longos; à medida que sua rotação vai-se tornando mais lenta, sua atividade também cai, e os ciclos se tornam mais rápidos. Quando a estrela atinge uma rotação de cerca de 10 dias, o ciclo se estabiliza em 11 anos.

Essas evidências são corroboradas pelo que parece ter acontecido no Sol. O Sol também deve ter tido rotação mais rápida no passado, freando rapidamente. Ora, evidências geológicas encontradas em sedimentos oceânicos na Austrália indicam que o ciclo de 11 anos, poderia estar presente, com as mesmas características atuais, há 670 milhões de anos, quando o Sol devia ter uma rotação bem mais rápida que a de hoje. Evidências semelhantes foram encontradas por geofísicos brasileiros no litoral da Bahia, em terrenos muito mais recentes, de épocas em que o ciclo já deveria ser certamente o atual. Isto tende a confirmar os resultados e a interpretação dos estudos australianos.

Atualmente, temos um modelo da atividade solar e estelar que começa a fazer sentido. As idéias de várias áreas vêm-se encaixando, tendendo a formar um corpo lógico. Há ainda muitos problemas que devem ser resolvidos, tanto teórica como observacionalmente. Um dos

mais intrigantes foi apresentado por nós, recentemente, no Congresso sobre a Atividade em Anãs Vermelhas realizado em Catânia, na Itália: a estrela AU Mic (Microscopi), que possui rotação de cerca de cinco dias, apresentou durante cinco anos seguidos uma mancha (ou região ativa) praticamente no mesmo local sobre sua superfície. Recentemente, descobriu-se que λ And, uma estrela do tipo RS CVn com uma rotação de 50 dias, pode possuir uma região ativa localizada na mesma região há 50 anos. Essa superestabilidade da mancha, da ordem de mil rotações estelares, não encontra a menor analogia com o que se pode observar no Sol, onde só em alguns casos a estabilidade atinge algumas poucas rotações. Por outro lado, a dimensão da mancha (cerca de 10% da estrela) permanece estável, bem como seu período. Assim, como entender a "rotação diferencial"? Deve-se notar que outros astrônomos, como Oskanian, na Crimeia, e os sicilianos liderados por M. Rodonó, têm encontrado evidências de rotação diferencial em outras estrelas. Outro problema: ξ Boo teve seu período determinado em 10 dias pelas manchas, e em 6,5 dias pelo cálculo ionizado. Será que os dois métodos estarão medindo efetivamente a mesma coisa? Muitas outras perguntas podem ainda ser levantadas, o que mostra que ainda há muito a se fazer.

Embora o maior entendimento dos ciclos estelares não tenha ainda ajudado os astrônomos a compreender melhor as relações entre o Sol e a Terra, alguma luz já foi lançada sobre problemas paralelos. Assim, a redução da velocidade de rotação do Sol não pode mais ser explicada (apenas?) pela formação dos planetas, como se tentou anteriormente. Sabe-se hoje que deve ter sido causada, em grande parte, pelo freamento magnético. Por outro lado, o ciclo solar não deve ter nenhuma relação com o período dos planetas em redor do Sol. Fica claro, também, que a tentativa de se atribuir terremotos e outros eventos catastróficos a um possível aumento da atividade solar não passa de astrologia travestida de má ciência.



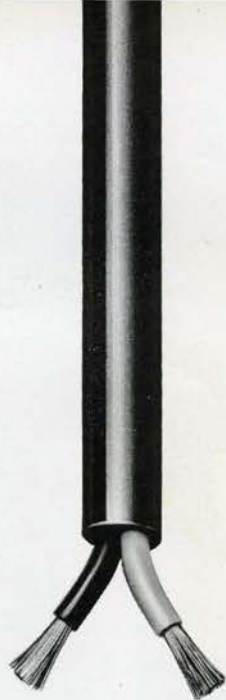
SUGESTÕES PARA LEITURA

BERGAMINI, D. *Universo*. Rio, José Olímpio, 1969.

EDDY, J.A. The Case of the Missing Sunspots. *Scientific American*, vol. 236, n.º 5, maio de 1977.

PARKER, E. N. Magnetic Fields in the Cosmos. *Scientific American*, vol. 249, n.º 2, 1983.

WILSON, O.C. e VAUGHAN, A.H. The Activity Cycles of Stars. *Scientific American*, vol. 244, n.º 2, 1981.



UMA PONTA DESTES FIO JÁ ESTÁ LIGADA NA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL IMPORTADO. A OUTRA SÓ DEPENDE DE VOCÊ.



De um lado do fio, a Agência para Aplicação de Energia, criada pela CESP, CPFL e ELETROPAULO para substituir o combustível importado. Do outro lado, coloque sua empresa: industrial ou comercial.

Dessa ligação vai surgir uma nova força para enfrentar a crise de combustível. Uma maneira independente de levar a sua empresa à energia que ela necessita.

Nossa energia. Desenvolvida com uma tecnologia que oferece não uma simples alternativa, mas o caminho da solução definitiva. Procure diretamente a Agência para Aplicação de Energia (Avenida Paulista, 1776, 22º andar, telefone: 289-9224 - SP).

Ou a sede da Concessionária da sua cidade. Vai ser uma ligação feliz.

**Agência para
Aplicação de
Energia**

CESP/CPFL/ELETROPAULO

**NOSSA ENERGIA CONTRA A CRISE.
GOVERNO DEMOCRÁTICO DE SÃO PAULO.**

Você

MCCANN



Alguns itens da foto são opcionais. Consulte o seu Concessionário Chevrolet.

precisa se ver num Monza.

O novo Monza 2 portas é o próprio reflexo das pessoas que chegaram lá. Ele define, como nenhum outro, o seu estilo de vida, o bom gosto mais atual e a certeza de contar com uma tecnologia comprovadamente avançada. No que diz respeito a conforto e economia, dispensa-se comentários, afinal o Monza foi projetado para pessoas acostumadas ao melhor em tudo. Monza, porque o importante é brilhar.



MONZA 84 A nova relação entre o homem e a máquina.


Marca de valor

Recentemente, os interferons deixaram os recônditos dos laboratórios, chegando à televisão, às revistas e aos jornais. Este grande interesse se explica pelos esforços que vêm sendo desenvolvidos atualmente no sentido de empregá-los no combate ao câncer. Nas últimas décadas, a ciência obteve grandes avanços no tratamento dos tumores malignos em sua fase final, quando o câncer aparece em outros pontos do organismo humano. No entanto, os tratamentos disponíveis são relativamente tóxicos, apresentando pequena margem de êxito. Como o número de pessoas afetadas é muito grande — no Brasil, é a segunda causa de morte natural entre a população adulta, alcançando 10% do total de óbitos — as descobertas neste campo atraem uma natural curiosidade do público.

Os interferons foram descobertos porque impedem o crescimento de vírus, microorganismos que só se multiplicam no interior de células vivas. Em 1957, Alick Isaacs e Jean Lindenmann investigavam, no Instituto Nacional de Pesquisa Médica, de Londres, um fenômeno descrito na década de 1930 e ainda cercado de mistério: a interferência entre dois vírus. Se fosse injetado em um animal contaminado por um vírus um outro vírus que lhe seria fatal, o primeiro vírus protegia o animal, ou seja, *interferia* com o efeito do segundo vírus, impedindo-o de multiplicar-se e levar o animal à morte.

Isaacs e Lindenmann tiveram o mérito de descobrir que a interferência viral tinha um mediador, o interferon (ver "O Leitor Pergunta", em *Ciência Hoje* n.º 3). A experiência crucial que realizaram foi relativamente simples (ver figura 1). A membrana cório-alantóide, estrutura encontrada no ovo da galinha com embrião em desenvolvimento, contém muitas células que sustentam o crescimento do vírus influenza, um dos vírus da gripe. Inicialmente, os pesquisadores inocularam, numa membrana colocada em solução nutritiva num tubo de ensaio, vírus influenza mortos pelo calor. Ao cabo de algumas horas, retiraram o tecido e, na solução nutritiva que restou, colocaram uma nova membrana. Dessa vez, infectaram-na com vírus influenza vivos. O resultado foi que estes vírus tiveram seu crescimento praticamente reduzido a zero. Investigando o princípio ativo que havia na solução nutritiva, os cientistas verificaram que não eram os vírus influenza mortos adicionados os responsá-

veis por esse notável efeito. Tratava-se de uma proteína nova, produzida pelas células da membrana e excretada para o meio exterior: deram a essa substância o nome de interferon.

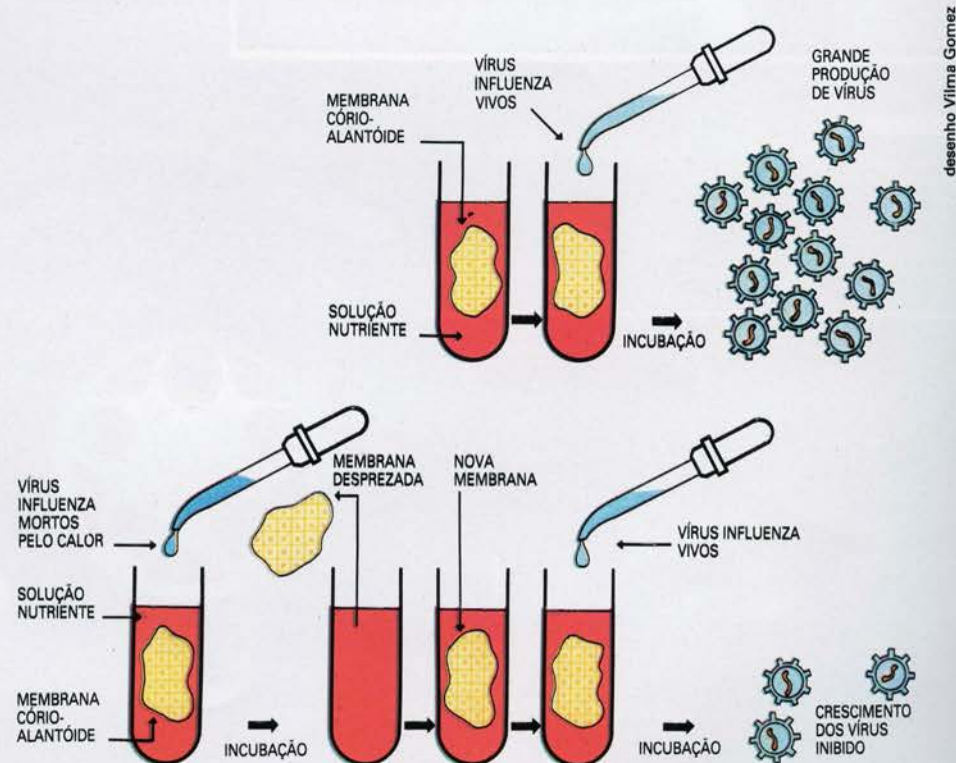
Após um período inicial de ceticismo, as investigações sobre o interferon tornaram-se febris. O alcance prático da descoberta justifica o grande interesse dos pesquisadores, já que ela poderia resultar numa forma de tratamento das doenças por vírus, o que era impossível então e ainda hoje é bastante limitado: estes microorganismos são resistentes aos antibióticos que se empregam usualmente.

São muito variados os sistemas em que os interferons aparecem em condições experimentais. Para provocar seu aparecimento, lança-se mão de um indutor, que pode ser um vírus, e de uma fonte de células. Além das membranas de ovo

embrionado, esta fonte também pode ser um animal de experimentação ou células colhidas de um doador, como glóbulos brancos do sangue, ou ainda células cultivadas em laboratório. Após o contato de algumas horas entre células e vírus, este penetra na célula e inicia sua multiplicação: por outro lado, a célula responde à infecção liberando interferon no meio exterior. Este interferon entra em contato com as células vizinhas, protegendo-as, antes que o vírus complete seu ciclo de multiplicação e infecte novas células (ver figura 2). O interferon poderá ser encontrado no sangue e nas vísceras do animal ou no meio de cultura que nutre as células. Sua presença pode ser constatada por sua ação contra um vírus. Na figura 3, vê-se a fotografia de um teste em que isto foi feito.

Quando um indivíduo é infectado por um vírus, a invasão das células por este agente induz a formação de interferon no sítio de multiplicação. Na gripe, o in-

interf



desenho Vilma Gomez

Fig. 1. Experiência de Isaacs e Lindemann. No controle (ao alto), uma membrana cório-alantóide foi inoculada com vírus influenza. Ao fim de algum tempo a 37 °C, os vírus se multiplicaram. Na experiência (linha inferior), inoculou-se uma membrana com vírus mortos pelo calor. Algumas horas depois, o tecido foi retirado, colocando-se na solução nutritiva nova membrana, que foi infectada com vírus vivos. A produção de vírus foi bastante inibida.

terferon pode ser encontrado na secreção nasal. No herpes labial, grande quantidade desta substância é liberada no líquido das vesículas que se formam no canto da boca. Como já foi dito, o interferon pode alcançar as células vizinhas mais rapidamente que os vírus, protegendo-as e limitando a infecção viral. Os interferons fazem parte das defesas naturais de que o homem dispõe para defender-se da agressão dos vírus, e sua eficácia, em condições naturais, depende de o vírus ser bom ou mau indutor de interferon, de ser mais ou menos sensível à sua ação e da quantidade de vírus produzida pela célula infectada.

Os interferons apresentam algumas propriedades interessantes. Quando uma célula se torna resistente, demonstra resistir a vários tipos de vírus, como os da poliomielite, do sarampo e da hepatite. Trata-se de efeito diferente do das vacinas, que protegem o indivíduo apenas contra um vírus específico (ver "Va-

cinas", em *Ciência Hoje* n.º 3). A maioria dos interferons — que são proteínas, às vezes contendo açúcares (glicoproteínas) — se apresenta como específicos de cada espécie. Assim, o interferon produzido por células de galinha só impedirá a multiplicação de vírus quando entrar em contato com as células desse animal, ou de espécie relacionada (como o pato). No entanto, não protegerá células de camundongo. Para o homem, é necessário empregar-se o interferon derivado de células humanas ou de determinados macacos. Do ponto de vista de seu emprego médico, portanto, esta é uma grande limitação.

As moléculas de interferon são extremamente potentes: dez delas são suficientes para proteger uma célula contra um vírus. Por isso, no caso de uma doença provocada por vírus, a quantidade circulante no sangue pode ser pequena, mas ainda é capaz de impedir o crescimento de um vírus. O efeito do in-

terferon não é direto, pois depende de um pequeno número de moléculas. Ao entrar em contato com a membrana exterior da célula, provoca a modificação do comportamento celular. Sinais partem da membrana, atingindo o núcleo da célula, onde os genes — partes dos cromossomos constituídas de ácido desoxirribonucleico (ADN) — passam a funcionar, gerando seqüências equivalentes às do ADN em moléculas de ácido ribonucleico (ARN). Este vai para o citoplasma e leva, em sua estrutura, a mensagem do ADN. A partir desta mensagem, são sintetizadas proteínas que agem contra a infecção pelo vírus.

O mecanismo de ação do interferon, ou seja, o papel desempenhado pelas proteínas antivirais, só começou a ser identificado recentemente. Essas proteínas promovem certas modificações no citoplasma que reduzem bastante a síntese

erons

Romain Rolland Golgher

Professor-titular do
Departamento de Microbiologia,
Instituto de Ciências Biológicas da
Universidade Federal de Minas Gerais

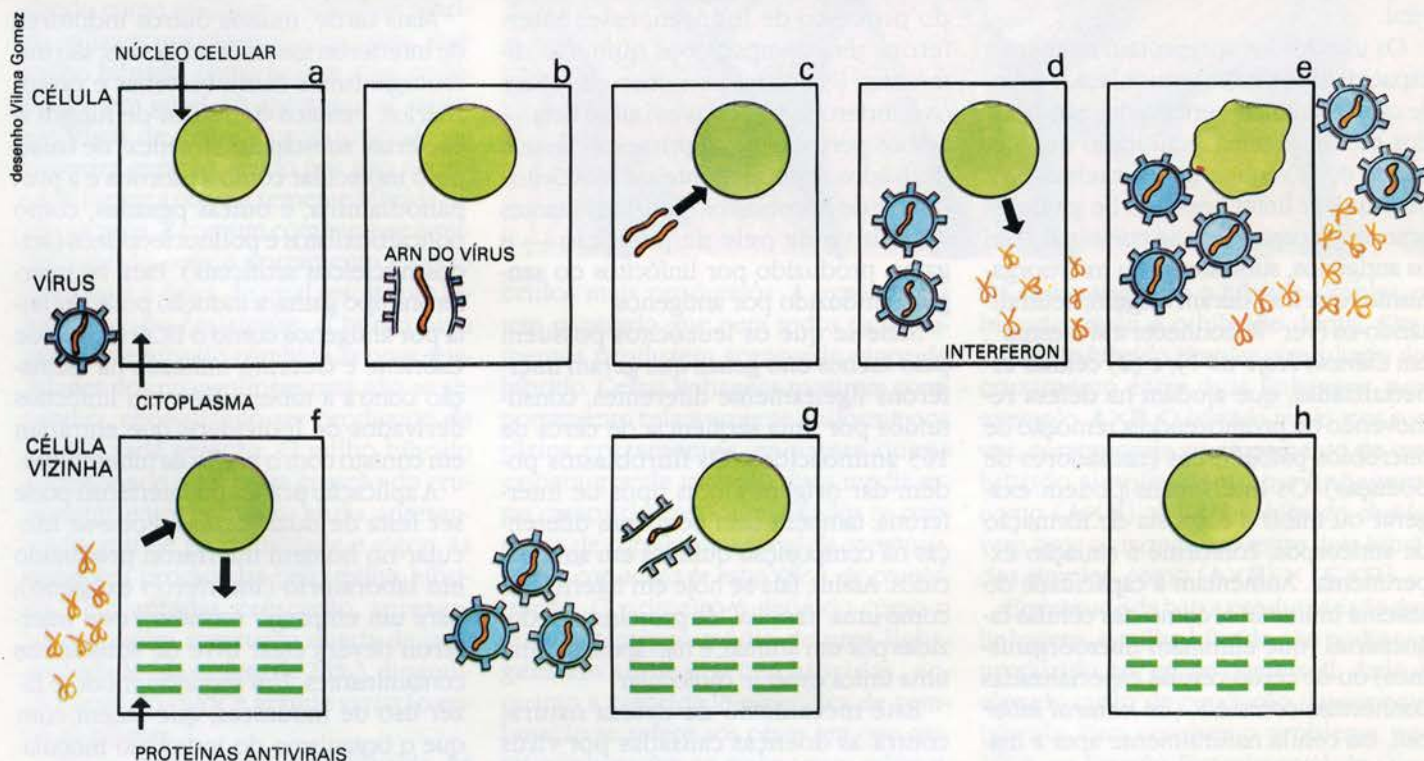


Fig. 2. Como o interferon protege as células da infecção viral. O vírus penetra na célula (a, b), e inicia sua multiplicação. Seu ácido ribonucleico (ARN) se transforma de fita única em fita dupla, e o núcleo da célula recebe um sinal (c). A célula responde produzindo interferon, que é liberado no exterior, mas o vírus continua a crescer (d). A célula sofre e acaba por morrer, liberando mais interferon e vírus (e). Interferon entra em contato com a membrana de uma célula vizinha antes do vírus; a célula recebe o sinal da membrana e fabrica proteínas antivirais (f). O vírus penetra na célula, mas as proteínas antivirais não permitem que cresça (g). A célula fica protegida (h).

interferons

de proteínas. Como as proteínas do vírus são sintetizadas pela célula infectada, estas deixam de ser produzidas e, como esta produção é essencial para seu crescimento, o vírus pára de crescer. Mas o fenômeno é reversível; mais tarde, a síntese de proteínas volta ao normal e a célula torna a poder fabricar suas próprias proteínas, fundamentais também para sua vida.

As relações entre vírus, inibição de síntese de proteínas, ADN e ARN em células protegidas pelo interferon tem sido estudada pela equipe liderada pelo doutor Moacyr A. Rebello, do Instituto de Biofísica da UFRJ. O vírus Marituba, descoberto na região amazônica, faz diminuir extraordinariamente a síntese de proteínas, ADN e ARN na célula infectada. A equipe de Rebello verificou que, quando as células são protegidas pelo interferon, a inibição da síntese continua, embora a multiplicação do vírus seja interrompida. Entretanto, se a dose de interferon é muito aumentada, a síntese se normaliza. No momento, estuda-se por que a natureza do fenômeno se modifica conforme a quantidade de interferon que é usada. Ainda se analisa se as células protegidas "curam-se" da infecção viral.

Os interferons apresentam também a capacidade de imunomodulação. Sabe-se que os animais vertebrados são dotados de um sistema imunitário que depende de (1) anticorpos, proteínas produzidas por linfócitos (tipo de glóbulos brancos) e capazes de se combinar com os antígenos, substâncias ou microorganismos que lhes deram origem, neutralizando-os (ver "Reconhecer a si mesmo", em *Ciência Hoje* n.º 7), e (2) células especializadas, que ajudam na defesa removendo ou promovendo a remoção de micróbios patogênicos (causadores de doenças). Os interferons podem exagerar ou inibir a resposta de formação de anticorpos, conforme a situação experimental. Aumentam a capacidade do sistema imunitário, como das células fagocitárias (que eliminam microorganismos) ou de certas células especializadas conhecidas como NK (de *natural killer cell*, ou célula naturalmente apta a matar). Outras atividades diminuem em presença dos interferons, como as reações de hipersensibilidade e a rejeição de transplantes, as quais resultam da ação das células especializadas de que já falamos.

Na tentativa de descobrir como funciona o interferon, Kurt Paucker e Kari Cantell, trabalhando no Departamento de Pesquisas do Hospital Infantil da Filadélfia, descobriram em 1962 que o interferon inibia a multiplicação de células cancerosas em tubos de ensaio. O efeito anticelular era causado por altas doses de interferon e foi objeto de controvérsia durante alguns anos, até que Ion Gresser, do Instituto de Pesquisa Científicas sobre o Câncer de Villejuif, na França, mostrou que o interferon de camundongo tinha ação muito evidente em tumores malignos. A partir desses estudos, seguiram-se os ensaios clínicos com o interferon contra o câncer.

Uma outra classe de interferons pode ser produzida tanto pelo homem como pelos animais. Quando certos linfócitos se encontram com um antígeno, tornam-se sensibilizados para esta substância. Num segundo encontro, esses linfócitos fabricam várias proteínas chamadas *linfocinas*, uma das quais é o interferon. Há, portanto, uma classe de interferons induzidos por vírus ou certas substâncias em tipos de células muito diversos, e uma segunda classe que depende de uma célula especial — o linfócito sensibilizado — e de seu seu antígeno correspondente. Além da célula produtora e do processo de indução, esses interferons têm composições químicas diferentes. Estes fatos permitem classificar os interferons humanos em alfa e beta — ambos pertencentes à primeira classe e derivados especialmente de leucócitos (alfa) e de fibroblastos (beta) resultantes do cultivo de pele de prepúcio — e gama, produzido por linfócitos do sangue e induzido por antígenos.

Sabe-se que os leucócitos possuem pelo menos oito genes que geram interferons ligeiramente diferentes, constituídos por uma sequência de cerca de 165 aminoácidos. Os fibroblastos podem dar origem a dois tipos de interferons, também com pequenas diferenças na composição química em aminoácidos. Assim, fala-se hoje em interferons como uma "família" de proteínas produzidas por um animal, e não apenas como uma única espécie molecular.

Este mecanismo de defesa natural contra as doenças causadas por vírus deve ser muito antigo, já que está presente em animais vertebrados diversos, desde anfíbios a mamíferos, passando por répteis, peixes e aves. As plantas apresentam um sistema análogo de defesa antiviral, baseado em reações intra-

celulares muito semelhantes às que desencadeiam a proteção contra vírus nas células de vertebrados. O "interferon" das plantas é chamado de "fator antiviral", e embora não seja idêntico é semelhante aos interferons do ponto de vista estrutural. Em pesquisas recentes, Patricia Orchamski e Ilan Sela, da Faculdade de Agronomia da Universidade Hebraica, e Menachem Rubinstein, do Instituto Weissmann, em Israel, demonstraram que os interferons humanos alfa e beta não respeitam a especificidade da espécie, protegendo plantas contra determinadas infecções a vírus. Esta descoberta estabelece mais uma ligação entre o sistema de defesa presente no reino animal e o do reino vegetal. Seria interessante, naturalmente, verificar se o "fator antiviral" protege células humanas.

Para que o interferon seja produzido pela célula, é necessário que esta entre em contato com um indutor. Os vírus foram os primeiros indutores utilizados, e sabe-se que praticamente todas as famílias de vírus são capazes de fazê-lo, dependendo das células utilizadas. Entretanto, existem os que induzem altas quantidades de interferon, enquanto outros o fazem em pequena escala.

Mais tarde, muitos outros indutores de interferon foram descobertos: são microorganismos como bactérias e protozoários, extratos derivados de fungos e bactérias, substâncias sintéticas de baixo peso molecular como a tilorona e a propanodiamina, e outras pesadas, como policarboxilatos e polinucleotídeos (ácidos nucleicos artificiais). Para os interferons tipo gama, a indução pode ser feita por antígenos como o BCG (bacilo de Calmette e Guérin), utilizado na vacinação contra a tuberculose, em linfócitos derivados de indivíduos que entraram em contato com o bacilo da tuberculose.

A aplicação prática do interferon pode ser feita de duas formas. Pode-se inocular no homem interferon produzido em laboratório (interferon exógeno); para um emprego rotineiro, este interferon deverá estar livre de substâncias contaminantes. Um segundo modo é fazer uso de indutores, que fazem com que o organismo do indivíduo inoculado produza o interferon (interferon endógeno). O indutor terá de ser uma droga segura e eficaz. E é claro que, em ambos os casos, os custos não deverão ser proibitivos.

Face às qualidades do interferon e à

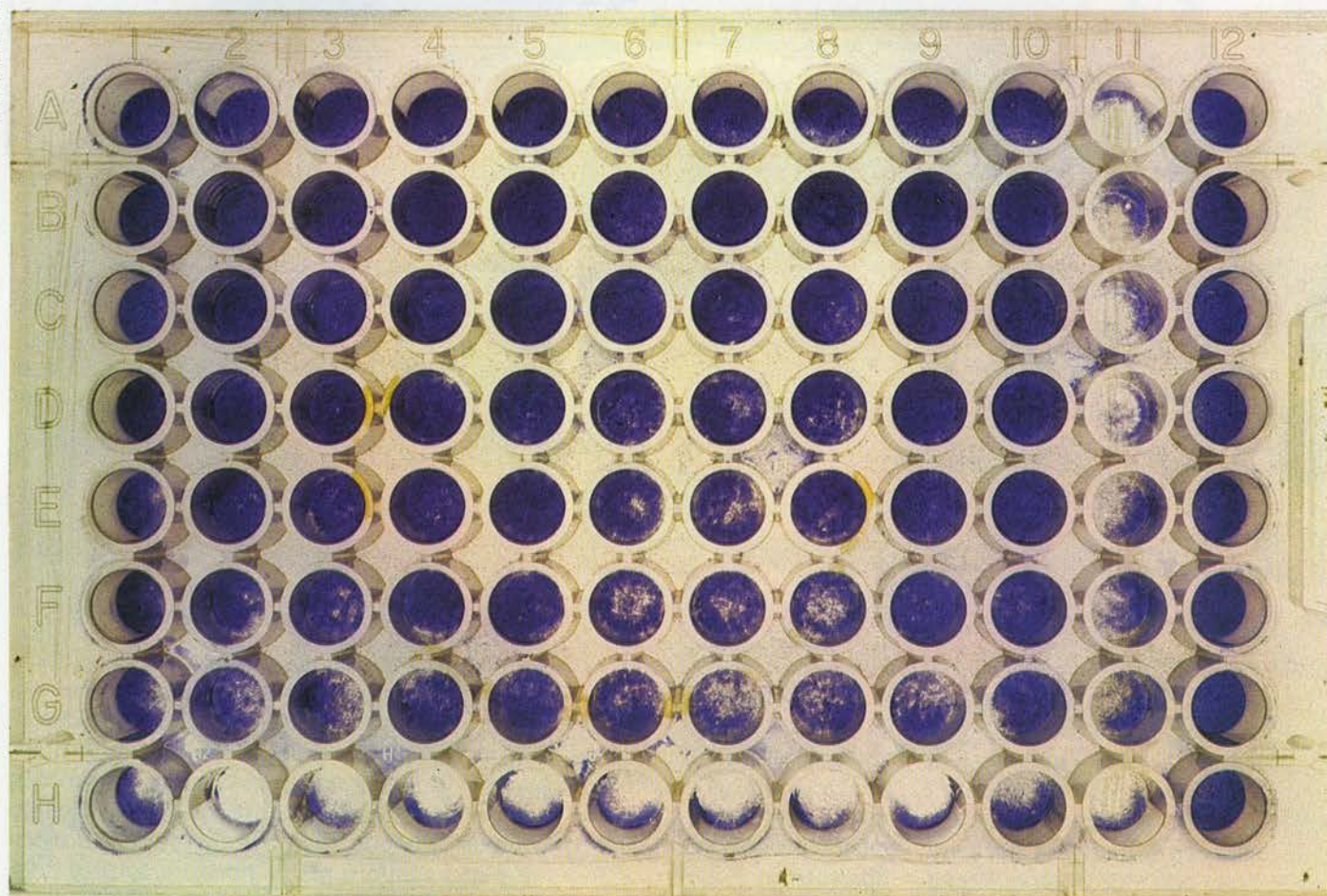


Fig. 3. Medição da quantidade de interferon. Preparações de interferon são diluídas nos "poços" das fileiras de 1 a 10, de cima para baixo, de modo que A tenha duas vezes mais interferon do que B, B duas vezes mais do que C e assim por diante. As fileiras 11 e 12 não recebem interferon. Cada um dos "poços" da placa recebe um certo número de células, e o conjunto é incubado a 37 °C durante 24 horas, para que as células fiquem protegidas. Vírus são então adicionados a todos os "poços", menos aos da fileira de número 12, que funciona como controle de qualidade das células. Quando as células-controle da coluna 11 são destruídas pelo vírus, a placa é corada. As células vivas exibem um colorido azul. Pode-se verificar que há proteção total em alguns casos e proteção parcial em outros, o que permite obter-se a medida da quantidade de interferon.

escassez de medicamentos ativos para o combate às doenças provocadas por vírus, a busca de um indutor com as qualidades a que nos referimos foi muito intensa. Até o momento, porém, ainda não obteve resultado. Estudos mais apurados estão sendo realizados com um ácido nucleico sintético: o ácido poli-inosínico complexado com ácido policitidílico e um polímero de um aminoácido, a poli-L-lisina, que demonstrou sua eficiência no combate à raiva provocada em macacos e está sendo utilizado experimentalmente no tratamento de tumores humanos.

O emprego do interferon exógeno pressupõe métodos para a produção de interferon em grandes quantidades, e a possibilidade de purificá-lo de modo a eliminar substâncias contaminantes. Com os métodos atuais, as preparações brutas contêm menos de 0,001% de substância ativa, ou seja, uma parte de substância ativa para cada dez mil partes da prepara-

ção. Os leucócitos do sangue de doadores constituem a fonte de células mais empregada para a obtenção de interferon para ensaios clínicos. O método foi desenvolvido por Kari Cantell, utilizando as instalações do Banco Central de Sangue da Cruz Vermelha de Helsinqui, na Finlândia. Uma centrífuga separa o sangue em três partes: glóbulos vermelhos (mais pesados), o plasma e, entre estas duas frações, os leucócitos. Estes são separados, e a eles se acrescenta um indutor, o vírus Sendai. O meio nutritivo dos leucócitos é colhido e o interferon será parcialmente purificado antes do uso. O método, embora simples, depende de um banco de sangue muito bem organizado, com um grande número de doadores, e a matéria-prima utilizada é relativamente cara. Outra desvantagem é a necessidade de se acrescentar proteína de sangue humano ao meio nutritivo dos leucócitos, o que aumenta os custos e a quantidade de proteínas contaminantes.

Outra abordagem possível é a utiliza-

ção de fibroblastos de pele de prepúcio. Estas células são multiplicadas no laboratório e induzidas de forma semelhante. Também aqui deve-se acrescentar proteína de sangue humano às preparações. Este interferon (beta) é relativamente instável, e poucos ensaios clínicos foram realizados. Além disso, estas células têm um crescimento difícil e um período de vida curto, sendo necessário manter "sementes" à temperatura do nitrogênio líquido (-196°C), o que complica seu emprego. Entretanto, existem células que podem ser multiplicadas em tanques de grande volume, de mais de mil litros. Este sistema, que utiliza células Namalwa (derivadas de um linfoma — tumor de linfócitos), está sendo correntemente empregado em alguns países como a Inglaterra, os Estados Unidos e Israel.

Estes processos são caros, pois um milhão de unidades de interferon não custa menos de 40 dólares, chegando até a 150 dólares. Levando-se em consideração que, no tratamento de um paciente com

Fig. 5.
Frasco contendo âmnio infectado com vírus da doença de Newcastle, imerso em meio nutriente, para a produção de interferon.

Fig. 4. O âmnio sendo separado da placenta.



foto Paulo C. P. Ferreira

câncer, devem-se empregar 10 milhões de unidades de interferon diárias por um período de pelo menos 30 dias, sendo depois necessária uma dose de manutenção, o custo do tratamento é proibitivo. A isto, deve-se somar a escassez de interferon disponível. Cálculos de 1979 indicam que todo o estoque mundial daria para tratar apenas 500 pacientes.

Uma alternativa de produção vem sendo estudada no laboratório de vírus do Departamento de Microbiologia da Universidade Federal de Minas Gerais, partindo dos achados iniciais de Ernesto e Rebecca Falcoff, Françoise Fournier e Charles Chany, pesquisadores do Hospital São Vicente de Paulo em Paris, que verificaram ser o âmnio (parte da placenta) uma boa fonte de interferon humano. Os objetivos principais da pesquisa eram estudar um tipo de interferon humano do qual pouco se conhecia e investigar a possibilidade de se desenvolver um sistema de produção que usasse matéria-prima facilmente disponível, materiais de baixo custo e tecnologia pouco complexa. Inicialmente, estudou-se de forma exaustiva métodos para a titulação de interferon humano, a fim de escolher o que seria mais adequado (ver figura 3). A partir de 1973, procurou-se verificar qual das partes constitutivas da placenta — o córion, suas vilosidades ou o âmnio — se apresentava como fonte de tecido mais apropriada. Frente a numerosos indutores, pôde-se demonstrar que o âmnio constituía a fonte de células ideal, e o vírus da doença de Newcastle

(uma doença de galinhas) o indutor mais adequado. O sistema âmnio-vírus da doença de Newcastle foi objeto de investigações mais detalhadas, a fim de procurar otimizar o sistema. Verificou-se que o rendimento do processo era similar à produção por leucócitos ou por fibroblastos.

O método é simples e facilmente executado. O âmnio é separado da placenta (ver figura 4), colhida em maternidades. Depois de lavado, é colocado em um meio nutriente e acrescenta-se vírus para a indução. Incuba-se a 37°C (ver figura 5), e depois de 24 horas o meio é colhido. Mais meio é colocado e, às 48 horas, faz-se nova colheita. As quantidades de interferon das preparações são medidas conforme indicado na figura 3, e o material está pronto para ser concentrado.

Em pesquisas relacionadas com suas propriedades, assim como para seu emprego na clínica, é muitas vezes importante concentrar o interferon. Descobriu-se que isto pode ser feito por um tratamento drástico — precipitação pelo ácido tricloroacético — sem maior perda. Habitualmente, este ácido destrói a capacidade que as proteínas têm de exercer sua função. Seu emprego também elimina contaminantes, como o vírus B da hepatite, que possam estar presentes nas preparações. Uma outra vantagem é a possibilidade de fabricar o interferon sem a adição de proteína, o que permite obter-se de início um produto mais puro.

Como se trata de uma substância com possível emprego no combate a doenças, era indispensável conhecer as con-

dições de sua conservação, de modo a que pudesse ser utilizada em local distante de sua fabricação. Este interferon, como o obtido de células do tipo fibroblasto, mostrou-se bastante instável, mas foi possível conservá-lo longo tempo quando se tornava o meio ácido, baixando o pH da preparação para dois. Trata-se de um interferon bastante diverso do interferon de leucócitos, e tem algumas semelhanças com o interferon de fibroblastos. É possível que se trate de um outro tipo de interferon humano, mas os estudos deverão prosseguir antes que se possa chegar definitivamente a estas conclusões. Seu custo é bem mais reduzido que o dos interferons mencionados, estando em torno de cinco dólares por milhão de unidades.

O outro método que surgiu recentemente resultou da aplicação de técnicas de engenharia genética, a fim de aumentar as quantidades de interferon para uso clínico e baixar seu preço. Sabe-se que o processo de produção de proteínas é comandado pelo ADN presente no núcleo celular — os genes. É possível separar em laboratório um fragmento de ADN que comande a síntese do interferon, e enxertar este fragmento em uma bactéria ou em um fungo, que passarão a produzir interferon.

As bactérias e os fungos crescem com mais facilidade — e a um custo menor — que as células que contêm o ADN do interferon. Conseqüentemente, ensaios clínicos e, em seguida, o emprego rotineiro do interferon estão hoje muito mais próximos de nosso cotidiano.

O uso do interferon no combate a doenças humanas é relativamente antigo. Um Comitê Científico sobre o Interferon foi organizado na Inglaterra, e realizou o primeiro ensaio clínico em 1962. Voluntários receberam interferon — produzido em células de macaco — no braço e, no dia seguinte, vacina antivariólica no mesmo local. Houve um efeito muito claro, pois a vacina não “pegou” em um número muito significativo de pessoas.

O uso profilático, isto é, preventivo, foi feito para o combate a doenças localizadas, como infecções respiratórias. Na União Soviética, V. D. Soloviev e seus colaboradores utilizaram o interferon em casos de gripe provocada pelo vírus influenza. Os resultados promissores alcançados não puderam ser repetidos no Ocidente. O resfriado comum, causado por rinovírus, só pode ser evitado por interferon a um custo de dois mil dólares (melhor usar aspirina...).

Mas se os efeitos do interferon nas infecções respiratórias não permitem aos cientistas ser otimistas, o mesmo não ocorre em outra forma de doença localizada causada por vírus, a queratite herpética. Esta forma de inflamação da córnea pode levar à cegueira, e os meios de que a medicina dispõe para enfrentar o problema — cirurgia e drogas — inibem o crescimento do vírus. No entanto, o ar-

senal terapêutico pode ser enriquecido pelo interferon. Aplicado nas doses adequadas, o interferon de leucócitos demonstrou, inequivocamente, ter um papel decisivo na cura da doença.

Situações mais graves, decorrentes de infecções generalizadas por vírus, foram tratadas por interferon. Formas disseminadas do herpes-zoster (o “cobreiro”), e do herpes simples, bem como a

doença citomegálica da infância, foram controladas pelo interferon. Na hepatite crônica, causada pelo vírus B, também houve sucesso, bem como em casos de verruga e de papiloma juvenil da laringe (ver figura 6). Nestas doenças, o número de pacientes, entretanto, ainda é pequeno, mas os resultados iniciais encorajam a continuar os trabalhos de investigação (ver tabela).

EFEITOS CLÍNICOS DOS INTERFERONS (*)

Tipo de doença	Efeito
Doenças causadas por vírus	
Infecções do aparelho respiratório	pobre
Infecções por herpes	bom
Hepatite crônica por vírus B	bom
Verruga	bom
Papiloma juvenil da laringe	excelente
Cânceres	
Mieloma	bom
Linfomas	em avaliação
Leucemia aguda	em avaliação
Carcinoma de mama	bom
Melanoma	pobre
Carcinoma pulmonar	pobre
Osteossarcoma	bom
Carcinoma de bexiga	bom
Glioma recorrente	bom
Meduloblastoma	em avaliação
Carcinoma de pele	bom

(*) — Na grande maioria, foi utilizado interferon alfa.

fotos Hans Strander

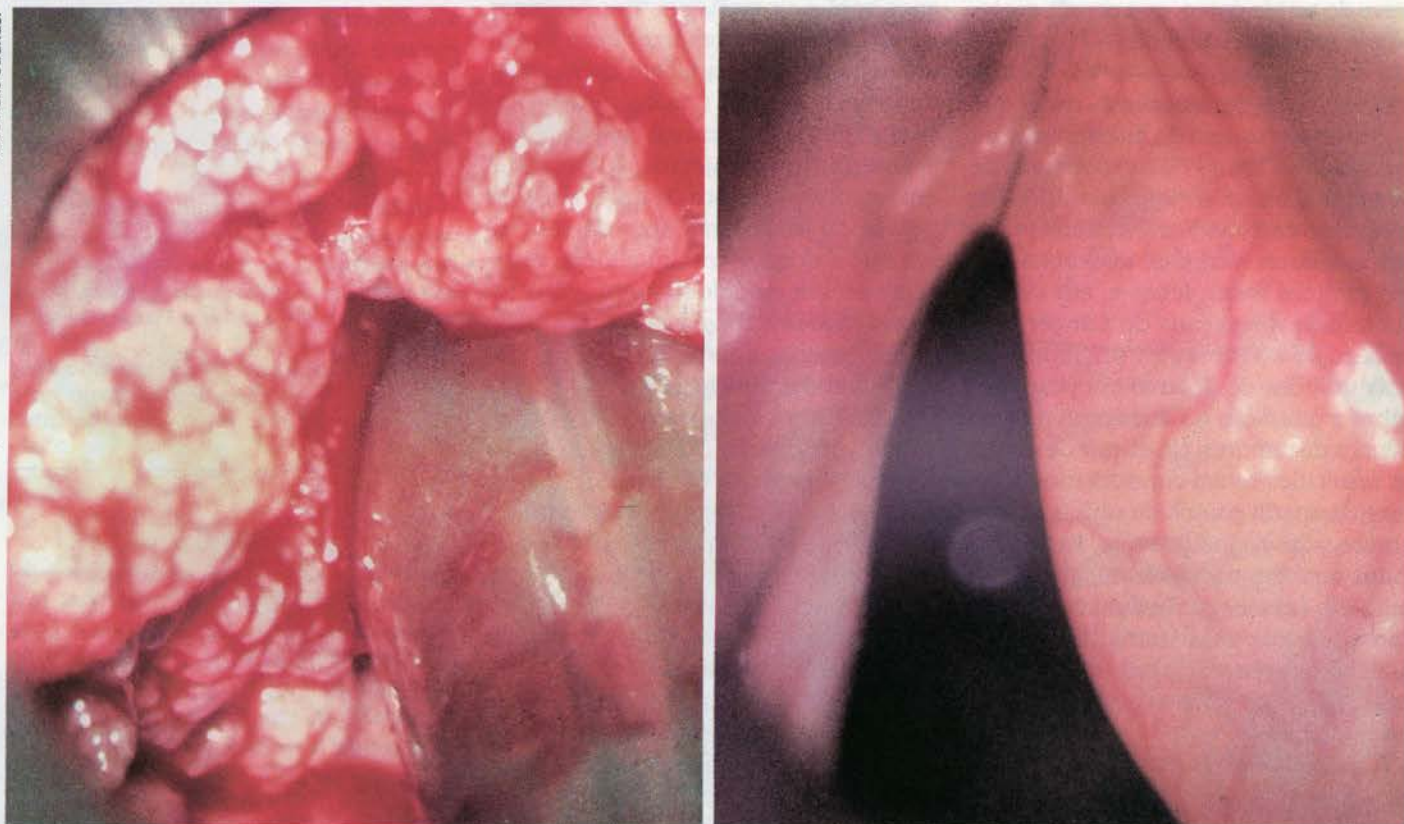


Fig. 6. À esquerda, papilomas (tumores malignos) da laringe, nas cordas vocais. À direita, as cordas vocais após o tratamento com interferon. Pode-se ver que não há mais vestígio de tumor.

O interferon já demonstrou ser eficaz no combate a infecções por vírus e também a alguns tipos de tumores. Resta conhecer melhor as condições de seu emprego.

Um emprego mais geral é o que os interferons têm no tratamento do câncer. Ainda sujeito a medidas que deixam a desejar, com um enorme contingente de pessoas afetadas e com um desenlace dramático, os tumores malignos são atualmente o alvo predileto dos "interferonologistas". Os achados de laboratório iniciais de Kurt Paucker, Kari Cantell e Ion Gresser foram aplicados na clínica por Hans Strander no Hospital Karolinska, em Estocolmo. Strander trabalhou no laboratório de Cantell, em Helsinqui, onde se desenvolviam os estudos sobre a produção de interferon em leucócitos. De volta a Estocolmo, iniciou com sua equipe o uso de interferon em pacientes com osteossarcoma, em 1971.

O osteossarcoma é um câncer muito grave do tecido ósseo, que ocorre em jovens e evolui rapidamente. Na comparação dos resultados com os das formas convencionais de tratamento, viu-se que os resultados do uso do interferon eram promissores. Em 1975, a experiência de Strander já estava enriquecida. Após um congresso em Nova York, o interesse dos pesquisadores tornou-se mais geral. Novos esforços foram feitos e, em 1978, a Sociedade Americana do Câncer convenceu-se a empregar, inicialmente, dois milhões de dólares em pesquisas sobre a utilização do interferon na terapêutica de tumores. No câncer de mama, os resultados foram considerados bons, mas comparáveis aos de outras drogas empregadas rotineiramente. Foram tratados também pacientes com mieloma múltiplo (câncer da medula óssea), linfoma (câncer no sistema linfático) e melanoma (câncer da pele), com resultados que encorajam os pesquisadores a prosseguir.

A experimentação clínica foi estendida a vários países, geralmente em casos nos quais os pacientes já não respondiam mais a outras formas de terapia convencional. Alguns tumores foram tra-

tados, e muitas vezes o número de pacientes foi pequeno demais para que se chegasse a conclusões definitivas. O estado atual dos conhecimentos está por menorizado na tabela.

No mieloma, houve uma boa resposta, parcial ou completa, em 20% dos pacientes tratados. Alguns doentes ficaram sem sintomas até três anos depois que as injeções de interferon foram interrompidas. Resultados semelhantes foram constatados em linfomas, leucemia aguda e carcinoma de mama. As tentativas em 59 pacientes com melanoma e 15 com carcinoma pulmonar foram decepcionantes. No osteossarcoma, houve retirada cirúrgica do tumor e os pacientes receberam interferon para evitar o surgimento de metástases (colônias de tecido tumoral que se formam em outros órgãos); três anos após a cirurgia, 60% dos pacientes do grupo tratado com interferon não tinham metástases, enquanto apenas 35% do grupo controle tinham sobrevivido com a terapia antitumoral convencional.

Interferon foi injetado, localmente, em tumores nos casos de carcinomas de bexiga ou do sistema nervoso central, em que a doença era um glioma recorrente ou um meduloblastoma. Bons resultados foram conseguidos, mas trataram-se apenas dois pacientes com meduloblastoma. De 30 casos de carcinoma de pele (tipo basal e escamoso), observou-se a regressão completa em 10 casos, e regressão parcial em 15.

Se os casos em que o interferon foi utilizado foram poucos para que se possa ter noção do que ocorre com os tumores de modo mais amplo, dados muito importantes foram obtidos a respeito das reações do organismo humano às altas concentrações de interferon necessárias para o controle de cânceres. As complicações do tratamento são relativamente leves, e muito menores que as da quimioterapia. A febre sempre aparece, pode haver perturbações no fígado e na medula óssea, mas reversíveis e de me-

nor monta. Além disso, ocorre perda de peso e, raramente, dor de cabeça e tonturas. Contudo, os cancerologistas que utilizam o interferon consideram que esses sintomas são muito brandos, razão a mais para que se insista em seu emprego.

O aumento da produção de interferon pela engenharia genética ampliou consideravelmente as possibilidades de investigação. Inicialmente, foi preciso verificar se o interferon produzido, agora em bactérias, tinha as mesmas propriedades do interferon "natural". Isto foi feito rapidamente, e ensaios clínicos já foram iniciados ano passado, o que permitirá que se avalie com maior rapidez o papel do interferon deste tipo.

Os resultados de um tratamento do câncer devem, pela natureza da doença, aguardar alguns anos para que se tenha um conhecimento seguro de sua eficácia. A regressão imediata das massas tumorais, a diminuição das metástases que surgem após o tratamento e a conseqüente maior sobrevida dos doentes devem ser cuidadosamente avaliados.

Em alguns tumores, o interferon já demonstrou sua eficácia. Contudo, existe mais de uma centena de cânceres diferentes. Quais os tumores malignos em que o interferon é realmente eficaz, qual a dosagem apropriada para cada caso e, o que é muito importante, em que condições o interferon deverá ser empregado nas doenças a vírus, são questões a que o homem deverá responder nesta década.

Será certamente fascinante vivê-la.

Os trabalhos do autor são atualmente financiados pela Finep e pelo Banco do Brasil, através de seu Fundo de Incentivo à Pesquisa Técnico-Científica (Fipep).

Os dados de laboratório citados foram obtidos por Maria Alice Silva Novo, Erna Geessien Kroon, Paulo César Peregrino Ferreira e Luiz Alberto Peregrino Ferreira.



SUGESTÕES PARA LEITURA

- BARON, S., DANZIANI, F. e STANTON, G.F. The Interferon System: a review to 1982. Part I and II. *Texas Rep. Biol. Med.*, vol. 41, 1981-1982.
- BURKE, D.C. The Status of Interferon. *Scientific American*, vol. 237, 1977.
- SCIENTIFIC GROUP. Interferon Therapy. Technical Report Series 676. Genebra, Organização Mundial de Saúde, 1982.
- STEWART, W.E., II. *The Interferon System*. Viena, Springer Verlag, 1981.

MORATÓRIA. E DEPOIS?

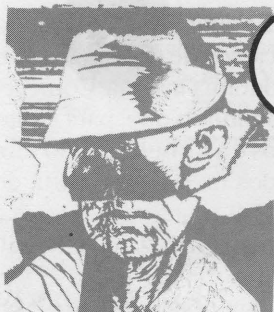
a viabilidade da moratória unilateral

Antonio Barros de Castro

Professor titular de Política Econômica da Faculdade de Economia e Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro



desenhos Luis Trimano



Brasil se encontra presentemente — e pela terceira vez no espaço de três anos — incapacitado de manter em dia seus compromissos financeiros internacionais. As demais situações críticas ocorreram, respectivamente, no último trimestre de 1980 e no período de setembro a dezembro de 1982. No primeiro episódio, ainda foi possível manter as aparências e preservar a credibilidade do país. Prova disso foi que, no ano de 1981, o país captou o montante dese-

jado de recursos, e o ingresso de capitais de risco atingiu a cifra recorde de 1,5 bilhão de dólares. Na segunda metade de 1982, porém, a situação tornou-se verdadeiramente insustentável, o que só chegou ao conhecimento do público depois das eleições de 15 de novembro. As reservas foram rápida e integralmente consumidas, e o governo, em meio a uma situação de quase pânico, formalizou seu pedido de apoio ao Fundo Monetário Internacional (FMI).

No terceiro e atual episódio, a crise se aprofundou ainda mais. Pelo menos 2,5 bilhões de dólares de compromissos externos encontram-se presentemente vencidos, e numerosos empréstimos vêm sendo relutantemente transferidos pelos

credores para a categoria de prejuízos (*non-performing loans*). Enquanto se aguarda a assinatura de novo acordo com o FMI, os pagamentos de juros e do principal, isto é, do valor original do empréstimo, encontram-se em princípio suspensos. Na prática, porém, parte dos juros vencidos vai sendo paga, enquanto as importações, ferreamente controladas e restringidas, processam-se neste momento em um ritmo manifestamente incapaz de atender às necessidades de funcionamento de diversos ramos de atividade.

Não pretendemos examinar aqui o processo pelo qual se chegou a atingir esta penosa situação. O que nos interessa é, sim, discutir a possibilidade — ou melhor, a viabilidade — de enfrentá-la por caminhos diferentes do “ajustamento” que vem sendo tentado pelo governo, sob a orientação do FMI.



O ponto de partida da discussão deve ser a constatação de que o país vem repetidamente tentando — nos três momentos de quase ruptura acima assinalados — captar recursos para “rolar” a dívida e cobrir seu déficit de transações correntes, num volume que excede de muito o total de recursos que o conjunto das fontes provedoras se dispõe a lhe fornecer. Os fatores imediatamente responsáveis por esta incompatibilidade são os seguintes:

— o dispêndio com as importações, fortemente ampliado por ocasião do chamado segundo choque do petróleo;

— o serviço da dívida (os juros), que cresceu extraordinariamente nos últimos anos em decorrência das taxas de juros vigentes desde 1979 e também do próprio montante da dívida;

— a evolução das exportações, seriamente prejudicada pelo declínio dos preços dos produtos primários e, mais recentemente, pela retração das economias de outras nações;

— a profunda mudança verificada no comportamento das fontes financeiras internacionais, no sentido de frear a expansão dos empréstimos às nações devedoras;

— a súbita mudança na avaliação do “riso Brasil”, reflexo da nova atitude dos bancos comerciais, bem como da própria deterioração das condições financeiras do país.



O peso atribuído a esses fatores na explicação do impasse atual varia enormemente entre as diversas correntes de opinião. Para muitos, por exemplo, a situação do país se tornou financeiramente inviável por imprevidência das autoridades, que não contiveram a tempo o ritmo de expansão do país no período que se seguiu ao primeiro choque do petróleo. Outros argumentam que a deterioração das relações de troca, combinada com a elevação sem precedente das taxas de juros, explica em grande medida a situação de inviabilidade financeira a que chegou o país. Outros ainda, por fim, atribuem maior realce ao comportamento das próprias fontes financeiras externas, que num primeiro momento facilitaram indevidamente o repasse dos petrodólares à sua disposição para depois dificultar sensivelmente o acesso a novos fundos.

No entanto, independentemente da explicação que se tenda a aceitar, cabe admitir que uma nação devedora só pode corrigir a incongruência entre a necessidade de recursos e a disposição dos credores a ampliar os empréstimos pela diminuição de suas necessidades de fundos. Isto, por sua vez, supõe uma combinação qualquer das seguintes medidas: menores gastos com importações, crescimento das exportações e redução — ou suspensão — do serviço da dívida. Ao mesmo tempo, no plano interno, devem-se processar as mudanças capazes de promover o reajuste efetivo da economia, e absorver as consequências deste processo. É a partir deste enunciado que havemos de caracterizar, a seguir, o tipo de solução que vem sendo tentada pelo governo, sob o patrocínio do FMI.



No processo de reajuste que vem sendo imposto à economia brasileira desde fins de 1982, as importações constituem a principal variável de ajuste. O incremento das exportações também é uma meta almejada, admitindo-se, porém, que este objetivo depende crucialmente da

evolução do mercado externo. O giro da dívida é alcançado por renegociação (sem problemas), e o mesmo se tenta fazer com as necessidades *adicionais* de empréstimos. Entretanto, a comunidade financeira internacional tenta impor limites rígidos à captação de novos recursos, sendo este um elemento chave na definição das acomodações que levariam a economia a alcançar uma situação viável de balanço de pagamentos.



No plano interno, a demanda global (o consumo) é comprimida, primordialmente através de restrições monetário-creditícias e de cortes nos gastos públicos. A redução da demanda global, por si só, tenderia a reduzir as importações e a estimular a busca do mercado ex-

terno. Este movimento é, porém, reforçado por meio da alteração dos preços relativos das importações e das exportações, obtida essencialmente através da desvalorização cambial: nos doze meses encerrados em julho deste ano, face a uma inflação de 143%, o cruzeiro foi desvalorizado em 222%. Mais recentemente, a contenção das importações foi decisivamente reforçada, mediante o monopólio do câmbio e a não liberação de guias de importação.

Quanto aos resultados obtidos pela política que vem sendo implantada, a questão deveria ser encarada de dois ângulos: o do balanço de pagamentos e o da economia interna. Começamos pelo balanço de pagamentos, admitindo que, para efeito de discussão, não obstante os tropeços e a turbulência do momento atual, os objetivos estabelecidos na segunda Carta de Intenções do governo brasileiro ao FMI (conforme informações colhidas em meados de setembro) virão a ser integralmente cumpridos.

No ano de 1983, o saldo comercial atingiria a cifra de 6,3 bilhões de dólares. Este superávit permitiria custear os chamados serviços de não fatores, bem como as remessas líquidas de lucros e *royalties*, sobrando cerca de 3,3 bilhões de dólares

para o pagamento de juros. No entanto, o montante de juros incorridos em 1983 é da ordem de 11 bilhões de dólares, o movimento de ingresso de capitais de risco é irrisório (presentemente, a entrada é estimada em 400 milhões de dólares), e são nulas (a rigor, negativas) as reservas. Assim, a dívida deverá aumentar cerca de 7,3 bilhões de dólares. Em outras palavras, uma evolução altamente benigna do ponto de vista da estratégia atual acarretaria uma elevação de 10,5% da dívida registrada (de médio e longo prazo). Para 1984, quando estão previstos um crescimento das exportações de 22,3 para 25 bilhões de dólares e o congelamento das importações em 16 bilhões, o saldo comercial obtido seria supostamente de nove bilhões. Caso isto se verifique, e aceitando-se as demais hipóteses favoráveis a essa estratégia, a dívida registrada voltaria a crescer aproximadamente 8%, sendo necessário prosseguir no esforço de ajustamento...



Voltemo-nos agora para o plano interno.

De janeiro de 1981 a julho de 1983, a produção industrial brasileira sofreu uma queda de cerca de 15% (segundo os Indicadores Conjunturais da Indústria do IBGE, em 1981, -9,6%; em 1982, +1%; no primeiro semestre de 1983, -6,8%). Ao mesmo tempo, o emprego na indústria caiu 16%. A capacidade ociosa no setor de bens de capital atinge em média 42%, segundo a revista *Conjuntura Econômica* de agosto de 1983. Mais recentemente, vem-se fazendo sentir com impacto cada vez maior a retração da construção

civil, em decorrência da redução dos investimentos governamentais, bem como da retração da demanda de habitações (o desemprego resultante daí não está incluído no índice citado acima, que se refere unicamente à indústria de transformação).

A gravidade da presente situação, porém, não pode ser avaliada com base em informações referentes à regressão já registrada. É preciso ter presente que, após a estagnação verificada em 1982, a economia parece encontrar-se hoje em queda livre. O sintoma mais evidente deste movimento talvez seja a previsão de uma queda real dos investimentos na indústria de transformação da ordem de 40% no corrente ano, estimativa baseada na 68.^a Sondagem Conjuntural, publicada em *Conjuntura Econômica* de agosto de 1983.

Não seria difícil encontrar indícios de que a economia se encontra não apenas em franca regressão, como também cada vez mais próxima dos limites a partir dos quais a quebra em cadeia das empresas será tanto inexorável quanto incontrolável. Sem insistir porém na apresentação de evidências de uma evolução manifestamente desastrosa, retornemos ao balanço de pagamentos.

Pelo menos um objetivo da política em curso poderá ser considerado bem sucedido: a obtenção de um saldo comercial de seis bilhões de dólares. Praticamente assegurado o cumprimento desta meta, o país começa a pagar juros já em 1983 (a dívida, no entanto, continua a crescer, como foi assinalado anteriormente). Da mesma forma, o saldo comercial previsto para 1984 visa justamente ampliar a parcela dos juros a ser paga pelo país.

Em contraposição a este êxito (do ponto de vista da política do balanço de pagamentos), a economia do país se encontra, como vimos, em plena regressão. Há fortes razões para se





crer, no entanto, que essa correspondência entre saldo comercial e estado geral da economia (já observada em 1981) constitui um fenômeno de curto prazo. Mais precisamente, a médio e longo prazo não se pode insistir nesse “efeito-gangorra”, uma vez que a persistência e o aprofundamento da crise comprometem inevitavelmente a capacidade de exportar. E isto por várias razões, que vão desde a dificuldade de sustentar a presença do país em mercados externos (gastos de representação comercial etc.) até o retardamento da introdução de melhorias, em decorrência da dissolução de equipes técnicas, da redução do dispêndio com pesquisa e desenvolvimento e, genericamente, como resultado da retração dos investimentos. O próprio declínio acentuado do gasto público não tarda em afetar a produtividade do sistema, como consequência da deterioração das condições de operação dos serviços básicos.

O fenômeno que acabamos de assinalar é, sem dúvida, da maior gravidade. Através dele, podemos ver que a insistência na atual política impossibilitaria a obtenção de seus próprios objetivos, deixando como herança uma economia prostrada e semidestruída.



Há alternativas para essa política?

A busca de novas soluções tropeça num dilema. Qualquer variante do programa atual que recorra à contenção da demanda global e admita o pagamento de juros a taxas de mercado não permitiria retirar a economia

da rota de declínio em que se encontra. Por outro lado, a adoção de um programa de reajuste que se baseie em outros fundamentos (valendo-se de outros instrumentos), bem como o

estabelecimento de uma taxa de juros fixa e compatível com a capacidade de pagamento do país são considerados inaceitáveis pela comunidade financeira internacional.

Isto significa que a busca de novos caminhos requer a ruptura das negociações atuais, e a declaração de uma moratória unilateral. A reflexão sobre o significado de uma decisão deste tipo, contudo, tem sido sistematicamente tolhida por argumentos que tratam de negar sua viabilidade. Alguns destes argumentos já perderam o sentido na atualidade, como o temor que havia de que a resistência à adoção desta política acarretasse a cessação do ingresso autônomo de capitais no país, movimento espontâneo que já cessou há cerca de um ano, não havendo razões para supor-se que possa ser restabelecido a curto ou médio prazo.

Entre os argumentos que continuam sendo empregados, destaca-se o de que a moratória unilateral provocaria a suspensão do crédito comercial, o que acarretaria a incapacidade de pagar importações. Isto, por sua vez, teria por resultado o colapso no abastecimento de petróleo, tendo por consequência a paralisação da economia. Será bem fundamentado este argumento?

Acreditemos que a moratória acarretasse a cessação instantânea dos créditos à importação e à exportação. A suspensão do financiamento às exportações traria consequências de duas ordens:

— Quanto às exportações que o país deve financiar para ter condições de competitividade, o ingresso de divisas no país cessaria, para recomençar mais tarde, à medida que fossem vencendo os prazos concedidos aos importadores — admitindo-se que o país não lograsse descontar os títulos de crédito por ele mesmo concedidos. Pode-se observar, porém, no quadro 1, que 67,4% das exportações são presentemente pagas à vista, e que 14,7% delas são financiadas a um prazo não superior a 90 dias.

— Quanto aos empréstimos concedidos a exportadores, com base em linhas de crédito abertas no exterior e repassados por bancos brasileiros, deixariam de verificar-se. Este estreitamento do campo de operações dos bancos privados seria porém compensado pela ampliação de linhas internas de crédito (tipo resolução 68 do Concex). A moratória seria acompanhada da reestruturação e da expansão da política de crédito; do ponto de vista dos exportadores, porém, essa mudança não acarretaria qualquer transtorno ou prejuízo.



Como vimos, 2/3 do valor das exportações correspondem a transações feitas à vista. Esta proporção sobe para 82% se considerarmos também os pagamentos feitos em até 90 dias (ver o quadro 1). A partir destes dados, admitamos que a moratória fosse respondida com a suspensão

de todos os créditos ao país, mas sem acarretar o bloqueio comercial e/ou ações beligerantes. Não é outra, aliás, a suposição daqueles que condenam a moratória devido às consequências que adviriam da suspensão do **crédito** a importações e exportações.

Com base no que dissemos, e dado que o país deverá exportar este ano 22 bilhões de dólares, podemos admitir que, declarada a moratória, o Brasil passaria a contar com o equivalente anualizado de 14,6 bilhões de dólares, montante que,



no curto espaço de três meses, seria progressivamente ampliado para 18 bilhões de dólares (valor anualizado).

Voltemos-nos agora para as importações (que passam a ser pagas à vista), começando pela definição de um “mínimo crítico operacional”. Este mínimo pode ser definido como equivalente às atuais importações de produtos outros que não o

petróleo e mais o montante de petróleo suficiente para manter o nível atual de consumo de combustível por parte do sistema de transportes (cargas e coletivo), da agricultura, da indústria e dos lares (gás liquefeito de petróleo — GLP).

No último trimestre de 1983, as compras líquidas de petróleo deverão situar-se em 610.000 barris/dia, enquanto a produ-

QUADRO 1

EXPORTAÇÕES SEGUNDO A NATUREZA CAMBIAL E A MODALIDADE DE PAGAMENTO JANEIRO-JUNHO

DISCRIMINAÇÃO	1983		1982	
	Valor em US\$ milhões	Participação %	Valor em US\$ milhões	Participação %
I. Exportações com cobertura cambial	10.321	99,2	9.858	99,2
1) Pagamento à vista	7.010	67,4	5.431	54,7
• Entrega antecipada	594	5,7	538	5,4
• Carta de crédito — letras à vista	2.356	22,7	2.352	23,7
• Cobrança à vista	4.061	39,0	2.541	25,6
2) Pagamentos até 90 dias	1.524	14,7	1.524	15,3
• Carta de crédito — letra até 90 dias	263	2,5	132	1,3
• Cobrança	1.261	12,1	1.392	14,0
3) Pagamentos de 91 a 180 dias	734	7,1	517	5,2
• Carta de crédito	154	1,5	119	1,2
• Cobrança	580	5,6	398	4,0
4) Financiamentos de 181 a 360 dias	231	2,2	295	3,0
5) Financiamentos acima de 360 dias	624	6,0	820	8,3
6) Consignações	170	1,6	127	1,3
7) Não especificados	27	0,2	1.145*	11,5
II. Exportações sem cobertura cambial	80	0,8	76	0,8
III. TOTAL	10.401	100,0	9.934	100,0

Fonte: Cacex-Depec. * Inclui café em grão e industrializado.

ção nacional deverá alcançar uma média de 360.000 barris/dia. Visando cobrir unicamente as necessidades mínimas críticas do país, o exercício a seguir supõe uma redução das importações para 400.000 barris/dia. De modo correspondente, o consumo seria reduzido a 760.000 barris/dia.



Tomemos o suprimento de óleo diesel como objetivo principal de nosso exercício, responsável por sua ordenação. O país necessita presentemente de cerca de 310.000 barris/dia deste produto para operar suas frotas de caminhões, ônibus e tratores. Entretanto, como os trans-

portes coletivos terão seu uso incrementado no cenário aqui esboçado, podemos admitir que o consumo de diesel crescerá 10% (para atender, em particular, à demanda de transportes públicos urbanos).

A partir dos 760.000 barris/dia de petróleo, podemos obter — preservando, num primeiro momento, a estrutura de produção vigente nas refinarias — 243.000 barris/dia de diesel (32%). Para um consumo de 341.000, ficam faltando cerca de 100.000 barris por dia.

Quanto à gasolina e ao óleo combustível, obteríamos, aplicando os coeficientes de 17% e 20%, respectivamente, 129.000 e 152.000 barris/dia. A partir deste resultado seriam subtraídos 40% da gasolina e 40% do óleo combustível para serem misturados ao diesel. Com isto, o “diesel” seria aumentado em 111.000 barris/dia. É evidente que teria especificações diferentes, e que algumas de suas propriedades seriam prejudicadas. Para enfrentar este problema, caberia distinguir, suponhamos, entre três tipos de diesel, destinados, por exemplo, ao consumo de motores estacionários, veículos pesados e veículos médios (vale lembrar que a Petrobrás já vem fazendo testes — a nível de mercado — com um diesel pesado, experiência que pode ser ampliada a curto prazo). No que se refere ao funcionamento dos motores, haveria que corrigir pequenos problemas e deficiências (decorrentes, por exemplo, da menor viscosidade do novo diesel) por meio de um programa de testes, elaboração de instruções, pequenas adaptações etc.

Em decorrência da operação anterior, faltariam óleo combustível e gasolina.



No que se refere ao óleo combustível, cujo consumo atual é de cerca de 190.000 barris/dia, o déficit seria de cerca de 100.000 barris/dia. No caso, a solução (imediata) seria a importação deste montante, havendo para tanto dois encaminhamentos possíveis: a compra de petróleo pesado para queima direta ou a compra de óleo combustível propriamente dito. Neste exercício, privilegia-se a primeira hipótese, escolhendo-se como solução o petróleo pesado venezuelano. Seu custo estimado é de apenas 20 dólares por barril, e o gasto correspondente será devidamente con-

templado quando voltarmos a considerar o balanço de pagamentos.

O problema da gasolina deve ser encarado em conjunto com o álcool. Antes de examiná-lo, porém, advertimos que a gasolina será também sacrificada para garantir o suprimento de nafta para a indústria petroquímica. Vale dizer que a gasolina disponível sofreria uma subtração adicional correspondente a 20.000 barris/dia para atender à demanda de nafta (cerca de 96.000 barris/dia).

Voltemos-nos agora para o conjunto gasolina-álcool. O país consome presentemente cerca de 150.000 barris/dia de gasolina e, de álcool, o equivalente a 80.000 barris.

Levando em conta os cortes antes anunciados, a disponibilidade de gasolina cairia para 58.000 barris/dia, que somados aos 80.000 barris de álcool equivaleriam a 138.000 barris/dia de combustível para a frota de automóveis e utilitários. A retração do consumo, porém, não precisaria ser dessa magnitude, uma vez que a safra de cana que está sendo colhida permitiria a obtenção de pelo menos mais o equivalente a 20.000 barris/dia em álcool, sem prejuízo para o suprimento e as exportações de açúcar. Trata-se pois de reduzir o consumo da frota de veículos leves em cerca de 31%. Isto deveria ser obtido mediante a definição de prioridades e a implantação de um sistema de racionamento, cujas características não caberia tentar estabelecer aqui. Podemos adiantar apenas que o racionamento não poderia basear-se nas mesmas regras para gasolina e álcool; por outro lado, seria necessário evitar que o álcool gozasse de grandes vantagens, porque isto provocaria uma onda de conversões indevidas — e, conseqüentemente, a escassez do produto.

O quadro 2 permite visualizar o conjunto das mudanças propostas, agregando detalhes que foram omitidos no texto. Observe-se que o ajustamento aqui esboçado pode ser feito de imediato. O prosseguimento dos investimentos atualmente em curso na área do refino permitiria, no entanto, uma melhoria significativa deste quadro já no ano de 1985. De fato, prevê-se que naquele ano o refino de petróleo irá produzir 48% de diesel; atualmente, informa-se que já seria possível chegar a 37% de diesel, o que traria mudanças, facilitando o ajustamento proposto.



Voltemos agora ao balanço de pagamentos.

Declarada a moratória unilateral, os pagamentos de juros e amortizações estariam suspensos por três anos. Isto significa uma mudança diametral no sentido do reajuste da economia. Não se trata mais de condicionar as

contas externas ao pagamento de um montante cada vez maior de juros, contrapartida da limitação do ingresso de capitais e do próprio crescimento da dívida. Agora, o ajuste consiste primordialmente em limitar as importações de bens e serviços à receita corrente derivada das exportações; como objetivo complementar, seria ainda necessário reconstituir, no prazo mais breve possível um montante mínimo de reservas. Encarando-se a questão por outro prisma, a economia disporia de um período de três anos para adaptar-se internamente à nova situação e preparar-se para reiniciar o pagamento da dívida — segundo condições estabelecidas através de negociações.

QUADRO 2- COMBUSTÍVEIS LÍQUIDOS — MUDANÇAS PROPOSTAS (EM 1.000 BARRIS/DIA)

Derivados	Consumo Atual	Produção Restringida	Produção Corrigida	Falta	Solução
GLP	94	61	61	20	Importação
Nafta	97	76	96	0	—
Gasolina	150	129	58	92	Racionamento
Óleo Diesel	310	243	342	0	—
Querosene	49	38	49	0	—
Óleo Combustível	194	152	92	100	Importação



As condições que acabamos de delinear permitem-nos retornar agora ao exercício que vínhamos desenvolvendo. As necessidades de importações seriam, em um ano:

Importações outras que não o petróleo (correspondentes ao valor previsto para 1983): US\$ 9 bilhões
 Petróleo: US\$ 4,3 bilhões
 Derivados de petróleo:
 Óleo combustível: US\$ 0,7 bilhão
 Gás liquefeito de petróleo (GLP): US\$ 0,2 bilhão
 Total de importação de mercadorias: US\$ 14,2 bilhões

(O consumo de GLP seria reduzido de 94.000 para 80.000 barris/dia por meio do controle da distribuição e da fiscalização do uso. Para complementar, seriam importados 20.000 barris/dia.)

Para o dispêndio líquido com serviços (não fatores), decidiu-se repetir os gastos incorridos em 1982, eliminando-se o item turismo. Temos então:

Transportes e seguros: US\$ 1,4 bilhão
 Gastos governamentais: US\$ 0,1 bilhão
 Diversos: US\$ 1,2 bilhão
 Total: US\$ 2,6 bilhões
 Dispêndio total com importações de bens e serviços (líquidos): US\$ 16,8 bilhões

Estes dados nos dizem que, mantida a hipótese de perda instantânea de todos os créditos, o país disporia de uma receita que se eleva progressivamente de 14,7 para 18 bilhões de dólares no prazo de 90 dias, contra gastos anualizados com importações (bens e serviços) equivalente a 16,8 bilhões de dólares. O estoque existente de petróleo (oficialmente de 85 dias, mas possivelmente inferior a isso) introduz uma margem de flexibilidade a ser eventualmente utilizada nesta primeira fase.

Passados os primeiros três meses, a receita regularizada continuaria caminhando em direção a 22 bilhões de dólares. Isto, aliado ao significativo aumento previsto para a produção de petróleo (médias de 426.000 barris/dia em 1984 e 513.000 barris/dia em 1985), acarretaria o surgimento de um saldo a ser utilizado na reconstituição das reservas e, na medida do necessário, na ampliação das importações.

A viabilidade econômica e financeira da moratória parece pois demonstrada, mesmo respeitando-se as hipóteses formuladas por seus adversários.



A moratória, sabemos todos, é uma decisão política, baseada na política e condicionada pela política. Conseqüentemente, sua viabilidade não se define no âmbito estreito das considerações aqui desenvolvidas. Ocorre, porém, que até o mero exame da questão vem sendo blo-

queado por argumentos de natureza econômico-financeira. O objetivo deste artigo é, pois, deixar claro que não residem aí os verdadeiros obstáculos à ruptura com os credores. A opção pelo atual programa de ajustamento é, em suma, tão política quanto seria a decisão em favor da moratória unilateral.



SUGESTÕES PARA LEITURA

BATISTA JR., P. N. *Mito e realidade na dívida externa brasileira*. Rio, Paz e Terra, 1983.

FURTADO, C. *Não*. Rio, Paz e Terra, 1983.

Agência O Globo



JOHANNA DÖBEREINER

Entrevista a Carlos Chagas Filho

Professor-titular do Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Nascida em 1924 na cidade de Ausing, Alemanha, Johanna Döbereiner viveu em Praga, Tchecoslováquia, até a Segunda Guerra Mundial, quando deixou o país como refugiada. Durante três anos, primeiro na Alemanha Oriental e depois na Alemanha Ocidental, trabalhou no campo, adquirindo seus primeiros conhecimentos em agricultura.

Em 1950, graduou-se pela Faculdade de Agricultura da Universidade de Munique, emigrando em seguida para o Brasil. Logo ingressou no Ministério da Agricultura, para trabalhar como pesquisadora em microbiologia de solo, função que exerce até hoje. O orientador de seus primeiros trabalhos foi Álvaro B. Fagundes, responsável por seu aprendizado das técnicas básicas da especialidade.

Apartir do final da década de 50, publicou uma série de trabalhos sobre o enriquecimento seletivo de bactérias fixadoras de nitrogênio em plantações de cana-de-açúcar, e descreveu uma nova bactéria fixadora de nitrogênio, a *Beijerinckia fluminensis*. O grupo que dirige na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro iniciou em 1963 um extenso programa de pesquisas sobre vários aspectos da fixação biológica do nitrogênio por plantas cultivadas, acumulando dados e resultados que indicam a superioridade desses recursos naturais sobre a utilização de fertilizantes minerais.

Obteve o grau de mestre pela Universidade de Wisconsin, EUA, em 1963, e nos dois anos seguintes fez cursos sobre microbiologia do solo na Universidade da Flórida e em Santiago do Chile. Por ocasião da introdução do cultivo da soja no Brasil, no início da década de 60, tomou posição em favor do aproveitamento das associações entre a planta e bactérias fixadoras de nitrogênio, opondo-se à utilização obrigatória de adubos nitrogenados. A adoção desta linha de pensamento resultaria, ao longo dos anos seguintes, numa considerável economia de divisas para o país.

Em 1974, em trabalho conjunto com Day, descreveu a ocorrência de uma associação entre bactérias do gênero *Spirillum* (mais tarde reclassificadas como *Azospirillum*) e gramíneas. As possibilidades abertas pelo achado em relação à atividade agrícola no Terceiro Mundo motivaram a criação do Programa de Cooperação Internacional em Fixação de Nitrogênio nos Trópicos, sob a sua coordenação. Em 1975, em colaboração com Bülow, descreveu a ocorrência de bactérias semelhantes ao *Spirillum* nas raízes do milho. A larga distribuição dessas bactérias em solos tropicais despertou grande entusiasmo, devido à potencialidade de sua aplicação em lugar do recurso a fertilizantes.

Johanna Döbereiner tem participado ativamente de reuniões científicas internacionais e foi eleita presidente honorária da Reunião Anual da SBPC de 1976, realizada em Brasília. Membro titular da Academia Brasileira de Ciências e da Academia Pontifícia de Ciências, recebeu em 1976 o prêmio Frederico Menezes Veiga, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa), o prêmio Agricultura de Hoje, de Bloch Editores, em 1977, e o prêmio Bernardo Houssay, da Organização dos Estados Americanos, em 1979. É doutora "honoris causa" da Universidade da Flórida, EUA, e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

— Você é, incontestavelmente, uma pesquisadora de reconhecimento nacional e internacional. Chegou ao Brasil muito moça, vinda da Alemanha; eu gostaria que você nos contasse os episódios que marcaram sua carreira tão fascinante.

— Uma carreira muito comprida, não? Creio que, sem dúvida, quem mais marcou o início de minha carreira foi Álvaro Barcelos Fagundes. Ele era, na época, diretor do Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária. Eu cheguei aqui sem conhecer ninguém. Por acaso, meu pai tinha vindo alguns anos antes, e conheceu o dr. Fagundes através de outra pessoa. Naquela época, só se conseguia alguma coisa através de uma recomendação. Então, foi uma grande coisa eu ter sido apresentada a ele, que me perguntou: “Você é especialista?” Eu respondi: “Não, sou recém-formada.” Ele disse: “É, mas nós temos uma verba aqui para contratar especialistas estrangeiros.” Eu, estrangeira, era mesmo recém-formada, mal falava português, não tinha nem três meses de Brasil. Aí, ele falou: “A senhora estude mais um pouquinho e volte daqui a 15 dias.” Quinze dias depois eu voltei de novo, e ele disse: “Só temos, realmente, contratos para especialistas. A senhora não é especialista?” Respondi: “Não, infelizmente não. Fiz a minha tese em microbiologia do solo, na Alemanha, mas acabo de receber o diploma.” E ele disse: “O dinheiro que há é só para especialistas, a senhora volte em 15 dias.” Duas semanas depois eu voltei: ele perguntou, de novo, a mesma coisa, e eu respondi: “Se o senhor quiser, posso considerar que tenho uma certa especialização, pois fiz a minha tese num assunto específico. Mas mesmo se o senhor não me contratar, eu queria trabalhar, mesmo sem ganhar nada.” Ele disse: “Muito bem, pode começar amanhã.” Aí, eu comecei a entender que no início era um pouco diferente.

— **Isso foi quando?**

— Em 1951.

— **Em que instituição?**

— No Serviço Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), situado no quilômetro 47 da antiga estrada Rio-São Paulo, cujo diretor era o doutor Fagundes. Ele tinha feito uma tese de doutoramento sob a orientação do Starkey, que por sua vez era professor da Universidade de Rutgers, da escola de Waksman. Como não havia, naquele tempo, pesquisa em microbiologia do solo no SNPA, o dr. Fagundes queria começar uma investigação nessa área e assim, pessoalmente, ele me orientou. Eu não sabia de nada, nunca tinha trabalhado em laboratório, e ele, com uma paciência incrível, me ajudou. Mas foi preciso mais de um ano, talvez, para eu aprender o beabá em microbiologia.

— **E o seu diploma, onde ficou?**

— O diploma de agrônomo não valia muito, já que depois da guerra, em 1945, 1947, os cursos na Alemanha eram muito fracos. O dr. Fagundes, entretanto, com a maior paciência, me ensinou agronomia mesmo, de que eu, então, não tinha a menor idéia. Minha tese em microbiologia do solo tinha sido uma revisão da bibliografia, já que na Alemanha daquela época não havia laboratórios.

— **Então pode-se dizer que você é uma Brazilian-made scientist?**

— Claro, sou, sou.

— **E qual foi seu primeiro projeto de trabalho, naquela época?**

— Durante um ano ou dois começamos a fazer algumas pesquisas sobre a ecologia de microorganismos, mas uns dois anos depois Fagundes foi transferido, deixou de ser diretor, e então, praticamente de 1953 até 1960, fui autodidata, pois não havia ninguém do campo por perto.

— **Você se orientou, nesse momento, para os problemas de fixação do nitrogênio pelas bactérias?**

— Sim, inclusive o primeiro trabalho que publiquei provocou uma briga com meu chefe, que discordava de alguns aspectos. Insisti em publicá-lo, e esse foi meu primeiro trabalho com *Azotobacter*, uma das espécies de bactéria que fixam o nitrogênio em associação com as plantas. Em 1958-59, já com alguns colegas, publicamos um trabalho sobre a fixação do nitrogênio em cana-de-açúcar na *Revista Brasileira de Biologia*. Talvez justamente devido à minha formação na Alemanha, quando fui confrontada com a agricultura tropical, eu sempre achei curioso, por exemplo, que a grama-batatais, que cresce em todo lugar, permanecesse verde e viçosa sem que ninguém nunca a adubasse com nitrogenados. O mesmo com a cana-de-açúcar, cultivada há séculos sem adubação, mantendo uma certa produção constante. Em 1959, houve um congresso de solos de que participei, e vários outros cientistas presentes também acharam isso estranho. Aí, quando apresentei meus dados sobre a ocorrência de bactérias em cana-de-açúcar, eles ficaram desconfiados e acharam estranho que aqui no Brasil, uma região de clima tropical, houvesse bactérias fixadoras de N_2 habitando as raízes das plantas. Mas havia uma razão lógica para o fenômeno. Uma bactéria só cresce, em meio de cultura, a uma temperatura mínima de 25 graus centígrados. Melhor sempre é uma temperatura de 30-35°C. Mas essa temperatura praticamente não ocorre nos solos de regiões temperadas como os Estados Unidos e a Europa. Nas regiões tropicais, por outro lado, isso seria muito mais provável. No entanto, na ocasião em que apresentei o trabalho, a incredulidade foi geral. O pessoal me chamou até de visionária porque havíamos descoberto uma bactéria nova — a *Beijerinckia fluminensis* — que se associava com a cana-de-açúcar. Ninguém havia notado isso antes, e nós fizemos aqui pela primeira vez, com métodos muito rudimentares e simples. Até hoje, quando já temos descritas quatro novas bactérias e mais duas ou três em estudo, meus trabalhos suscitam alguma incredulidade. Naquela época o pessoal me gozava, acho que ninguém realmente me levava a sério, porque não existia na literatura qualquer descrição da associação entre bactérias fixadoras do nitrogênio e plantas superiores. Surgiu então a oportunidade de fazer um curso de pós-graduação nos Estados Unidos. Eu fui então para a Universidade de Wisconsin com meu marido, que obtivera também uma bolsa-de-estudos. Ficamos dois anos, e comecei a trabalhar com leguminosas.

— **Qual foi o período em que você esteve nos Estados Unidos?**

— 1961 a 1963.

— **Antes de ir para lá você já tinha um pequeno grupo trabalhando com as bactérias das gramíneas?**

— É, já tinha, mas lá não fiz nada em gramíneas porque meu orientador em Wisconsin não queria saber de nada disso. Apesar de ter grande renome, ele não me ensinou muita coisa. Sempre digo que a única coisa que aprendi com ele foi fazer rolhas de algodão, muito usadas no laboratório. Eu tinha, naquela época, uma mentalidade bastante forte, e fui realizando o trabalho apesar de tudo. Meu orientador viajava muito. Um dia, após uma ausência de quatro meses, ele voltou e a tese estava pronta. Ele ficou possesso, mas se fechou em seu escritório durante dois dias para lê-la. A tese já estava inclusive da-

tilografada... Vi-o na defesa da tese, onde apenas corrigiu três vírgulas, e mais nada.

— Agora uma outra questão, esta de caráter mais geral: você chegou aqui com vinte e poucos anos, portanto com uma formação basicamente européia. Qual foi o choque cultural que você sentiu?

— Bem, acho que choque eu nunca senti. Há uma diferença muito grande entre uma pessoa que vai voluntariamente para um país e aquele que vai forçado. Nós fomos expulsos da Tchecoslováquia, e meu pai não queria viver na Alemanha de maneira alguma. Então ele se candidatou a emigrar para os Estados Unidos mas não foi aceito porque pensaram que ele era alemão, o que não era verdade: ele era tcheco. Mas aí meu pai era muito amigo do professor Fritz Feigl e de Hans Zocher, que conseguiram que ele viesse para o Brasil. Eles eram muito ligados ao meu pai, muito amigos, e conseguiram um contrato para ele no Departamento de Produção Mineral. Ele veio em 1948, com um otimismo tremendo, e sempre dizia: “escolhi o Brasil porque quero fazer deste país a minha pátria.” E nós viemos também. Eu vim com essa decisão — não tinha outra escolha e aceitei o Brasil como minha pátria, como meu país. E nunca tive qualquer choque cultural, a não ser no início, quando fui discriminada algumas vezes como estrangeira.

— Mas quando falo choque, não quero dizer atrito. O choque a que me refiro é uma coisa diversa: transferir-se para um lugar em que tudo é diferente: hábitos, modo de vida, costumes, cozinha, tudo diferente...

— A isso a gente se acostuma. Quando cheguei, vim realmente com essa intenção, a de tomar o Brasil como minha pátria. Logo de início pensei em me naturalizar, ficar aqui definitivamente. Mas de vez em quando, no início, alguns colegas não me viam assim: “Ela não é nossa, não é daqui...” Isso me doía bastante. Eu tentei sempre ser o mais brasileira possível, tentei não ser diferente, tentei me ajustar.

— Você, na década de 1950, devia ser uma das poucas mulheres trabalhando em pesquisa no Brasil, pelo menos em relação ao número de homens. Isso lhe causou alguma dificuldade?

— Acho que nunca. Até hoje, de vez em quando, paro e penso: engraçado, no trabalho jamais alguém me fez sentir que sou mulher.

— Um dos pontos que me impressionam é seu conhecimento de bioquímica, por exemplo. Onde é que você aprendeu bioquímica? Não foi na Alemanha...

— Não, eu não aprendi bioquímica, não entendo isso...

— Sim, mas você sabe a bioquímica necessária para o que faz, o que é uma coisa importantíssima.

— Bom, sei a base. Fiz um curso de bioquímica durante o mestrado nos Estados Unidos, assim como de genética. Atualmente, faço questão de saber o suficiente para poder ler e discutir com os bioquímicos, mas jamais poderia programar e executar eu mesma uma linha de pesquisa independente em bioquímica, pois minha formação é agrônoma. A gente sente que os bioquímicos geralmente acham que eles têm uma cultura científica superior. Está certo, eles sabem coisas que nós não sabemos, mas o agrônomo também sabe coisas que os bioquímicos não sabem. Infelizmente há um certo senso de superioridade, não só dos bioquímicos mas também dos gene-

tistas, julgando que quem não entende de genética ou de bioquímica não é cientista. Talvez a minha vantagem seja o fato de que eu tentei entender o suficiente para poder discutir, enquanto a maioria dos agrônomos não se preocupa com isso. Mas essa situação é julgada de modo estereotipado. Eu entendo isso, mas sempre reajo.

— Acho muito justa essa sua reação: uma das coisas que nunca pude aceitar é esse senso de superioridade de uma instituição ou de uma disciplina em relação à outra.

— Eu acho que cada uma tem suas características. Mas o problema é difícil. Os dois grupos — geneticistas e agrônomos — não se entendem. Os geneticistas fazem genética, os agrônomos, agronomia, e não há nada intermediário. Talvez um dos segredos de nosso sucesso tenha sido o de procurar conciliar o pessoal da bioquímica e da genética com os agrônomos, tentando fazer uma ponte entre as disciplinas.

— Você se considera uma cientista básica ou uma cientista aplicada?

— Aplicada.

— Eu tenho minhas dúvidas. Não vejo diferença entre a ciência básica e a aplicada.

— Bom, deixe-me explicar. Eu sou uma cientista aplicada. Mas faço questão de dizer que o cientista aplicado também é um cientista! Tanto a pesquisa básica como a ciência aplicada são ciência. O cientista básico e o aplicado são a mesma coisa, ambos têm o seu valor.

— Sim, há uma continuidade. Uns são mais aplicados e outros são menos aplicados, mas acho que, no seu caso, por exemplo, não sei onde é que termina a cientista básica e onde é que começa a cientista aplicada. Você é, ao mesmo tempo, uma cientista básica e uma cientista aplicada. Eu não vejo como você vai fazer aplicação sem ter o conhecimento básico.

— Outro dia o presidente da Embrapa formalizou isso muito bem. Declarou que a Embrapa é, hoje em dia, uma instituição que deve apoiar e financiar pesquisas que resolvam problemas, independente de serem básicas ou aplicadas. Começa-se com o problema e desenvolve-se uma pesquisa para solucionar aquele problema.

— Você não sente na Embrapa a ausência de alunos? Você não dá cursos, não é?

— Não dou cursos regularmente, mas sinto falta disso. Um professor tem obrigação, muito mais que nós, de se manter atualizado. Como tem que dar aula, ele deve estudar para cada aula, o que é positivo. Isso realmente eu acho que é uma falha em minhas atividades: eu estaria muito mais em dia se tivesse que dar aulas. Mas há um outro lado: eu colaborei com cursos de pós-graduação da Universidade Rural e do INPA, dando algumas aulas por ano. Além disso, o nosso grupo tem atualmente 12 alunos bolsistas de iniciação científica, cinco alunos bolsistas de aperfeiçoamento e dez alunos de pós-graduação. Além disso, julgo cerca de cinco teses por ano, ou seja, muito mais que muitos professores das universidades.

— Qual é a ligação entre a Embrapa e a Universidade Rural?

— É uma ligação muito engraçada, que já existe há uns dez anos e que nunca foi ratificada. Sempre colaboramos com o núcleo do departamento de agronomia da universidade, sem-

pre demos aulas nos cursos de pós-graduação e sempre colaboramos com a orientação de estudantes. Meu laboratório é cheio de estudantes, mais do que muitos laboratórios de uma universidade.

— Quais são as reais perspectivas que você vê, economicamente, para a utilização das bactérias fixadoras do nitrogênio?

— Não é mais uma perspectiva, é realidade. Muitas coisas já são realidade atualmente. Só para dar um exemplo, vou citar o caso da soja. Em 1963, justamente quando voltei dos Estados Unidos, a soja entrou no Brasil. Nessa ocasião, fundaram a Comissão Nacional da Soja e eu fui chamada a participar. Naquela época, os geneticistas da comissão, todos com formação norte-americana, achavam que trabalhar com bactérias era brincadeira de cientista, não tinha aplicação nenhuma. O melhoramento genético da soja nos Estados Unidos foi feito com adubação nitrogenada em cima. Então eles melhoraram a soja que respondia melhor à adubação. Mas eu reagi. Nas reuniões da comissão da soja, composta por vários melhoristas formados nos Estados Unidos, tivemos uma discussão muito forte tentando convencê-los a fazer o melhoramento da soja sem adubo nitrogenado — que era muito caro para o Brasil — e com a aplicação de bactérias, o que consegui. Na Comissão do Feijão, no entanto, não conseguimos convencê-los. Hoje em dia, a soja, como todos reconhecem, não precisa de adubo nitrogenado. O feijão, por outro lado, tem que ser adubado, com todos os problemas técnicos e econômicos que se conhece. A soja, devido à decisão tomada pela Comissão Nacional da Soja em 1964, foi selecionada e melhorada para produzir muito sem adubo nitrogenado, aproveitando a simbiose entre as bactérias e as raízes da planta. Com isso, calculando de modo muito conservador, o Brasil está economizando anualmente cerca de um bilhão de dólares. Mas ainda, se naquela época os melhoristas tivessem ganho a discussão e a soja tivesse sido melhorada com adubo, provavelmente o Brasil jamais poderia competir no mercado internacional do produto. O preço barato da soja brasileira, hoje em dia, é função desse simples fato. Já o caso dos cereais é mais difícil. Nos cereais, a associação com as bactérias fixadoras do nitrogênio é muito menos perfeita, muito mais primitiva. Sabemos que cerca de 10 a 30% do nitrogênio que o milho, por exemplo, incorpora, provém da fixação biológica. Mas a coisa é mais complicada, e ainda não conhecemos suficientemente os mecanismos envolvidos.

— Você acha possível que a chamada engenharia genética possa desenvolver bactérias mais eficientes para a fixação de nitrogênio nas gramíneas, ou isso depende mais da planta que da bactéria?

— É difícil ainda dizer alguma coisa segura. Nós obtivemos dados bem mais promissores do que pensávamos com uma das bactérias novas com que estamos trabalhando. Mas a maior chance de sucesso é trabalhar para melhorar os dois. Como não acredito em coisas espetaculares em ciência, que surgem de um dia para o outro, devagarinho vamos melhorando a bactéria e melhorando a planta. O sistema das gramíneas, entretanto, é um sistema muito menos perfeito que o da soja; por isso, não acredito que possamos chegar ao ponto de suprir todas as necessidades da agricultura através de nossas pesquisas.

— Seu trabalho atual na Embrapa sofre os efeitos da crise econômica do Brasil?

— Não, por enquanto ainda não. A última palavra que tive dos dirigentes da Embrapa foi: "Não esquente a cabeça com dinheiro." Não tivemos nenhum corte, e espero que continue assim.

— Uma pergunta indiscreta: você é dos cientistas que pedem mais para conseguir o justo?

— Eu tenho fama de ser justa demais... Todo mundo vive reclamando que, no meu laboratório, jamais entrou um equipamento que não tenha funcionado na semana seguinte...

— A importância econômica de seu campo de trabalho se reflete no financiamento? Ou seja: você recebe mais verbas por trabalhar em um tema de grande relevância para a agricultura e a economia do país?

— Sem dúvida alguma. Eu disse isso quando dei o exemplo da soja. O que talvez tenha mudado, nestes últimos anos, em relação à década de 1960, é que os dirigentes também se conscientizaram do impacto que a pesquisa pode ter. Isso não era sempre reconhecido.

— Mudando completamente de assunto: como é que você concilia suas atividades científicas com a sua atividade de dona-de-casa, mãe e agora avó?

— Dona-de-casa, acho que sou péssima, pois sempre tive a sorte de ter uma boa empregada que toma conta da casa integralmente. Já como mãe e avó me considero bem sucedida. Tenho três filhos, todos formados, um fazendo um curso de pós-graduação na Inglaterra, o outro já de volta ao Brasil após sua pós-graduação no exterior, a menina já casada... Tive muita sorte em trabalhar no quilômetro 47. Lá, eu sempre ia para casa na hora do almoço, e à noite também ficava em casa. Estava sempre perto das crianças e, por isso, mesmo trabalhando podia acompanhá-los melhor. Eu sempre senti que podia dar mais a meus filhos por não estar sempre com eles. Jamais tive vontade de passar férias sem meus filhos, nunca enjoei deles. Conheço muitas mães que, ficando o dia inteiro com as crianças, enjoam delas, desgastam-se e acabam com raiva dos filhos. Posso falar com consciência que não houve um segundo em minha vida em que ficasse enjoada dos meus filhos. Isso porque não tinha a obrigação de ficar o dia inteiro com eles. Vestia-os de manhã, dava-lhes o café e ia trabalhar. Almoçava com eles, punha-os para dormir depois do almoço e ia de novo trabalhar. Cuidava deles, mas nunca ficava o dia inteiro com eles.

— Você se apresentou extremamente brasileira, mas sua vida de garota foi passada na Europa. Você se lembra de sua infância em Praga? Não tem às vezes reminiscências saudosas daqueles tempos?

— Sinto a mesma coisa que todo mundo. Tive duas vezes a oportunidade de voltar a Praga, uma em 1970, outra no ano passado. Talvez por ser uma cidade da Europa oriental, Praga não mudou nada. Senti um enorme prazer em revê-la. Mas nunca senti, como muitos refugiados, vontade de voltar definitivamente. Jamais penso nisso. Praga representa para mim o mesmo que Belo Horizonte representa para um mineiro que vive no Rio. É bem verdade que nas duas vezes que fui lá foi um "matar saudades" tremendo. Consegui visitar o lugar onde morava, entrar na casa de minha avó, verificar que ela se conservava igual a meus tempos de garota. Peguei o bonde número 13 que me levava à escola. Não tenho aquele complexo que muitas pessoas expulsas da Tchecoslováquia têm, quando pensam: "Fui expulsa de lá, e logo que puder voltarei."

O LEITOR PERGUNTA

“O que é a máquina tokamak?”

Francisco A. Madeira Aragão - Fortaleza (CE)

O *tokamak*, cujo nome deriva de “câmara magnética toroidal”, em russo, nasceu na União Soviética no início da década de 1960. Trata-se de uma máquina destinada ao confinamento de plasmas de alta temperatura. Que são plasmas, no entanto?

O plasma representa um estado da matéria no qual a natureza das moléculas mostra-se alterada, dissolvendo-se em átomos, eles próprios fracionados. Dependendo da energia, resulta daí que, no estado de plasma, encontramos principalmente íons (partículas carregadas) — ou mesmo núcleos atômicos — e elétrons, formando uma espécie de gás com uma característica importante: a carga elétrica. Não parece um estado comum da matéria, pelos fenômenos que apresenta, mas estima-se que 99% de toda a matéria existente no Universo estejam no interior das estrelas na forma de plasma. E isso torna a física de plasmas um estudo obrigatório, ao menos para os astrofísicos!

O objetivo maior da pesquisa de plasmas em todo o mundo tem, porém, razões mais práticas. Se pudermos fazer com que núcleos de átomos leves se fundam produzindo átomos mais pesados numa taxa alta de conversão, teremos uma fonte virtualmente infinita de energia. Isto equivale a criar uma “estrela” em miniatura, capaz de suprir a demanda de energia que fatalmente se fará sentir nos anos que virão. E é justamente aí que entra a pesquisa de plasmas: a busca do caminho para o controle de reações nucleares de fusão.

O fato que constitui o maior obstáculo para a fusão controlada é que os núcleos atômicos possuem carga positiva e, portanto, repelem-se mutuamente. Para que a fusão possa ocorrer, é preciso aproximar os núcleos reagentes a distâncias muito pequenas — da ordem de 10^{-13} cm (um trilionésimo de milímetro) —, nas quais as forças nucleares, que são atrativas, sobrepujam as forças de repulsão devidas à carga elétrica idêntica. A única forma de

se conseguir esta aproximação é dotar os núcleos de energia cinética alta o suficiente para ultrapassar a barreira das forças coulombianas, isto é, das cargas elétricas. Podemos expressar esta energia em termos de temperatura, já que a temperatura de um sistema é uma medida macroscópica de seu movimento de agitação térmica: a média de todas as energias cinéticas de todos os núcleos (e elétrons) que compõem o sistema. Um sistema deve ser aquecido a temperaturas da ordem de cem milhões de graus Kelvin para realizar processos de fusão em reatores especiais. Ou, de outra forma, possuir energia da ordem de 10.000eV (o elétron-Volt — eV — é a energia ganha por um elétron após ser acelerado por uma diferença de potencial de um volt; equivale a $1,6 \times 10^{-19}$ joules).

Como manter a matéria aquecida a tais temperaturas numa região limitada do espaço? O *tokamak* é justamente uma das soluções propostas, e a mais promissora. Seu

Fig. 1. A partícula eletrizada P, em movimento num campo magnético uniforme B, fica solicitada por uma força perpendicular à direção do campo magnético e também à direção da velocidade. A componente da velocidade da partícula (v_t), perpendicular ao campo magnético, leva a partícula a descrever circunferências no espaço. A componente paralela (v_p) leva a partícula a se deslocar ao longo das linhas de campo. O resultado é um movimento helicoidal da partícula.

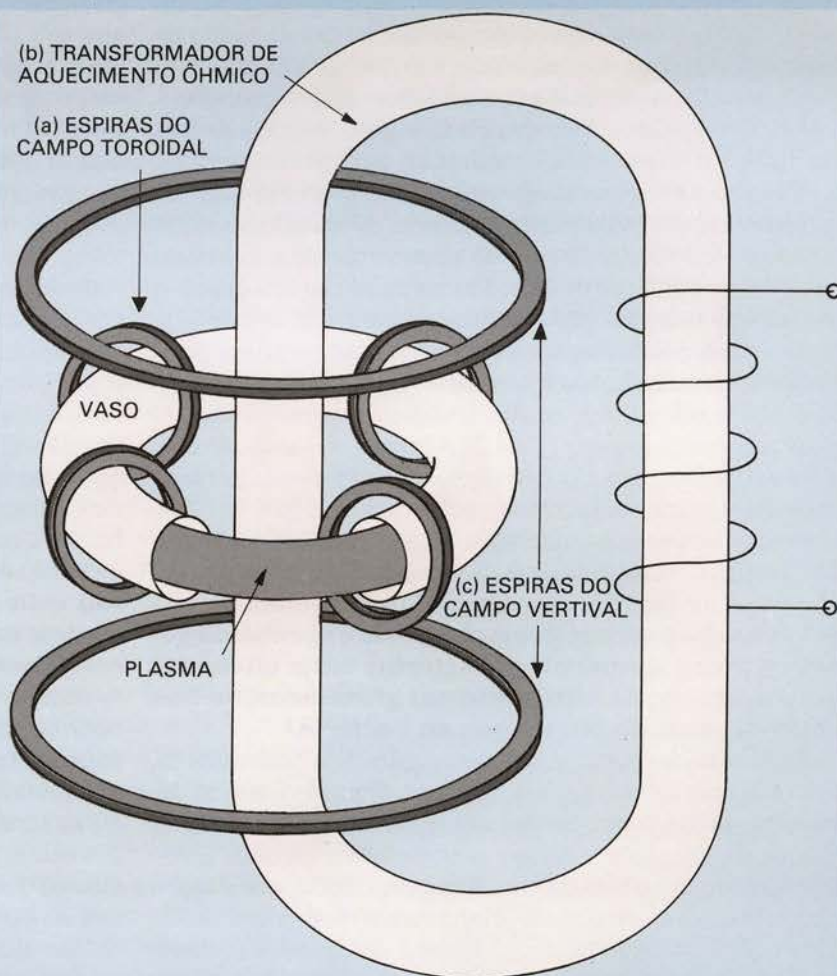
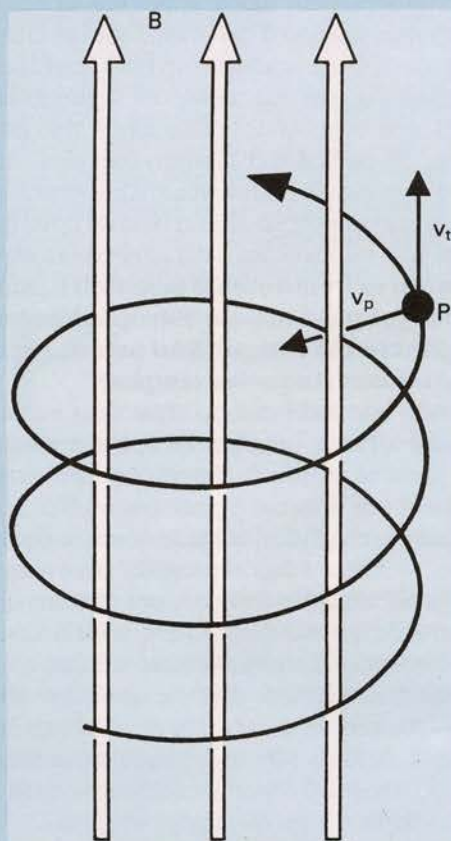


Fig. 2. Um *tokamak* compõe-se essencialmente de um enrolamento toroidal (a), responsável pela criação do intenso campo magnético que confina o plasma. Promove-se a criação da corrente de plasma e o aquecimento do plasma através do transformador de aquecimento ôhmico (b). Finalmente, o campo magnético com direção vertical (c) age sobre a coluna de plasma no sentido de compensar as forças de expansão que, de outra forma, levariam o plasma a colidir com as paredes.

O LEITOR PERGUNTA

funcionamento se baseia no comportamento de uma carga elétrica em movimento numa região do espaço tomada por um campo magnético. A carga é solicitada por uma força que age em ângulo reto em relação à direção do campo magnético e também em relação à direção da velocidade. Assim, uma partícula eletrizada tende a "escorregar" ao longo das linhas do campo magnético, ao mesmo tempo que descreve uma trajetória circular, num movimento semelhante à ponta de uma hélice em movimento (ver a figura 1).

Um *tokamak* é formado por um tubo, geralmente metálico, fechado sobre si mesmo na forma de um pneu — ou *toro*, ou ainda *toróide*, em linguagem matemática. À sua volta, encontramos um enrolamento que, percorrido por uma corrente elétrica, irá criar um campo magnético cujas linhas são circunferências alinhadas com o eixo maior do toróide. Ao contrário do que pode parecer à primeira vista, a câmara só existe para termos o controle da densidade e da pureza do gás com o qual se fará o plasma. São as linhas de campo que promovem o confinamento, constituindo-se numa "garrafa" magnética para o plasma.

E como funciona? Suponha-se que temos o gás ionizado em movimento, o que resulta numa corrente elétrica. Ora, o eletromagnetismo nos ensina que, associado a uma cor-

rente elétrica, encontra-se sempre um campo magnético. Este campo magnético, chamado poloidal, combina-se com o campo elétrico toroidal, produzindo linhas de força levemente desviadas de sua trajetória circular, tendendo a formar hélices ao longo do toróide. O segredo de funcionamento do *tokamak* está justamente em fazer com que uma linha de campo, após dar uma volta completa ao redor do vaso, apresente-se no ponto de partida ligeiramente deslocada, não se fechando sobre si mesma — na verdade, não se fechando num número finito de voltas. O resultado é uma "superfície" magnética formada por linhas de campo justapostas que confinam o plasma durante sua existência. Assim, numa visão simples, temos "casas" magnéticas sobrepostas confinando o plasma que está em seu interior.

Um enrolamento, construído de forma tal que as linhas de campo por ele criadas interceptam a área definida pela espira de plasmas, constitui o mecanismo pelo qual a corrente é iniciada e mantida no toróide (ver figura 2). Este campo é variável no tempo e, em consequência, surge na região do toróide um campo elétrico tangencial que faz com que as cargas elétricas se movam. Sob este aspecto, podemos comparar o *tokamak* a um transformador, cujo secundário — a espira de plasma — está em curto-circuito. O campo

elétrico, pois, nada mais é que a força eletromotriz induzida por um campo magnético variável no tempo, razão por que o *tokamak* só pode operar de forma pulsada.

Finalmente, como a coluna de plasma atravessada por um fluxo magnético crescente tende a se abrir — o que levaria à sua destruição, ao colidir com as paredes do vaso toroidal —, aplica-se um campo vertical cuja direção é tal que se cria uma força resultante sobre o plasma, dirigida para o centro. Este campo contribui para manter a coluna de plasma no centro do toróide. Na figura 2, pode-se ver uma representação esquemática de um *tokamak*.

Em resumo, a corrente que circula no interior de um *tokamak* participa dos efeitos de confinamento, enquanto se constitui no próprio plasma. O estágio atual de desenvolvimento da fusão termonuclear controlada é bastante promissor. Grandes *tokamaks*, instalados nos EUA, na Europa, na União Soviética e no Japão, já levaram a resultados bastante animadores, permitindo obter plasmas com temperaturas da ordem de 70.000.000°K, com tempo de confinamento de décimos de segundo e duração de alguns segundos da corrente de plasma.

Prof. Aluisio Neves Fagundes

Professor-assistente
Departamento de Física Experimental
Instituto de Física da Universidade de São Paulo

UMA IDÉIA QUE VALE DÓLARES.

Faça como a Xerox: exporte.
Ano após ano exportamos
cada vez mais.

Neste ano vamos ultrapassar
os 80 milhões de dólares.

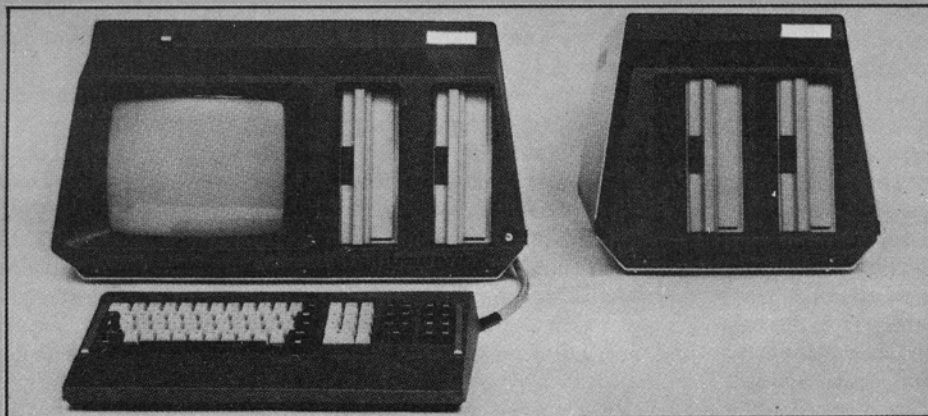
São mais empregos
e mais divisas para o Brasil.
Copie esta boa idéia.

XEROX®

DEFESA DA INFORMÁTICA NACIONAL

No início de outubro, momento em que se iniciava no Congresso Nacional o debate em torno do projeto de lei sobre informática, foi divulgado o documento "Em defesa da tecnologia nacional", assinado pelas entidades nacionais ligadas à área de infor-

mática: a Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp), a Associação Nacional dos Profissionais de Processamento de Dados (APPD), a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Informática (Assespro), a Sociedade dos Usuários de Computadores e Equipamentos Subsidiários (Sucesu) e a Sociedade Brasileira de Computação (SBC). É o seguinte o teor do documento, que transcrevemos na íntegra:



"A tecnologia constitui, hoje, um instrumento por meio do qual as nações mais avançadas submetem os países subdesenvolvidos à condição de importadores de produtos sofisticados, de aplicação muitas vezes questionável. Em contrapartida, resta-lhes a exportação de mão-de-obra barata e de suas riquezas naturais. Por essa razão, o caminho da soberania passa necessariamente pela emancipação tecnológica. E somente através de competência tecnológica própria as nações menos desenvolvidas poderão encontrar soluções para os reais problemas nacionais.

Existe um esforço deliberado por parte das nações industrializadas em caracterizar tecnologia não como um bem cultural que ela é, mas como uma mercadoria, objeto de transações comerciais. Tecnologia, por ser habilidade, não se compra nem se transfere, mas se desenvolve no exercício, na prática.

Dentre os vários campos de desenvolvimento tecnológico, o de informática é, sem dúvida, um dos mais importantes pela sua penetração em todos os setores da sociedade. O Brasil optou pela implantação de uma política de desenvolvimento tecnológico na área de informática que vem mostrando grande eficácia para garantir o domínio nacional dessa tecnologia, e tornar a nação mais autônoma e menos dependente.

A política nacional de informática é inovadora, mesmo no âmbito interna-

cional. Graças a ela, o Brasil se transformou em pouco tempo de mero usuário de máquinas importadas em produtor, capaz de gradativamente passar a dominar todo o ciclo tecnológico desse setor. Esta estratégia capacitou empresas genuinamente nacionais a projetar, fabricar e utilizar sistemas de informática.

O sucesso da política nacional de informática contraria interesses substantivos que hoje, com o objetivo de destruir os mecanismos que sustentam todo o investimento nacional do setor, articulam-se no sentido de explorar, ainda mais, o atraente mercado brasileiro.

RECONHECENDO QUE

- 1.A soberania de uma nação está condicionada à sua capacitação tecnológica;
- 2.O processo de capacitação tecnológica decorre da atividade prática interna, a partir do reconhecimento dos problemas propostos pela realidade nacional, sendo a indústria genuinamente nacional o instrumento de consolidação de tecnologia desenvolvida no país;
- 3.Uma indústria nacional com tecnologia própria, construída com base no mercado interno, tendo a capacidade de desenvolver produtos diferenciados e sem sofrer restrições por parte de licenciadores externos, é a única que pode exportar de maneira significativa;
- 4.A indústria nacional, por garantir o uso intensivo, em seu processo produtivo,

de inteligência brasileira aprimorada nas instituições de ensino e pesquisa, possibilita o completo domínio de todo o ciclo tecnológico;

- 5.Os resultados conseguidos até agora demonstram que a indústria nacional de informática caminha para a maturidade, gerando mais e melhores empregos, produzindo os sistemas de informática necessários ao desenvolvimento do país com menor dispêndio de divisas, comparadas às multinacionais do setor que nele operam;
- 6.Somente uma indústria nacional de informática tecnologicamente competente poderá criar condições para desenvolvimento de uma tecnologia de uso dos sistemas adequada à realidade nacional

MANIFESTAMOS:

- 1.Apoio à política nacional de informática, repudiando todas as pressões internas ou externas que procuram modificá-la em benefício de poderosos interesses, contrários ao interesse maior da nação.
- 2.A necessidade do empenho de toda a nação, e em particular do Congresso Nacional, para a aprovação urgente de mecanismos legais de estímulo e proteção permanentes ao desenvolvimento tecnológico nacional, buscando assegurar, pelo instrumento da reserva de mercado, a emancipação tecnológica do país."

O "EFEITO ESTUFA": FATOS E CONJETURAS

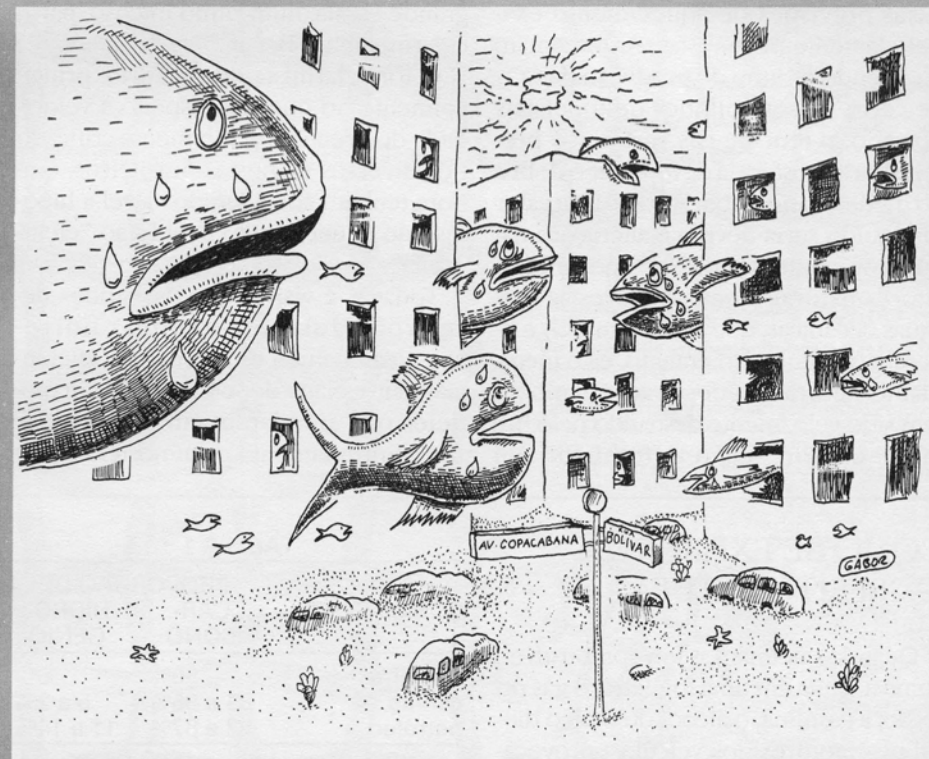
A ampla divulgação pelos meios de comunicação do relatório da Agência de Proteção Ambiental dos EUA, pelo tom catastrófico que assumiu, causou simultaneamente angústia na população e perplexidade no meio científico.

Embora seja necessário um alerta no sentido de conter mecanismos provocados pelo homem que possam afetar o clima da Terra em escala global, não há um consenso no meio científico quanto aos prognósticos catastróficos apresentados no relatório da agência norte-americana. Há correntes de cientistas que preferem afirmar que, ao invés do aquecimento geral da atmosfera terrestre, haveria uma tendência ao resfriamento, apresentando evidências aceitáveis em defesa de sua argumentação.

O "efeito estufa", e o aquecimento que pode produzir, são infelizmente ameaças concretas, que precisam ser examinadas com o devido cuidado. As consequências do "efeito estufa" sobre o clima, e a velocidade do evento, são no entanto um assunto bastante controverso.

Na verdade, o clima da Terra está em constante modificação, numa grande variedade de escalas de tempo, em consequência da interação de diversos fatores. Fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos foram responsáveis pelas variações climáticas do passado. Não existe uma causa única para uma mudança climática, e sim a interação de várias causas. De outra forma, fatores condicionadores das variações climáticas — como a variabilidade solar, as variações da órbita da Terra, a deriva continental, a orogênese, mudanças de correntes oceânicas, a composição da atmosfera e a atividade vulcânica, entre outros — atuam em escalas de tempo que vão de ciclos de bilhões, milhões e centenas de milhares de anos a variações seculares, ou mesmo interanuais.

A década de 1970 foi marcada, no Brasil e no mundo, por condições climáticas consideradas anormais. Cheias e secas foram responsáveis por grandes prejuízos econômicos e sociais, enquanto invernos rigorosos, com grandes nevascas, foram assinalados na Europa e nos EUA. Analisando, em mesa-redonda promovida pela Sociedade Brasileira de Meteorologia,



rologia, as chuvas intensas ocorridas no Sul em maio e junho, meteorologistas brasileiros concluíram que se tratava de um evento excepcional (ver "Tome Ciência" e "O Leitor Pergunta", em *Ciência Hoje* n.º 8).

Uma vez que se aceite a premissa de que o clima está mudando, é fundamental saber em qual escala de tempo, e em que direção, a mudança está se processando.

Uma corrente de pesquisadores respeitáveis, que atua no Programa de Meio Ambiente da ONU, apresentou, em um relatório denominado *Earthscan*, evidências de que o clima estaria evoluindo para uma condição mais fria nas próximas décadas, no contexto da alternância período glacial/período interglacial. Com base na observação estatística das flutuações climáticas, alguns pesquisadores chegam a afirmar que, para os próximos cem anos, a probabilidade de haver uma transição do atual período interglacial para um glacial é da ordem de 0,1 a 1%, enquanto é de 10% a probabilidade de que haja um retorno a um período climático semelhante à chamada "Pequena Era Glacial" (o período entre 1500 e 1850, quando a Terra passou por uma fase fria; na Europa, os invernos eram especialmente rigorosos, com verões chuvosos).

Entretanto, outra corrente de estudiosos, representada pela Agência de Prote-

ção Ambiental dos EUA, divulgou relatório afirmando que o clima da Terra passaria a sofrer nas próximas décadas um aquecimento com consequências catastróficas, em decorrência do "efeito estufa" produzido pela alta concentração de gás carbônico na atmosfera (ver "Como se explica o efeito estufa").

O fato mais significativo apresentado pelo relatório é admitido por toda a comunidade científica: através do aumento de dióxido de carbono (gás carbônico) na atmosfera, associado à destruição dos depurantes naturais do ar (as florestas), o homem passou a produzir impacto sobre o clima, não apenas em escala local ou regional, mas também em escala planetária. Assim, pelas transformações brutais que impõe ao ambiente, o próprio homem seria o responsável pela mudança que ameaça seu futuro. O ritmo dessa perturbação seria também bem mais rápido que o das variações produzidas por fatores naturais.

Outra expectativa gerada pelos autores do relatório é a de um aquecimento de grande proporção durante o próximo século. A rapidez do processo de elevação da temperatura é, no entanto, discutível. Enquanto o relatório da Agência de Proteção Ambiental menciona uma elevação de cinco graus até o ano 2100, o que seria suficiente para elevar em alguns metros o nível dos mares, outra corrente de pesquisadores considera

É B O M S A B E R

essas previsões de aquecimento exageradamente pessimistas. Argumentam que, sendo o ritmo de produção de CO₂ de cerca de sete bilhões de toneladas por ano, o teor de gás carbônico presente na atmosfera já deveria ser o dobro do medido pelos laboratórios. Este valor diminuído seria devido a alterações naturais ou a outros fatores — entre eles os fatores naturais como as florestas e as águas oceânicas, que absorvem CO₂ e liberam oxigênio. No entanto, este mecanismo natural de depuração também tem sido velozmente destruído pelo homem: as florestas têm tombado em

grande escala, num ritmo intenso, particularmente no Brasil.

O tom alarmista do relatório, principalmente no que diz respeito à velocidade do evento, foi duramente criticado por diversos cientistas brasileiros, embora tenham considerado viável a hipótese do aquecimento devido ao “efeito estufa”.

Todavia, é visível que os estudos desenvolvidos pela agência norte-americana ainda apresentam deficiências, entre elas a de se basearem em modelos que simularam em computador um comportamento da atmosfera a par-

tir de dados não suficientemente conhecidos de circulação atmosférica. Por esse mesmo motivo, não há a menor base de certeza de que a elevação da temperatura vá ocorrer na próxima década ou em meados do próximo século.

Aceita a hipótese de um aquecimento geral da Terra devido ao “efeito estufa”, é necessário relacioná-lo à variação climática que seria produzida pelos fatores naturais. Um futuro esfriamento natural, hipótese pela qual se inclina um número considerável de pesquisadores, tenderia a ser compensado pelo aquecimento produzido pelo “efeito estufa”.

COMO SE EXPLICA O “EFEITO ESTUFA”

Quando queimamos um combustível, como a lenha em uma fogueira, o gás no fogão, a gasolina, o álcool ou o óleo diesel nos motores dos veículos, provocamos uma reação química em cadeia na qual átomos de oxigênio (O) do ar se combinam com átomos de hidrogênio (H) e de carbono (C) do combustível, liberando a energia que estava nas moléculas sob a forma de calor (calorias) e produzindo vapor d'água (H₂O), dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), como mostra o quadro 1.

O calor liberado na combustão de um determinado material dependerá da proporção de carbono e de hidrogênio nele contidos, o que também determina a quantidade de CO₂ e de H₂O que são produzidos (ver tabela 1). O dióxido de carbono liberado na atmosfera é reabsorvido pela biosfera, seja pelos oceanos, seja pela biomassa — através da fotossíntese da matéria orgânica em presença de clorofila dos vegetais verdes. Assim, se a taxa de queima for moderada e se restringir a combustíveis de biomassas,

COMBUSTÍVEL	PROPORÇÃO DE CARBONO	PROPORÇÃO DE HIDROGÊNIO
madeira	50%	6%
carvão	67 a 95%	5 a 2%
petróleo	83 a 87%	11 a 14%

sa, renováveis e portanto passíveis de reprodução, pode-se atingir um equilíbrio em que a quantidade de CO₂ na atmosfera se mantenha constante.

Depois que o homem se apossou dos combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, oriundos da decomposição da biomassa seguida de processos físicos e químicos prolongados, o equilíbrio se rompeu. Considerando os pesos atômicos do carbono (12) e do oxigênio (16), o quadro 1 mostra que a queima completa de uma tonelada de carbono produz 3,67 toneladas de CO₂. Supondo que haja uma proporção de 85%, em média, de carbono nos combustíveis fósseis (ver tabela 1), cada tonelada queimada dá cerca de três toneladas de CO₂. O consumo acumulado de carvão e petróleo até nossos dias é da ordem de 10¹¹t (cem bilhões de toneladas), e as reservas e recursos existentes são da ordem de

10¹²t (um trilhão de toneladas). Por outro lado, calcula-se que a quantidade de CO₂ hoje presente na atmosfera seja de 2,8 × 10¹²t (2,8 trilhões de toneladas). Como se pode ver, as ordens de magnitude de CO₂ produzido pela queima de combustíveis fósseis e do CO₂ existente no ar são compatíveis. De fato, está havendo um aumento progressivo da concentração de dióxido de carbono na atmosfera (ver tabela 2), uma vez que sua

ANO	%
1880	0,0288
1921	0,0299
1945	0,0314
1968	0,0318

fontes: G. N. Plass, *Scientific American*, vol. 201, 1959.

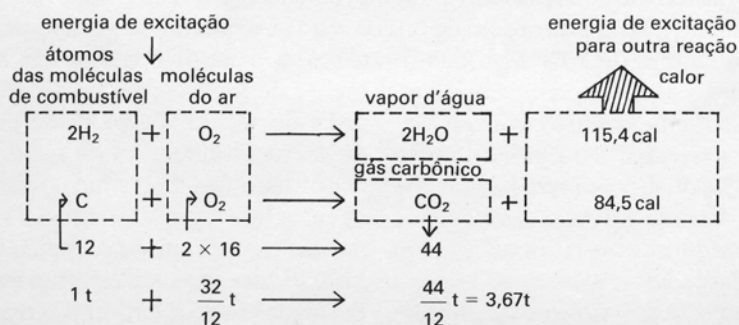
R. S. Rouse e R. O. Smith. *Energy*. Macmillan, 1975.

taxa de produção tornou-se maior que a taxa de sua absorção pela biosfera.

Um corpo aquecido a uma temperatura T emite ondas eletromagnéticas com um espectro que depende de T. Quanto maior for T, menores são os valores de comprimento de onda (λ) do espectro e, conseqüentemente, maiores os valores de sua frequência (f), inversamente proporcional a λ (ver “Manchas estelares”, neste número de *Ciência Hoje*).

O Sol tem uma temperatura superficial de cerca de 6.000°K, e emite ondas com comprimento em torno de 0,5μ (meio milésimo de milímetro), no espectro da luz. A Terra é atingida por estas ondas, absorvendo parte de sua energia (70%) e refletindo outra parte (30%), de modo que, no equilíbrio, tudo que é ab-

QUADRO 1 – REAÇÕES DE COMBUSTÃO

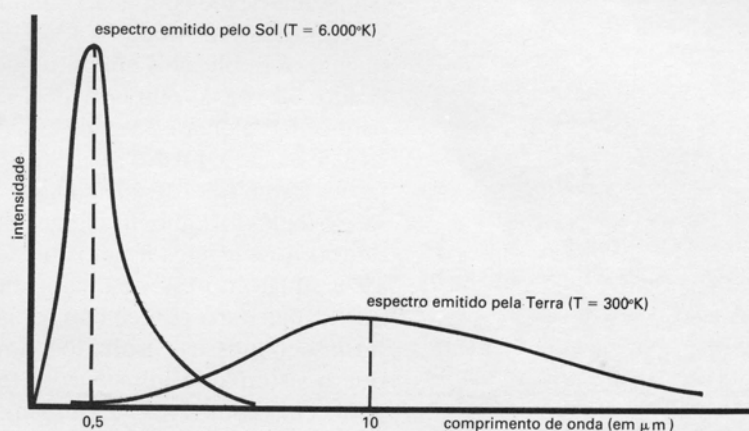


sorvido é emitido de volta para o espaço. Como a temperatura média da Terra é de 300°K (27°C), o espectro das ondas que ela emite tem comprimentos de onda muito maiores que o da luz, e λ fica em torno de 10 μ (ver figura 1).

Segundo a mecânica quântica, a teoria da física mais apropriada para o estudo do microcosmo, os átomos existem em diferentes estados de energia. Estes estados são dados pela configuração dos elétrons que orbitam em torno dos núcleos atômicos. Cada elemento — hidrogênio, hélio, lítio, berílio, boro, carbono, nitrogênio, oxigênio etc. — é caracterizado pelos níveis de energia de seus átomos. Segundo uma hipótese formulada por Einstein e depois consagrada nas teorias da física, as ondas eletromagnéticas, ao interagirem com os elétrons da matéria, comportam-se como uma multidão de partículas chamadas *fótons*, cuja energia é proporcional à frequência de onda: $E = hf$, sendo h a chamada *constante de Planck*.

Quando um destes fótons atinge um átomo, ele pode desaparecer e transferir toda sua energia para o átomo, desde

FIGURA 1 - ESPECTRO DA RADIAÇÃO DO SOL E DA TERRA



que a diferença entre um dos níveis (E_n) e o nível de energia em que estava o átomo (E_0) coincida com a energia do fóton: $hf = E_n - E_0$. Em seguida, essa energia é emitida pelo átomo sob a forma de um novo fóton.

Ora, os níveis de energia característicos do carbono são tais que a igualdade acima ocorre para a frequência das ondas emitidas pela Terra ($\lambda \approx 10\mu$), mas não para a luz recebida do Sol ($\lambda \approx 1\mu$). Logo, o carbono presente na atmosfera deixa entrar toda a luz que vem do Sol,

mas não deixa escapar toda a radiação térmica infravermelha que a Terra emite de volta para o espaço. Ou seja, parte desta radiação é absorvida pelo carbono e acaba sendo reemitida de volta para a Terra. Se a concentração de carbono na atmosfera for elevada, o equilíbrio térmico da Terra será afetado por este efeito, o chamado *efeito estufa*, que poderá causar a elevação geral da temperatura do planeta — se não for contrabalançado por outros efeitos, como o da tendência ao resfriamento.

A CIÊNCIA BRASILEIRA NO MUNDO

Qual o lugar do Brasil no mundo científico de hoje? Qual a sua posição entre os países do chamado Terceiro Mundo? Que posto ocupa entre os países da América Latina? Estas perguntas são respondidas, ao menos em parte, pelo presidente do Instituto para a Informação Científica dos EUA (Institute for Scientific Information-ISI), em conferência feita no XII Congresso Brasileiro de Biblioteconomia e Documentação, realizado em Camboriú (SC) entre 23 e 28 de outubro passado.

O ISI é uma instituição privada, responsável, entre outras coisas, pela edição de *Current Contents*, publicação semanal que reproduz os índices das principais revistas científicas do mundo em diversos campos do conhecimento. O ISI também registra os artigos citados nos textos listados pelo *Current Contents*, colocados em um arquivo à parte, denominado *Science Citation Index (SCI)*. A idéia é que os artigos de maior impacto são citados mais vezes na literatura.

Além disso, a análise de conjuntos de citações permitiria a definição empírica dos temas específicos que ocupam de fato a atenção dos pesquisadores, temas que muitas vezes não cabem nas definições formais das diversas disciplinas e subdisciplinas.

Em 1978, o *SCI* inclui referências a 388.000 artigos, citados em média 4,8 vezes entre 1978 e 1982. Destes artigos, 44%, ou cerca de 171.000, eram de autores norte-americanos, com um impacto médio (número de citações por artigo) de 5,7. A Inglaterra vinha em segundo lugar, com 9%, e o Brasil é o único país latino-americano com mais de mil artigos, com um impacto médio de 2,6 (ver quadro 1).

O quadro 2 mostra a posição relativa dos únicos países latino-americanos que tiveram mais de cem artigos citados. O volume de artigos brasileiros é maior, mas seu impacto relativo é um pouco menor, fazendo supor uma produção científica um pouco menos significativa. Dados de cinco anos antes mostravam uma situação diferente: em 1973, a Argentina tinha 1.526 artigos no *SCI*, com um impacto de 2,7, enquanto o Brasil ti-

QUADRO 1
NACIONALIDADE DOS AUTORES DE ARTIGOS CONSTANTES DO SCI DE 1978 (PAÍSES SELECIONADOS)

PAÍS	% DOS ARTIGOS CITADOS	IMPACTO
Estados Unidos	44%	5,7
Inglaterra	9%	5,2
Alemanha Ocidental	6,2%	4,5
URSS	5,4%	1,5
Japão	5,3%	4,0
França	4,4%	4,2
Índia	2,4%	1,6
Suécia	1,4%	7,0
Holanda	1,4%	6,1
Israel	1,0%	4,9
Finlândia	0,5%	5,8
Brasil	0,3%	2,6

nhá somente 812, com impacto de 2,9. México, Chile e Venezuela tinham aproximadamente quinhentos artigos cada, mas enquanto os do México tinham um impacto de 3,1, os da Venezuela só eram citados 1,2 vezes. A proporção de autores norte-americanos era, em 1973, semelhante à de 1978 (43%), e seu impacto médio era algo maior, 6,9.



Quais os fatores que fazem com que determinados artigos sejam mais citados do que outros? O primeiro é a língua em

que são publicados. Artigos de autores latino-americanos publicados em inglês são citados em média 3,4 vezes, enquanto os publicados em português são citados 0,2 vez. As outras médias são: espanhol, 0,6; alemão, 2,5; francês, 0,7; russo, 0,3; italiano, 1,0. No total, 96% das citações foram de artigos em língua inglesa, e o inglês foi também a língua de 89% de todos os artigos listados no *SCI* em 1978. O fato do ISI ser uma instituição norte-americana parece não ter grande influência nesses resultados, uma vez que o sistema de informações francês conhecido como PASCAL também inclui 70% de artigos em inglês, contra somente 12% em francês (não existem dados de citação no PASCAL).

O país em que o artigo é publicado também influencia os resultados. Artigos de latino-americanos publicados na Holanda, por exemplo, tiveram um impacto médio de 4,9, e os publicados nos EUA, um impacto médio de 3,7. Só duas revistas brasileiras, os *Anais da Academia Brasileira de Ciências* e a *Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológicas*, tiveram mais de 20 artigos listados no *SCI* de 1978; o impacto médio destes artigos, contudo, não ultrapassou 0,4.

Quem cita os autores brasileiros? Das 2.495 citações feitas entre 1979 e 1982, 34% foram feitas por autores brasileiros, e 26% por autores norte-americanos. Os demais estão distribuídos entre muitos países, entre os quais a Inglaterra (8%) e a Alemanha Ocidental (4%). O país latino-americano que mais cita autores brasileiros é a Argentina: 2% do total de citações. Este padrão é generalizado para toda a América Latina: cada país cita seus próprios autores, ignorando os autores dos países vizinhos. Na verdade, 43% de

todos os artigos citados por autores latino-americanos são de autores norte-americanos, vindo em segundo lugar o Brasil e a Inglaterra, com 8%. Os autores brasileiros citam 38% de autores norte-americanos, 23% de autores brasileiros e 7% de autores ingleses.

Finalmente, em que áreas os autores brasileiros publicam mais? Os dados do *SCI* permitem identificar sete áreas em que são brasileiros os autores de pelo menos 16% dos artigos de 1981. Três são em física — duas em física quântica e uma em física de metais raros. Por outro lado, 22% de todos os trabalhos referentes à "síntese e estudos magnéticos e espectrais de compostos lantanídeos" são de autores brasileiros.

Outros três tópicos são da área de bioquímica e imunologia; os artigos brasileiros chegam a 44% do total referente ao tema "imunidade a parasitos, *Schistosoma* e *Schistosoma mansoni*". Finalmente, autores brasileiros concentram um terço (7 em 21) dos artigos referentes a "efeitos de drogas na dinâmica de membranas em *vas deferens* de ratos e na artéria auricular de coelhos".

Que significa tudo isso? Seria ilusório considerar esses dados irrelevantes ou tendenciosos, apesar de sabermos que não deixa de haver certa tendenciosidade na seleção que o ISI faz do material que inclui no *Current Contents* e apesar de nem todos os resultados da pesquisa científica — principalmente a que tem orientação mais tecnológica — serem traduzidos em publicação de artigos. Parece ser melhor aceitarmos a parte pequena que nos cabe nesse grande latifúndio da ciência internacional contemporânea, e tirarmos as conclusões que nos competem.

QUADRO 2
PAÍSES LATINO-AMERICANOS
ORDENADOS PELO NÚMERO DE
ARTIGOS CONSTANTES DO *SCI*
DE 1978

PAÍS	NÚMERO DE ARTIGOS	IMPACTO
Brasil	1.060	2,6
Argentina	643	3,1
México	611	3,1
Chile	312	3,3
Venezuela	261	3,0

ESTUDANTES DE SAÚDE PAGAM MENOS



Os estudantes de nível superior na área de saúde (medicina, enfermagem, odontologia, nutrição, veterinária e engenharia sanitária) podem agora beneficiar-se do

Programa de Livros Didáticos e Materiais de Instrução da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)/Organização Mundial da Saúde (OMS).

O programa funciona em diversas universidades e instituições de ensino superior, oferecendo a oportunidade de adquirir livros e também instrumental básico de medicina, enfermagem e odontologia a preços reduzidos em relação ao mercado. É financiado com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), e regulado por um convênio assinado en-

tre a OPAS/OMS e os ministérios da Saúde e da Educação e Cultura.

Os estudantes interessados podem procurar informações junto às bibliotecas ou secretarias das instituições vinculadas ao programa, ou diretamente junto à administração do programa no Brasil: Caixa Postal 159, Rio de Janeiro, telefone (021) 280.1290.

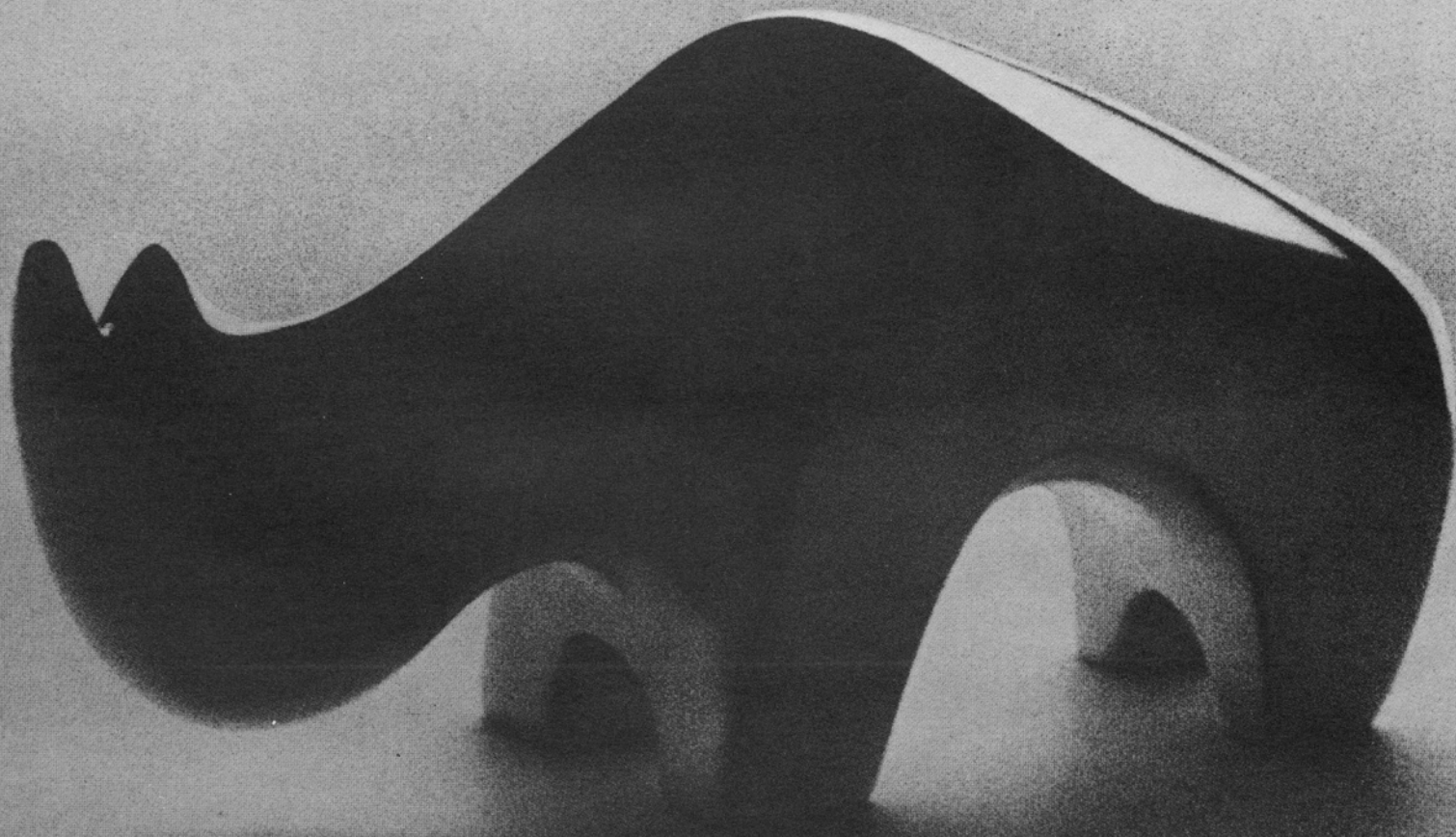
Colaboraram: efeito estufa: fatos e conjecturas (Elmo da Silva Amador); como se explica (Luiz Pinguelli Rosa); a ciência brasileira no mundo (Simon Schwartzmann).

A ciência hoje é exportar.

A Duratex sabe que só exporta quem
se importa com tecnologia.

E com a conquista da tecnologia,
a Duratex conquistou a
liderança mundial na exportação de
chapas duras de fibra de madeira.

DURATEX S.A.



A Duratex S.A. produz também as louças e metais sanitários Deca e Hydra, rações balanceadas, concentrados protéicos, farinha de trigo e semolina marca Anhangüera.

desenho Cândido Portinari



O NORDESTE NA HORA DA DECISÃO

O Nordeste se encontra em foco, devido à grande seca que vem afligindo a região nos últimos cinco anos. A seca em si não despertou grande interesse da imprensa até a ocasião em que o Sul, região mais rica, foi atingido pela catástrofe das enchentes. É que a nação já estava acostumada com as catástrofes que atingem o Nordeste, ao contrário do que ocorre com regiões mais afortunadas, mais ricas, que despertam maior interesse quando são atingidas por catástrofes naturais.

As campanhas de auxílio ao Nordeste, promovidas em um momento de grande crise, contribuem porém para criar uma idéia falsa da região e de seus problemas. Há quem acredite que todo o Nordeste é atingido pela seca, não havendo áreas úmidas na região. Há quem acredite que a região é extremamente pobre em consequência das condições naturais, considerando-a economicamente inviável. Há quem acredite ainda que o Nordeste é um peso para a vida econômica da nação. Todas essas idéias são falsas, e os mitos precisavam ser desfeitos.

O Nordeste é uma região viável, e contribui para o Produto Nacional Bruto em proporção muito superior ao que recebe do país. Sua participação no valor da produção nacional, face à fuga de capitais para o Sudeste e ao sistema tributário profundamente centralizador dominante no Brasil, é muito superior a seus gastos. O Nordeste possui grandes áreas onde dominam climas úmidos, e só é atingido por secas catastróficas em determinados períodos, quase

sempre uma vez em cada dez anos, em média.

Mesmo nas áreas de clima semi-árido, existe muita água disponível, que poderia ser utilizada na irrigação em benefício da população, visando produzir produtos alimentares que seriam consumidos pelos habitantes da região nos anos secos. Esta água pode ser fornecida pelos rios São Francisco e Parnaíba, bem como por alguns afluentes destes rios, pelas centenas de açudes construídos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e pelos lençóis subterrâneos com muita água armazenada situados nas áreas em que predominam formações geológicas sedimentares. O que ocorre é que nem toda a água que poderia ser captada é utilizada, e que a água aproveitada é em grande parte utilizada de forma pouco conveniente. Não há uma preocupação social com o controle e o uso da água: nas áreas irrigadas, dá-se maior importância a culturas destinadas ao beneficiamento industrial, como o tomate e a banana, ou a culturas cujos produtos são consumidos em outras partes do Brasil e até do exterior, como a cebola, o alho, a melancia, o melão, a uva e até a cana-de-açúcar destinada à produção de álcool e de açúcar. Essas culturas são quase sempre desenvolvidas por grupos econômicos estranhos à região, em detrimento dos interesses da população local. Dá-se grande ênfase à tecnologia importada, sem preocupação com o custo da produção e com as condições ecológicas. Além disso, não se desenvol-

veram ainda na região sertaneja as lavouras secas, de ciclo vegetativo rápido, como o sorgo, largamente cultivado nas regiões de clima desértico e subdesértico de outras partes do mundo.

Assim, a seca não é apenas um problema de falta de água, mas também de má utilização da água disponível e do controle anti-social da água. O flagelo da seca tem uma incidência mais acentuada em função de estruturas econômicas e sociais implantadas e mantidas para atender aos interesses de grupos econômicos formados por fazendeiros e comerciantes da região, hoje aliados a capitais do Sudeste e com influência sobre a atuação governamental. A esses grupos, muitas vezes a seca beneficia, uma vez que é a ocasião de adquirir a baixo preço animais e pequenas propriedades dos que são forçados a migrar ou a vender o que possuem a fim de não sucumbir. Também é a ocasião da chegada à região de muito dinheiro público com as hoje chamadas "frentes de emergência", aplicado na construção de obras que vão quase sempre beneficiar suas propriedades — açudes, poços e estradas. Esta afluência incrementa a circulação de capital, que vai alimentar o comércio da região. Por isso, o sertanejo costuma afirmar que a seca é "a madrasta do pobre, e a mãe carinhosa dos ricos".

Assim, o grande problema do Nordeste não é a seca, mas a pobreza, tanto no meio rural quanto nas cidades. A pobreza é inicialmente consequência da concentração fundiária, que faz surgir o sistema latifúndio/minifúndio em que uns poucos

OPINIÃO

controlam quase toda a terra apropriada e a subutilizam, dificultando aos agricultores que a cultivariam, contribuindo para o abastecimento da região, o acesso à propriedade e ao uso da terra. O controle da propriedade da terra por uma pequena minoria determina naturalmente a existência de grande ociosidade da força de trabalho, e o desemprego e o subemprego crônicos nas cidades de porte grande e médio, para onde se desloca a população rural. Daí todas as cidades possuem, em torno de seu centro, bairros periféricos constituídos por habitações de baixo nível, onde se alojam dezenas de pessoas. Daí serem as cidades focos de moléstias infecciosas as mais diversas, e de uma insegurança muito grande. A mendicância, o assalto e a prostituição são uma constante nas cidades. A subalimentação provoca seqüelas na população pobre, o que dificulta cada vez mais o desenvolvimento da sociedade nordestina. A pobreza é uma das formas mais dolorosas de poluição.

Um grande contingente de pobres subalimentados, sem esperança de melhoria das condições de trabalho e de vida, constitui a massa de manobra para os polí-

ticos conservadores, que se beneficiam da estrutura existente. Na realidade, apesar do crescimento econômico recente, da ação da Sudene, da abertura de grandes estradas, da expansão das linhas transmissoras de energia elétrica e da rede de ensino, observa-se que esse crescimento se faz de forma concentrada, em benefício de uma minoria, que vai assim consolidando e ampliando seu controle sobre a sociedade, acentuando cada vez mais sua dominação.

No Nordeste, a capacidade de manobra da oligarquia ligada à propriedade e à exploração da terra tem conseguido o apoio do governo para sua produção, constituída em grande parte por produtos de exportação — açúcar, cacau, mamona, sisal etc. — em detrimento das culturas de subsistência, voltadas para o mercado interno — mandioca, milho, feijão etc. Dispondo de capital, de crédito e de uma comercialização organizada, essa oligarquia se locupleta de vantagens econômicas e estende seu controle sobre as decisões políticas. Os investimentos trazidos pela industrialização promovida pela Sudene não provocaram mudanças sensíveis nesse controle

sócio-político, de vez que a oligarquia soube manobrar de modo a manter sua hegemonia sócio-política e econômica. E essa dominação cada vez mais acentuada provoca o aguçamento da pobreza e da imagem de subdesenvolvimento que o Nordeste apresenta à nação.

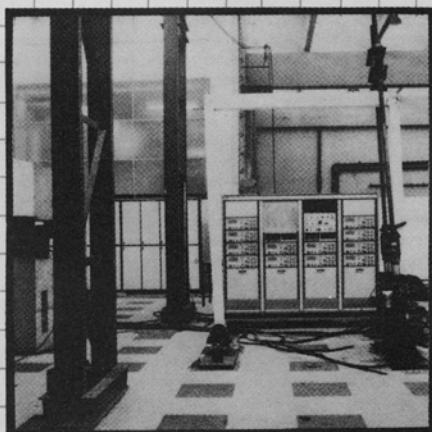
Concluindo, podemos afirmar que a seca não é o grande problema do Nordeste, mas apenas um de seus grandes problemas. O Nordeste só se redimirá e se desenvolverá se houver decisões políticas que promovam reformas estruturais, quebrem o controle da propriedade da terra, da concentração de capital e da dominação política. Tornam-se assim necessárias decisões políticas que sejam realmente aplicadas e que façam frente aos interesses seculares dos grupos que detêm a riqueza e o poder na região. O grande mérito da seca foi despertar o Brasil para a problemática do Nordeste, e esta oportunidade deve ser aproveitada pelas lideranças nordestinas que tiverem reais compromissos com o povo da região.

Manuel Correia de Andrade
Universidade Federal de Pernambuco

COPPETEC

PESQUISAS, PROJETOS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS

casal / foto



COPPE/UFRJ

Endereço:

Cidade Universitária — Ilha do Fundão
Centro de Tecnologia — bloco h — sala h-203
Caixa Postal 68513 — ZC-00
CEP 21910
Rio de Janeiro, RJ — Brasil
telegramas COPPEUB-RIO

- Responsável pela interface COPPE/Governo, Empresas e Indústria
- Equipes multidisciplinares formadas por docentes, pesquisadores e técnicos da COPPE/UFRJ
- 300 Profissionais de nível superior
- Atuação em todas as áreas da engenharia
- Utilização dos laboratórios e equipamentos do Centro de Tecnologia
- Colaboração estreita com os grupos de pesquisa dos demais órgãos da Universidade
- Responsável pelo NIT — Núcleo de Inovação Tecnológica no Estado do Rio de Janeiro
- Atividades conjuntas com os principais institutos de pesquisa tecnológica do país
- Desenvolvimento de tecnologia nacional
- Atuação na absorção e transferência de tecnologia ao setor produtivo brasileiro
- Substituição de consultoria estrangeira
- Acesso aos principais órgãos de financiamento do Governo
- Mais de 1000 projetos realizados
- 10 anos de experiência em projetos com indústria e governo

PETER KNIGHT
RICARDO MORAN

BRASIL

Pobreza
e Necessidades Básicas



O BRASIL VISTO PELO BANCO MUNDIAL

Brasil: pobreza e necessidades básicas. Peter T. Knight e Ricardo Moran.

Rio de Janeiro, Zahar, 1983, 128 p.

Oferecendo ao público brasileiro o livro de Peter Knight e Ricardo Moran, a Editora Zahar nos propicia a oportunidade de conhecer o que pensam os meios acadêmicos dos Estados Unidos e as organizações internacionais sobre os problemas sociais de nosso país. Isto porque os autores aliam a vivência universitária, doutores que são por Stanford um e pela Universidade da Califórnia o outro, à sua condição de técnicos do Banco Mundial.

E seu livro, na verdade, faz parte de uma série de monografias preparadas por funcionários daquele organismo sobre o tema das necessidades básicas. Esta monografia, em particular, se baseia em estudo mais detalhado publicado pelo Banco Mundial (*Brazil: Human Resources Special Report*: Washington, 1979), e tem por finalidade facilitar a busca de políticas públicas destinadas a satisfazer necessidades básicas. É esta sua característica, aliás, que está na raiz de suas melhores qualidades e de algumas de suas limitações.

Com efeito, sendo originalmente dirigido a leitores não brasileiros, portanto sem nenhuma

obrigação de conhecer os problemas e a história do país, o texto se torna mais descritivo e informativo do que seria necessário, podendo inclusive não satisfazer as demandas de um público mais exigente. Ademais, é todo ele — como de regra o são os documentos oficiais de organismos internacionais — vazado em uma linguagem que se pretende distante do objeto analisado para alcançar assim objetividade “científica”. Talvez essa mesma busca de objetividade seja responsável pela ausência, ao longo de todo o texto, de qualquer referência aos autores brasileiros que trataram do tema. Mesmo levando em conta essas lacunas e insuficiências, o livro é capaz de despertar a atenção do leitor preocupado em saber como são encaradas no exterior as questões sociais brasileiras.

A estrutura do livro compreende três capítulos, o primeiro dos quais apresenta uma descrição das tendências de emprego, salário e distribuição de renda, bem como dos progressos verificados em termos de saúde, nutrição, educação, habitação, abastecimento de água e esgotos. O segundo capítulo discute as políticas públicas nestes setores, particularmente no período recente. O terceiro capítulo apresenta projeções até o ano 2000 de alguns indicadores sociais, com base em alguns modelos de simulação.

Examinando-se o capítulo 1, pouco se teria a discutir uma vez que seu objetivo, indicado pelo próprio título (“Tendências históricas”), é o de apresentar séries temporais e gráficos representativos dos principais indicadores sociais. Há, no entanto, uma questão relevante — que, aliás, passa todo o texto — no que toca às fontes primárias de dados e à bibliografia em que se apóia. O material usado é constituído basicamente de relatórios do Banco Mundial e por trabalhos publicados nos Estados Unidos sobre o Brasil. Na montagem de algumas tabelas, são usadas ainda como fonte as publicações do IBGE e os resultados do Censo de 1980.

Há assim uma recusa sistemática de recorrer a textos de autores brasileiros, o que leva a algumas inconsistências na apresentação das séries estatísticas. Como exemplo, basta observar a Tabela

1.1, na página 32, que descreve a estrutura da força de trabalho. A leitura pura e simples dos números mostra uma queda da participação da indústria de 21,4% em 1950 para 15,5% em 1960, elevando-se novamente a 25,3% em 1970. Esta sequência não diz absolutamente nada, pois a definição da força de trabalho na indústria é uma em 1950, outra em 1960 e uma terceira em 1970 — fato que já foi comentado por diversos pesquisadores brasileiros.

O capítulo 3, por sua vez, trata de três questões: em primeiro lugar, apresenta quatro projeções demográficas opcionais para as três grandes regiões em que se divide o país, a saber, o Nordeste, o Sudeste e a Fronteira; em segundo lugar, utiliza-se “um modelo macroeconômico para investigar a absorção potencial de mão-de-obra não especializada pelo setor moderno da economia, de acordo com hipóteses opcionais de crescimento agregado” (página 87); finalmente, procura avaliar as possibilidades de atendimento das necessidades de serviços de saúde, nutrição, educação, habitação, água e saneamento da população até o ano 2000, bem como o custo, em termos de recursos públicos, para a realização destes programas. Para resolver esta terceira questão, adota uma simulação “otimista”, na qual o PIB crescerá a 7%, e uma simulação “pessimista”, na qual a taxa de crescimento seria de 4 por cento.

O uso do método da projeção estatística, no qual se toma a média das tendências do movimento pretérito como critério para se avaliar o desempenho futuro, tem sido objeto de muitas críticas, não sendo necessário repisá-las aqui. Os próprios autores, cientes desta polêmica, advertem não ser sua pretensão que “tais simulações sejam previsões e sim limites máximos e mínimos de expectativas razoáveis” (página 87). No intervalo de tempo transcorrido entre a redação do texto e sua publicação, a divulgação dos dados referentes ao censo de 1980 obrigou-os a observar, em nota de rodapé, “que o crescimento demográfico na década de 70 foi substancialmente inferior ao esperado. Em consequência, as projeções aqui obtidas parecem mere-

cer um desconto de 5-10 por cento”.

Mais grave ainda são os valores adotados como taxas mínimas e máxima de crescimento do PIB. Ambos aparecem, na perspectiva de hoje, como extremamente otimistas; tais projeções, na verdade, foram feitas antes do segundo “choque” do petróleo, da elevação vertiginosa da taxa de juros nos mercados financeiros internacionais, do agravamento da recessão mundial e do aprofundamento da administração recessiva da crise no Brasil. Estes fatos modificaram inteiramente as “tendências” do crescimento econômico brasileiro, eliminando a possibilidade de se tomar a média das décadas anteriores como base para se inferir o desempenho nestes quase vinte anos que nos separa do fim do século.

Não é, entretanto, nos capítulos 1 e 3, com as ressalvas feitas, são perfeitamente aceitáveis, que se encontra a maior lacuna no livro de Peter Knight e Ricardo Moran. Esta se situa no capítulo 2, que por seu próprio título, “Políticas e programas do setor público”, suscita uma expectativa de aprofundamento da discussão, a qual não realiza. O capítulo adota a mesma postura “neutra” quanto ao seu objeto de estudo, com o que não consegue superar o nível meramente descritivo de análise.

Um exemplo talvez seja suficiente. Na seção que trata da evolução de políticas e programas que afetam a nutrição, os autores afloram a questão da oferta de alimentos e da agricultura voltada para a produção de alimentos. Um fato da maior gravidade — fato largamente comentado na literatura especializada — é que este setor tem sido confrontado em termos de expansão política de preços e crédito, e em muitos outros aspectos, pelos incentivos e vantagens concedidas à produção de cana para álcool combustível. Os outros resumem a questão na seguinte frase: “o governo do Brasil tem procurado evitar conflitos potenciais entre políticas que visam aumentar a receita em divisas por meio de exportações agrícolas ou da produção de álcool-motor, a partir da cana-de-açúcar, como substituto do petróleo importado e as políticas desti-

RESENHA

nadas a assegurar a adequada oferta interna de alimentos a preços razoáveis" (página 64).

Há um substrato profundamente idealista presente em toda a discussão das políticas públicas realizada por Knight e Moran. Este substrato se manifesta na ênfase que dão à "conscientização da população-alvo" nos programas de nutrição ou na ambigüidade em que permanecem face à tese do professor Langoni, que atribui à educação papel preponderante na determinação na distribuição de renda. Com isso, se perde a oportunidade de discutir aspectos essenciais do problema social brasileiro.

A questão que se esconde por trás destas lacunas, e que pode ser tomada como uma espécie de "fundamento teórico" da visão dos autores sobre o Brasil, é a retomada da tese da "dualidade", apresentada porém de forma tal que aparece despida do vigor com que a revestiram seus autores originais. A definição do setor moderno da economia corresponde a esta visão, descrita à base de indicadores puramente quantitativos. As articulações que, no entanto, definem a especificidade da economia brasileira e que ligam de modo orgânico o setor "moderno" ao setor "atrasado" não são sequer tocadas. Exatamente por isto, Knight e Moran podem adotar estimativas tão elevadas para o crescimento do PIB até o ano 2000, como se fosse possível à economia brasileira, nos marcos da crise econômica mundial, refazer o percurso que trilhou nos últimos trinta ou quarenta anos.

Ao leitor brasileiro resta destacar a atenção — e mesmo a preocupação — com que os problemas sociais vêm sendo tratados ao nível dos organismos internacionais e das universidades americanas. Isto, ainda que não seja uma garantia de que recomendações corretas possam ser formuladas, pelo menos abre a esperança de que as autoridades responsáveis possam ser finalmente — e de fato — sensibilizadas por tais problemas.

Aluísio Teixeira

Professor do Instituto de Economia Industrial da Universidade Federal do Rio de Janeiro

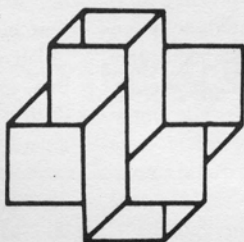


NA ESTANTE

- O Museu Paraense Emílio Goeldi lançou, com apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e da Fundação Roberto Marinho, edição fac-similar da *Viagem filosófica ao rio Negro*, de Alexandre Rodrigues Ferreira, o primeiro levantamento feito por um naturalista brasileiro da natureza, do povoamento e de aspectos econômicos da Amazônia. A edição comemora o bicentário da expedição de Rodrigues Ferreira, e contém uma apresentação bastante informativa da vida do naturalista, assim como de sua viagem filosófica, feita por Carlos de Araújo Moreira Neto.
- Lançamento importante é também *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*, da Brasiliense (São Paulo) em co-edição com o CNPq. O livro reúne artigos sobre o clima da região e sua dependência da floresta (por Enéas Salati), as águas da Amazônia (por Wolfgang J. Junk), a ecologia e utilização das florestas (por Herbert O.R. Schubart) e a ocupação humana da região (por Adélia E. de Oliveira). Os autores são pesquisadores ativos, e divulgam nesta obra muitos resultados de seu trabalho.
- Da Graal (Rio de Janeiro) recebemos *A Lógica da vida*, de François Jacob. O autor é professor de genética celular no Collège de France e chefe de equipe do famoso Institut Pasteur, e notabilizou-se por seus trabalhos sobre a genética das bactérias e dos vírus, em função dos quais recebeu o prêmio Nobel de fisiologia e medicina em 1965. O livro de Jacob é uma análise histórico-filosófica da genética molecular e suas implicações, de certa forma mais profundo que o famoso *best-seller* de seu colega Jacques Monod, *O acaso e a necessidade*.
- É da Brasiliense também um lançamento importante: *Pensamento político e últimas conclusões*, de Albert Einstein, com seleção e prefácio do físico brasileiro Mário Schenberg. Os textos de Einstein são curtos e versam sobre assuntos variados: política, religião, física, assuntos internacionais, personalidades. Expositor claro e simples, o notável físico revolucionou o pensamento científico com suas concepções

inovadoras sobre o tempo, o espaço, a massa, o movimento e a gravitação, criando aos 26 anos de idade a teoria da relatividade. Além disso, teve vida agitada, sendo obrigado a emigrar da Alemanha para os Estados Unidos devido a suas origens judaicas. Vale a pena conhecer o pensamento filosófico-político de Einstein, resumido nestes pequenos textos.

- Da Paz e Terra (Rio de Janeiro) recebemos *O problema alimentar no Brasil: a importância dos desequilíbrios tecnológicos*, de Fernando Homem de Melo. O trabalho, que recebeu o prêmio de economia (1982) da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia, nos conta, por exemplo, que a partir do triênio 1965-67, a quantidade de alimentos disponível para a população brasileira decresceu até 1975, produzindo como consequência grandes elevações de preços dos produtos alimentares. O autor responsabiliza, entre outros fatores, o processo de "modernização" da agricultura dirigido basicamente às exportações, notadamente as culturas de café, algodão, cana e soja. Trata-se de livro denso, contendo muitas informações e dados relevantes; e um esforço analítico importante.



LCC

LABORATÓRIO DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA DO CNPq

A pesquisa gerando as *nossas* soluções de problemas científicos e tecnológicos

- programação científica
- métodos computacionais em engenharia
- modelagem matemática e análise numérica
- modelagem estatística e análise de dados
- microprocessadores

Av. Venceslau Brás, 71 - Rio de Janeiro, RJ - 22.290

A POLÍTICA NACIONAL DE INFORMÁTICA

O Brasil representa um mercado extremamente atraente para todos os fabricantes mundiais de computadores. Em algumas pesquisas, figuramos como o sétimo mercado mundial, em outras como o oitavo. Há poucos meses, a imprensa publicou um relatório elaborado em janeiro de 1983 pelo Departamento de Comércio dos Estados Unidos, que afirmava ser o Brasil o maior mercado de computadores deste hemisfério, depois dos Estados Unidos e Canadá.

A Política Nacional de Informática (PNI) reserva parte do mercado brasileiro a dos computadores de porte micro, mini e médio — à indústria genuinamente nacional, com tecnologia própria. O segmento dos computadores de grande porte é de livre acesso aos produtos e empresas estrangeiras. No entanto, pela dimensão já alcançada, e por seu potencial de crescimento, o mercado brasileiro de informática tornou-se muito cobiçado, e as empresas estrangeiras não parecem dispostas a permitir que o Brasil busque sua emancipação nessa área. Assim, desde sua criação, em 1976, a PNI tem sido alvo de pressões de todas as naturezas, vindas diretamente das organizações multinacionais ou dos que defendem o interesse do capital estrangeiro no país.

O agravamento da situação das contas externas do Brasil, em dificuldade para cumprir seus compromissos junto à comunidade financeira internacional, tem contribuído para aumentar essas pressões. Agora, é o próprio governo norte-americano, através de seu Departamento de Comércio e da Câmara de Comércio, que investe contra nossa política de informática, a fim de conseguir a abertura completa de nosso mercado a produtos norte-americanos. Infelizmente, as pressões não vêm apenas do exterior. Alguns políticos, e mesmo homens que ocupam postos no alto escalão do governo brasileiro, tentam modificar a PNI. Empresários, por sua vez, querem que se autorize a implantação das chamadas *joint-ventures*, talvez para obterem lucros seguros através da aliança com o capital e a tecnologia estrangeira. Paralelamente, tenta-se manipular a opinião pública com argumentos falaciosos. Diz-se que, com a PNI, o Brasil ficará atrasado tecnologicamente, e que teremos um retrocesso em nosso desenvolvimento, causado pela escassez de produtos e por seus preços elevados.

A essas pressões, aparentemente baseadas em interesses imediatistas, aliam-se outras, de ordem estratégica e implicações muito mais grave para nossa soberania. Procura-se impedir, a qualquer custo, que o modelo industrial bem sucedido na área de informática seja aplicado a outros setores produtivos, no Brasil ou em outras nações que buscam sua emancipação tecnológica. Com a PNI, o Brasil transformou-se no país do Terceiro Mundo com tecnologia mais avançada nessa área.



Quais os interesses em jogo?

Em maio de 1977, logo após a implantação da PNI, a Data General Corporation enviou um relatório ao representante especial do então presidente Jimmy Carter para Negociações Comerciais, Robert S. Strauss. Esse documento, assinado por J. B. Stroup, gerente de assuntos financeiros e públicos da Data General, foi precedido de reuniões entre dirigentes desta empresa e de outros fabricantes norte-americanos de computadores — Digital, IBM, Control Data e Hewlett Packard. Preocupado com a intenção do governo brasileiro em estabelecer uma indústria nacional de computadores, o sr. Stroup apontava os efeitos da implantação dessa indústria.

- 1 — As companhias que desenvolvem e fabricam sistemas de minicomputadores nos Estados Unidos serão adversamente afetadas pela perda desse mercado promissor;
- 2 — A perda se refletirá no número de empregos de pesquisa e desenvolvimento e fabricação numa das indústrias da nossa economia que cresce mais rapidamente, produz alta tecnologia e empregos;
- 3 — O sucesso de políticas como essa no Brasil encorajaria outras nações a seguirem caminhos semelhantes no futuro, na área de minicomputadores e outras áreas similares de alta tecnologia. Os governos do Japão, Iugoslávia, algumas nações do bloco oriental, a União Soviética e as nações ocidentais européias já estão seguindo políticas semelhantes.”

Entre as conclusões a que chegou a diretoria da Data General, salienta-se a que diz: “A Data General só concedeu licenças de fabricação como alternativa indesejável de exportação, com a finalidade de atender às exigências de

governos estrangeiros para entrar nesses mercados. Devido à rápida mudança tecnológica desses produtos, as licenças de fabricação para outros restringe o seu acesso aos produtos futuros e asseguram a eventual obsolescência dos processos do licenciado”. Uma das opções colocadas pelo Sr. Stroup, em maio de 1977, tem sido exaustivamente sugerida! “... que o Brasil elimine as barreiras de tarifas e outras aos minicomputadores norte-americanos, em troca do arquivamento de barreiras retaliatórias dos Estados Unidos contra a importação de produtos brasileiros”.

A Abicomp e a SBC — entidades que congregam as indústrias nacionais e a comunidade acadêmica da área de informática —, aliadas na defesa da tecnologia nacional, julgaram oportuno elaborar e divulgar este documento. Seu objetivo: demonstrar que, na área de informática, os brasileiros estão construindo uma indústria nova, autônoma e *compromissada* com a nação.

A PNI não pertence só ao governo; é a conquista de muitos que têm lutado para construí-la. Não acreditamos que as pressões externas e internas possam modificá-la, mas não ignoramos que essas ações sempre constituem um risco. Muitas vezes, ao longo de nossa história, interesses externos destruíram nossas conquistas. Poucas vezes, entretanto, tantas forças representativas da sociedade se aliaram para defender uma conquista.

O repúdio a essas ações é necessário, mas não suficiente. É preciso acelerar a criação de lei que, aprovada no Congresso Nacional, dê a estabilidade necessária para que possamos, com tranquilidade e segurança, continuar a nos desenvolver tecnologicamente nesse setor de tamanha importância econômica e social.

O que é a Política Nacional de Informática? Inúmeros aspectos forjaram o contexto histórico que, no início da década de 70, possibilitou o estabelecimento da PNI:

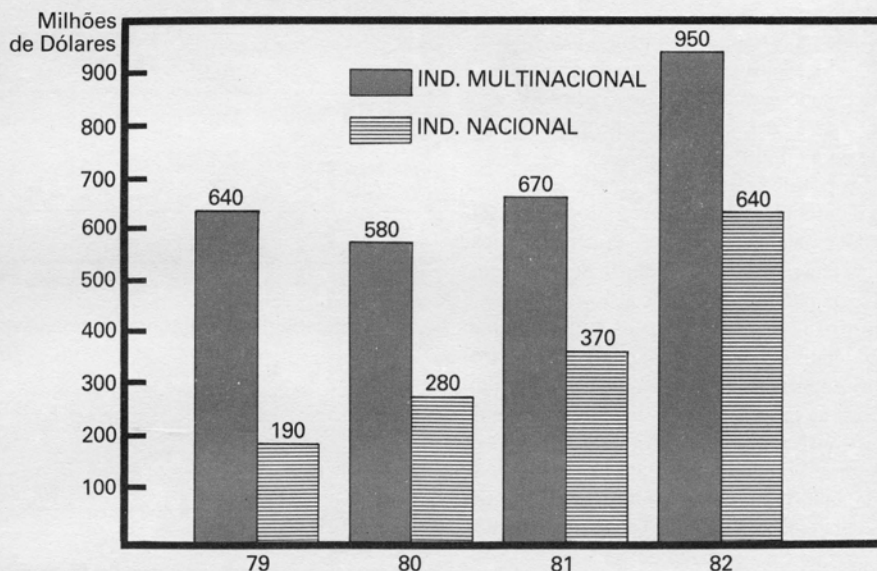
- A *competência técnica de nossos especialistas*, principalmente nas universidades, que então projetavam e construíam computadores no país;
- O *reconhecimento do caráter estratégico da indústria de informática* por parte de nossas forças armadas — cujo esforço é considerado o ponto de partida da PNI — e de outros segmentos da sociedade;
- A *inquietação do meio acadêmico* com a ação das multinacionais no país, e sua prática de monopólio tecnológico, que não atendia às nossas aspirações;
- A *necessidade de reduzir as importações na área*, tarefa atribuída à Capre (Comissão de Coordenação das Atividades de Processamento de Dados), cuja função era administrar o uso de processamento de dados pelos organismos federais;
- A *existência do II PND* (Plano Nacional de Desenvolvimento), que destacava a importância de o país se desenvolver no setor de informática.

A partir daí, uma sucessão de decretos baixados pelos presidentes Ernesto Geisel e João Figueiredo veio ao encontro das aspirações da comunidade. Inicialmente, ampliando as atribuições da Capre e, mais tarde, criando a SEI (Secretaria Especial de Informática). Assim, a Política Nacional de Informática foi-se implantando, com o objetivo expresso de “buscar o desenvolvimento tecnológico do país nesse setor, de forma a melhor atender às demandas de programas prioritários nos campos de desenvolvimento social e econômico e fortalecer a autonomia decisória nacional”.

A característica essencial da PNI é de utilizar o mecanismo da reserva de mercado para criar condições de desenvolvimento de tecnologia nacional dentro das indústrias nacionais do setor. Convém frisar: a reserva de mercado e à tecnologia, e não à indústria. Sendo o mercado brasileiro reservado à tecnologia nacional, a indústria, para operar nesse setor, tem que desenvolver tecnologia própria. Acordos no exterior ou licenciamentos externos somente são permitidos como medidas táticas de atendimento rápido a um segmento extremamente carente — e sempre de maneira transitória.

Em 1978, a indústria nacional começou a apresentar os primeiros resultados significativos decorrentes da PNI. Hoje ela responde, por cerca de 45% do volume de faturamento total do setor, avaliado em quase dois bilhões de dólares para 1983. Seu crescimento baseia-se no mercado interno, sem subsídios ou vantagens fiscais. É financiada com recursos internos, em sua maioria privados, e tem no desenvolvimento tecnológico sua força motriz.

A EVOLUÇÃO DO FATURAMENTO DAS EMPRESAS NO MERCADO BRASILEIRO



A PNI quebrou, portanto, um verdadeiro tabu que tem limitado o desenvolvimento das nações do Terceiro Mundo. Historicamente, os países subdesenvolvidos têm sido condenados a uma *economia usuária*, destinada a operar seu parque produtivo a partir de bens importados ou, na melhor das hipóteses, a partir de bens montados ali, mas concebidos no exterior. Muitos empresários brasileiros, iludidos com as promessas de desenvolvimento rápido, acreditaram ser possível construir uma nação poderosa através da modernização do parque produtivo baseada em equipamentos e processos estrangeiros. Acreditava-se — e ainda há quem sustente — que “o poder emana do bom uso dos equipamentos”, não importa sua origem. Dessa forma, muitos investimentos industriais que dependiam pesadamente de bens de produ-

ção importados foram feitos, com financiamento externo.

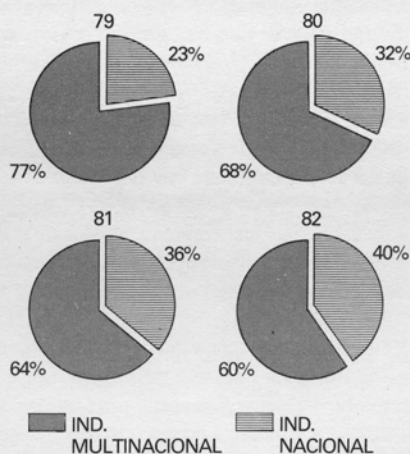
As medidas governamentais que passaram a ser tomadas a partir de meados da década passada para a área de informática tiveram o apoio incondicional dos investidores brasileiros no setor, e da própria comunidade acadêmica. Os usuários de computadores absorveram, em grande parte, o ônus inicial da instalação do parque industrial de equipamentos de informática, desempenhando um papel que pode vir a ser um marco na história de nossa indústria.

Os frutos desse esforço conjunto, que uniu empresários, governo, cientistas e técnicos de todos os níveis, começam a amadurecer. A evolução dos custos dos equipamentos e serviços, o crescimento do número e da qualidade de empregos, demonstra, inequivocamente, que os brasileiros são capazes de conceber e produzir seus próprios equipamentos. Não precisamos ser condenados à condição de meros usuários.

Hoje, muitos já trocaram a crença de que “o poder emana do bom uso dos equipamentos” pela convicção de que o poder emana da capacidade de conceber e produzir os próprios equipamentos.

A Política Nacional de Informática assumiu uma importância estratégica que ultrapassa os limites de um setor econômico. Mostrou que uma parcela de nosso próprio mercado, aliada à vontade nacional, já é suficiente para desencadear o processo de construção de uma economia autônoma, em que o engenho dos brasileiros é canalizado para o atendimento de suas próprias necessidades. Além de sua importância como modelo industrial, a PNI tem a virtude adicional de colocar sob nosso controle o processo de informatização de nossa sociedade,

A EVOLUÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DAS VENDAS NO MERCADO BRASILEIRO



DOCUMENTO

que, de outra forma, teria consequências futuras imprevisíveis.

O que representa a PNI para o país?

Sete anos após o início da implantação da PNI, pode-se analisar alguns indicadores reais e, a partir daí, chegar a conclusões que interessam ao futuro da Nação.

Essa política tem criado condições sólidas para o desenvolvimento de tecnologia brasileira autônoma e independente, aumentando nossa soberania em um setor de fundamental importância para nossa organização econômica e administrativa. As indústrias nacionais têm gerado mais e melhores empregos a brasileiros e têm importado muito menos, quando comparadas às multinacionais. Estamos formando bases consistentes para que a indústria comece a exportar volumes significativos. Além disso, ao desenvolver novos produtos, essa indústria leva em conta as necessidades do mercado brasileiro, que é a sua razão de ser.

Contrariamente ao que algumas pessoas têm insinuado, a indústria nacional que desenvolve tecnologia emprega mais que a multinacional.

A multinacional emprega mais em seu país de origem, já que suas subsidiárias, sem tecnologia própria, são obrigadas a importar módulos e, freqüentemente, até produtos acabados de suas matrizes.

Na sua edição de 29 de agosto de 1983, a revista norte-americana *Business Week* mostra que a estratégia adotada por Ceo Giacco, presidente da Hercules Inc. — multinacional do setor químico, de origem norte-americana — ao abrir suas fábricas no Brasil, França e Holanda, foi a de preservar os empregos na matriz norte-americana: "Giacco sustenta que a fábrica no exterior, comprando produtos básicos da matriz e adicionando valores a eles, cria mais empregos nos Estados Unidos que a tentativa de exportar o produto pronto."

Na área de informática não é diferente. Em 1982, nossa indústria empregava 17.000 pessoas, atendendo a 36% do mercado brasileiro (640 milhões de dólares). A IBM brasileira, nesse período, com um volume de negócios um pouco inferior a esse total (588 milhões de dólares), empregava cerca de 4.700 pessoas. Portanto, a indústria nacional emprega 230% a mais (3,3 vezes) do que essa multinacional.

Em estudo realizado pela SEI para o ano de 1981, foi elaborado um quadro comparativo quanto ao volume e modalidade de emprego nas indústrias nacionais e estrangeiras de equipamentos de processamento de dados instaladas no Brasil. Nesse ano, as indústrias nacionais faturaram, juntas, 370 milhões de dólares (36% do mercado), enquanto as multinacionais faturaram 670 milhões de dólares (64% do mercado).

Quantidade total de profissionais de nível superior em 1981:

	PRODUÇÃO	VENDAS	DESENV. SOFT.	DESENV. HARD.	MANUTENÇÃO	ADMINIST.	TOTAL
INDÚSTRIA NACIONAL	279	312	429	402	199	453	2074
IND. MULTINACIONAL	396	1077	44	53	193	791	2544

Quantidade de funcionários de nível superior por 100 milhões de dólares faturados no mercado:

	PRODUÇÃO	VENDAS	DESENV. SOFT.	DESENV. HARD.	MANUTENÇÃO	ADMINIST.	TOTAL
INDÚSTRIA NACIONAL	75,4	84,3	115,9	108,6	—	122,4	560,5
IND. MULTINACIONAL	59,1	160,7	6,6	7,9	—	118,1	379,7

Quantidade de funcionários de nível superior, na manutenção, por 100 milhões de dólares de parte instalada:

— Indústria nacional	64
— Indústria multinacional	10

Em 1981, a indústria nacional tinha um parque instalado no valor de 310 milhões de dólares, enquanto a indústria estrangeira tinha seu parque avaliado em 1,89 bilhão de dólares.

A partir desses dados, podemos considerar que, para o mesmo volume de negócios,

- 1) a indústria nacional emprega 230% a mais que as multinacionais;
- 2) a indústria nacional emprega, no total, 48% a mais de profissionais de nível superior;
- 3) a indústria multinacional emprega 91% a mais de profissionais de nível superior na atividades de vendas;
- 4) a indústria nacional emprega 1450% a mais de profissionais de nível superior, em atividades de desenvolvimento de novos produtos;
- 5) a indústria nacional emprega 500% a mais de profissionais de nível superior, nas atividades de manutenção.

Vê-se, portanto, que a inteligência brasileira tem, na indústria nacional de informática que desenvolve tecnologia própria, um espaço para seu desenvolvimento não encontrado nas empresas estrangeiras aqui instaladas.

A indústria nacional de informática vem reduzindo substancialmente a participação de componentes importados em seus produtos, que já alcançaram elevados índices de nacionalização.

De acordo com o critério da FINAME, o segmento de microcomputadores, por exemplo, tem apresentado os seguintes índices médios de nacionalização:

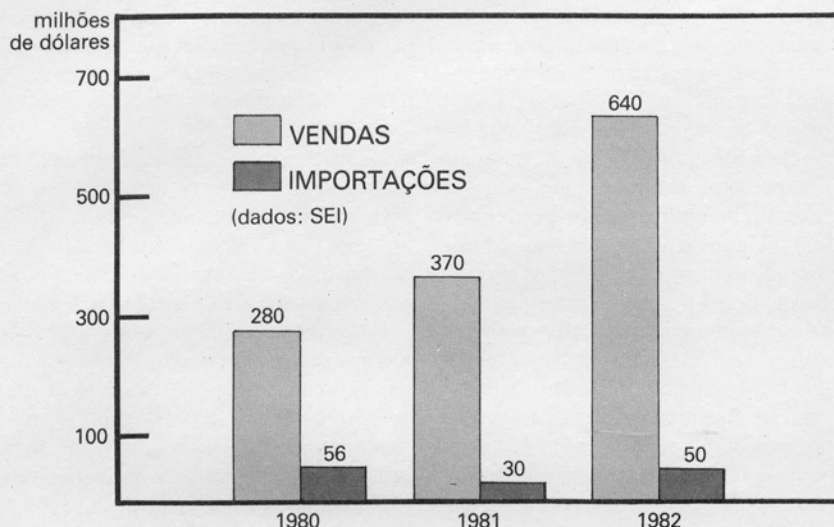
— unidade central, teclado e visor	95%
— acionador de disquete	80%
— impressora	80%

Se analisarmos o segmento de minis, poderemos observar que a série Cobra 500, cujos equipamentos foram totalmente projetados no país, alcançou um índice de nacionalização de 97%. No setor de terminais, os índices ultrapassam a marca dos 95%, enquanto a média apresentada pelos equipamentos fabricados pelas empresas nacionais, em geral, é superior a 90%.

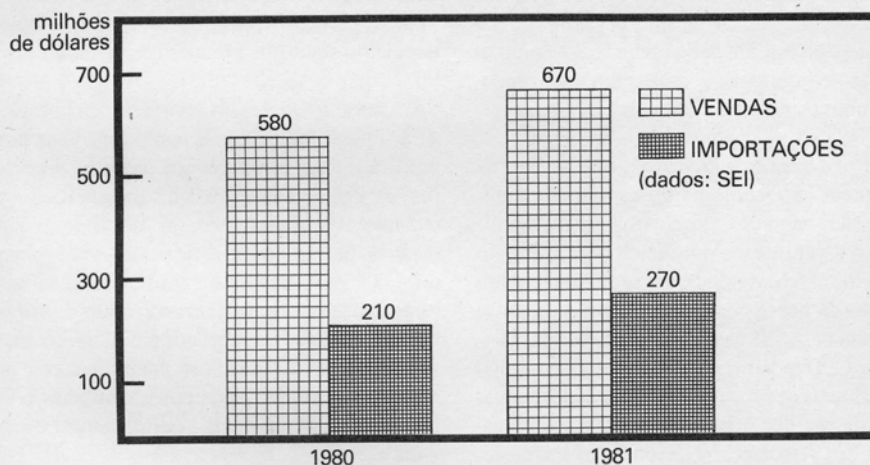
Isso explica porque a indústria nacional tem aumentado substancialmente sua participação no mercado, onerando muito pouco o balanço de pagamentos. Segundo estatísticas da SEI, as empresas nacionais importaram, em 1981, o equivalente a 8,1% de suas vendas, enquanto as multinacionais importaram, no mesmo ano, o equivalente a 40,3% de seu faturamento. Em 1982, a participação das importações nas vendas da indústria nacional baixou para 7,8%. Neste ano, o faturamento previsto é de 800 milhões de dólares, com importações de 60 milhões de dólares, ou seja, em relação às vendas a indústria nacional está importando ainda menos, cerca de 7,5%.

Com relação às indústrias estrangeiras, só há estatísticas oficiais para 80 e 81. Assim, uma comparação do desempenho das nacionais em relação às multinacionais só é possível nesses dois exercícios.

VENDAS X IMPORTAÇÕES DAS EMPRESAS NACIONAIS



VENDAS X IMPORTAÇÕES DAS MULTINACIONAIS



A indústria nacional de informática ainda exporta pouco. Mas essas empresas estão sendo constituídas de tal maneira que o crescimento das vendas externas será consequência natural de sua maturação.

A autonomia tecnológica é o pré-requisito indispensável para que um setor de avançada tecnologia se transforme em grande exportador. No Brasil, a indústria aeronáutica e a de material bélico — setores de tecnologia de ponta —, desenvolveram capacitação própria e mostram significativos volumes de exportação, confirmando essa tese.

Por outro lado, sabe-se que acordos de tecnologia com empresas estrangeiras impedem o acesso ao mercado internacional. Seja devido às dificuldades para competir diretamente com os produtos fabricados pelo detentor da tecnologia, seja porque — o que é mais comum — as licenças de fabricação com empresas multinacionais

impedem a livre comercialização. E, tanto com relação às eventuais *joint-ventures* como em relação às suas subsidiárias, seu procedimento é o mesmo: divide-se o mercado mundial e, com isso, essas multinacionais definem que países serão supridos por quais produtos e de quais subsidiárias. Não seria essa, também, uma forma de reserva de mercado?

A história tem mostrado que uma empresa multinacional define e projeta seus produtos de acordo com as necessidades de seus principais mercados. Em relação aos países subdesenvolvidos, elas exercem uma ação promocional, de forma a “criar” mercado para seus produtos. Trazem as soluções e depois criam as necessidades. Seguramente, não é o que precisamos. Esse é um processo artificial e doloroso de aculturação: devemos nos deformar para termos condição de utilizar as soluções importadas para problemas

que freqüentemente não temos.

Bem diferente é o processo seguido pela indústria nacional em relação ao mercado brasileiro. Naturalmente, as empresas necessitam dele e começaram a analisar as aspirações e exigências desse mercado. Há dois mil projetistas voltados para o usuário brasileiro na indústria nacional. O setor bancário, por exemplo, está se automatizando com equipamentos totalmente especificados de acordo com suas necessidades.

No início da implantação da indústria nacional, defrontávamo-nos com o problema de preços elevados. Hoje, os preços estão declinando e equiparando-se aos do mercado internacional. Já é possível comprar no Brasil um micro ou um minicomputador, de qualidade profissional, a preços similares aos que se pagaria pela importação de produto semelhante.

Segundo um levantamento feito pela SEI, os produtos brasileiros, em vários segmentos do mercado, já se aproximam, de fato, dos padrões internacionais de preço. Tomando-se os micros profissionais CPM, constatou-se que empresas brasileiras estão vendendo uma CPU mais 64K e floppies por 8.973 e até 6.916 dólares, enquanto o preço internacional da mesma configuração é de 4.695 dólares — esses preços não incluem impostos, foram obtidos em ORTN e convertidos em dólar.

Recentemente, o professor Paulo Bastos Tigre, da UFRJ, realizou um estudo sobre a evolução dos preços de computadores no mercado interno, entre fevereiro de 1982 e agosto de 1983. Ele constatou que a indústria nacional com tecnologia própria apresentou, no período, reduções reais de 30 a 40% em seus preços. No mesmo espaço de tempo, ele concluiu que a IBM elevou em 38% o preço de seu principal computador, o 4341.

Na área de informática, principalmente, o computador já permeia quase todas as atividades econômicas e burocráticas. Ele é visto nos bancos, nas empresas, nos escritórios e nas fábricas. Enfim, a organização administrativa e produtiva se faz cada vez mais em torno das ferramentas de processamento de dados. O computador é, em si, um meio de produção. Nos Estados Unidos, calcula-se que, atualmente, 50% da mão-de-obra destinam-se a tarefas consideradas intelectuais. Eles não vendem o trabalho na aceitação pura, mas idéias. Futuramente, o computador será sua ferramenta de trabalho.

Se o Brasil dependesse exclusivamente de empresas estrangeiras para fornecimento de seus computadores, ficaria em posição vulnerável. O que aconteceria, por exemplo, se as empresas estrangeiras que instalaram seus computadores no sistema financeiro brasileiro, subitamente, interrompessem o envio de peças de reposição? A única alternativa para escapar a essa vulnerabilidade é o domínio da tecnologia dos meios de produção.

DOCUMENTO

Com a política de informática, o país encontrou o caminho para reduzir a dependência tecnológica. Hoje, dominamos a tecnologia de projeto, produção, distribuição, manutenção e uso de equipamentos de processamento de dados até o porte de minicomputadores.

Vemos, portanto, que a indústria nacional, com tecnologia própria:

- emprega mais
 - emprega melhor
 - importa menos
 - é a única em condições de exportar de maneira significativa
 - atende às genuínas necessidades internas.
- Não bastasse isso, contribui para a soberania nacional.

As pressões externas contra a PNI têm levantado com insistência a suspeita de que o Brasil está condenado ao atraso tecnológico se não abrir suas fronteiras para os produtos e as empresas estrangeiras. Mas tais argumentos, aparentemente, não passam de frases de efeito. Em que se baseou o sr. N. Knowlton King, presidente da câmara de Comércio Norte-Americana, para afirmar: "Com a política de informática, o Brasil condena-se a uma tecnologia de informática de terceira mão e de terceira qualidade"?

Para refletir sobre esse assunto, é preciso antes entender o que seja *tecnologia*. Tecnologia é conhecimento, é a capacidade de se criar soluções para problemas e respostas a necessidades. Estaríamos destinados ao atraso tecnológico se nossas necessidades autênticas não fossem atendidas. E a indústria nacional não está atrasada, mesmo se comparada ao estágio das nações mais avançadas.

E esta não é uma frase de efeito. Para justificá-la e, ao mesmo tempo, rebater afirmações que a contrariem, analisemos a tecnologia de informática existente no país, separando o setor em equipamentos (*hardware*) e programação (*software*).

O segmento dos microcomputadores avança rapidamente para sua maturidade. A indústria nacional projeta e fabrica seus equipamentos de 8 e 16 bits atendendo à necessidade do mercado brasileiro. São mais de dez empresas e dezenas de produtos diferentes, em sua maioria concebidos e projetados no país por engenheiros e técnicos brasileiros. Os lançamentos recentes dessa indústria são semelhantes aos mais avançados do mundo.

Não existe atraso tecnológico nesse segmento, ainda se comparado às grandes indústrias estrangeiras. Os técnicos brasileiros utilizam-se de circuitos integrados disponíveis no mercado internacional, os mesmos que são utilizados pelas empresas estrangeiras.

O segmento dos minicomputadores sofre no Brasil o impacto que também está abalando a indústria de minis no resto do mundo: os micro-

computadores, na medida em que evoluem, ocupam o mercado dos minis. Existem indícios de que os microcomputadores de 32 bits deverão, em futuro próximo, substituir definitivamente os minis no mercado. No Brasil e no mundo, as indústrias aguardam apenas o aparecimento de novos circuitos integrados para lançarem os chamados *supermicros*. Neste caso, não existe, portanto, atraso tecnológico.

O segmento de equipamentos periféricos mecânicos foi o que mais se ressentiu, no início, da falta de técnicos especializados em mecânica fina no Brasil. Apesar de indústrias multinacionais há muitos anos fabricarem periféricos mecânicos aqui, elas nunca desenvolveram tecnologia localmente ou prepararam profissionais. A universidade, por sua vez, não foi propelida por uma demanda de mercado de trabalho, e por isso não formou especialistas no setor. A falta de pessoal capacitado retardou o desenvolvimento da tecnologia de periféricos mecânicos, mas já se observa a aceleração do processo: a indústria começa a colocar no mercado, projetados no país, impressoras seriais, acionadores de disquete e discos selados ("Winchester"). Até mesmo peças muito sofisticadas de mecânica de precisão — como as cabeças de impressão — passaram a ser produzidas com tecnologia nacional.

Os programas aplicativos, que se constituem na tecnologia do uso de computadores, são, há muito, desenvolvidos no Brasil. Mesmo as empresas multinacionais admitem esse fato, não havendo como fugir ao reconhecimento de nossa competência. Uma pesquisa realizada pela SEI nas 2.800 principais instalações de CPD mostra que elas empregam 83.000 profissionais de processamento de dados, empregados na melhor utilização dessas máquinas. Segundo a Associação Nacional dos Profissionais de Processamento de Dados (APPD), há cerca de 140.000 profissionais dessa área empregados no país.

O *software* básico, composto principalmente pelos sistemas operacionais e linguagens, é o conjunto de programas destinado a facilitar o uso do computador. Esta é uma área na qual a universidade brasileira é especialista. A competência do meio acadêmico facilmente fluiu para as indústrias, e hoje vemos inúmeros computadores brasileiros sendo colocados no mercado com *software* básico desenvolvido em nosso país. É nessa atividade que a experiência se acumula. Novos lançamentos são baseados nos anteriores, num trabalho de aperfeiçoamento e extensão.

O desenvolvimento da tecnologia de *software*, no Brasil, é bastante prejudicado devido à prática da pirataria. Algumas indústrias e distribuidores, para não investirem no desenvolvimento de seus programas, os trazem do exterior, fazem suas cópias e os lançam no Brasil como desenvolvimento próprio. Nesse as-

pecto, é indispensável a elaboração de regras rígidas disciplinadoras da comercialização de *software*, e a existência de uma fiscalização eficaz para impedir a prática de pirataria.

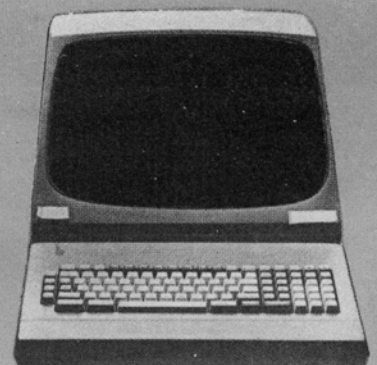
Diante dessa realidade, pergunta-se: A indústria nacional está condenando o país a um atraso tecnológico?

Obviamente não. Pelo contrário, em pouco mais de cinco anos, os brasileiros, graças à PNI, atingiram um estágio de capacitação tecnológica jamais conseguido no país, mesmo durante os 20 anos em que as empresas estrangeiras transitaram livremente nesse mercado.

E não perdemos de vista os espaços abertos nos quais temos que desenvolver nossa competência e capacidade. O segmento de grandes computadores está concentrado nas empresas multinacionais. E é justamente nesse segmento que a tecnologia brasileira limita-se quase que exclusivamente à universidade. São pouquíssimos os brasileiros que trabalham em desenvolvimento de produtos nas multinacionais, uma vez que o projeto é totalmente concebido no exterior. Por esse motivo, os que se dizem interessados na capacitação tecnológica brasileira devem se preocupar com nossa extrema dependência no setor dos grandes computadores.

A questão do desenvolvimento tecnológico independente como ponto central de uma política industrial interessa a todos os brasileiros. A Política Nacional de Informática nos mostra um caminho novo, que nos livra da condição de país importador de tecnologia e exportador de mão-de-obra barata e riquezas naturais. Mas esse caminho está sendo aberto no processo mesmo de caminhar. Quanto mais segmentos da sociedade se juntarem a esse esforço, mais rápido poderemos caminhar e estender nossa experiência a outros setores de atividade.

O caminho, agora, passa necessariamente pela institucionalização da Política Nacional de Informática, na forma de lei aprovada pelo Congresso Nacional. Só assim a tecnologia nacional alcançará a necessária estabilidade para contribuir melhor na solução dos problemas da nação. Vontade e competência não nos faltam.



CIÊNCIAHOJE

Revista de divulgação científica da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

Cr\$ 1.000,00 Vol. 2 N.º 8

Setembro-Outubro de 1982

ANGRA:
um reator
pode
explodir?



**Encontrando uma revista
mais inteligente que esta,
assine correndo.**

Dez mil brasileiros já assinaram Ciência Hoje.
São estudantes, advogados, médicos, professores,
donas-de-casa, engenheiros, comerciantes,
bancários e tantos outros que querem saber mais.
Se você ainda não está entre eles, faça agora
mesmo sua assinatura.

Ciência Hoje não se deixa pra amanhã.

A reserva de mercado para c



A reserva de mercado para micro e minicomputadores divide as opiniões: Tem gente muito a favor e gente contra. Os que são contra apresentam argumentos. Os a favor, vivem apresentando fatos.

Quer um?
Cobra, o maior dos fabricantes de computadores com tecnologia 100%

nacional, acabou de produzir seu 500.º Cobra 500. O Cobra 500 na verdade não é um, são três: o 520, o 530 e o 540, que vem a ser o mais potente computador desenvolvido e fabricado no Brasil. O fato de já existirem 500 destes computadores no mercado mostra que a tecnologia brasileira de informática não é mais só uma experiência. É uma certeza.

omputadores está dando bolo.



provada e comprovada por empresas de todos os ramos de atividade. Por isso, a festa do 500.º Cobra 500 não é só da Cobra. E de todos os que acreditam na capacidade de talentos brasileiros resolverem problemas brasileiros.

Tin-tin. Pegue seu pedaço de bolo e vamos comemorar.

 **Cobra 520**
 **Cobra 530**
 **Cobra 540**

A Família Cobra 500 chega ao 500.º

Quando



SÃO PAULO-SP
RIO DE JANEIRO-RJ
BELO HORIZONTE-MG
PORTO ALEGRE-RS
ITABUNA-BA
CURITIBA-PR
LONDRINA-PR
SÃO LUIS-MA
VITÓRIA-ES
NOVA FRIBURGO-RJ
CAMPO GRANDE-MS
MACEIÓ-AL
BRASÍLIA-DF
RECIFE-PE
FORTALEZA-CE

Av. Brig. Faria Lima, 1 364
 Av. N. Sra. de Copacabana, 71
 R. Rio Grande do Norte, 1 534
 R. Tomaz Flores, 67
 Av. do Cinqüentenário, 1 128
 R. Brigadeiro Franco, 1 703
 Av. Higienópolis, 702
 R. São João, 399
 Av. Desemb. Santos Neves, 1 232
 R. Dr. Jorge El-Jaick, 25 - Ij. 7
 R. Marechal Rondon, 1 636 - Ij. 2
 R. Libertadores Alagoanos, 53
 CLS 402 - B1 D - Ijs. 15/25/35
 R. Gervásio Pires, 901 - Boa Vista
 Av. Antonio Sales, 2 233

(011) 211-2177
 (021) 541-5787
 (031) 221-2600
 (0512) 25-8533
 (073) 211-1850
 (041) 223-3824
 (0432) 22-6068
 (098) 222-2572
 (027) 227-6579
 (0245) 22-5661
 (067) 624-2114
 (082) 221-1217
 (061) 226-6083
 (081) 222-5521
 (085) 224-7970

Desde a velha e insubstituível cozinha de aço, sempre foi assim.

O novo "design" da coleção Residence 84 da Securit é uma surpreendente associação das madeiras nobres com laminados plásticos de grande beleza, em vários padrões.

Este novo conceito é o resultado das mais recentes inovações introduzidas simultaneamente na Europa. O aproveitamento dos espaços é total, com novos armários até o teto e elementos complementares de grande plasticidade que compõem um visual extremamente charmoso.

Os componentes foram estrategicamente projetados para lhe proporcionar o máximo de conforto e

o assunto é cozinha, a última palavra é da Securit.



funcionalidade. São os elementos exclusivos da Securit que fazem, há muito tempo, o sucesso das cozinhas Residence: a mesa retrátil, o carrinho-mesa auxiliar, a escada embutida e outros segredos preciosos.

Você precisa conhecer pessoalmente.

Coleção Residence 84 da Securit - Verdadeiramente cinematográfica.

A Securit faz um projeto especialmente para você, sem qualquer compromisso.



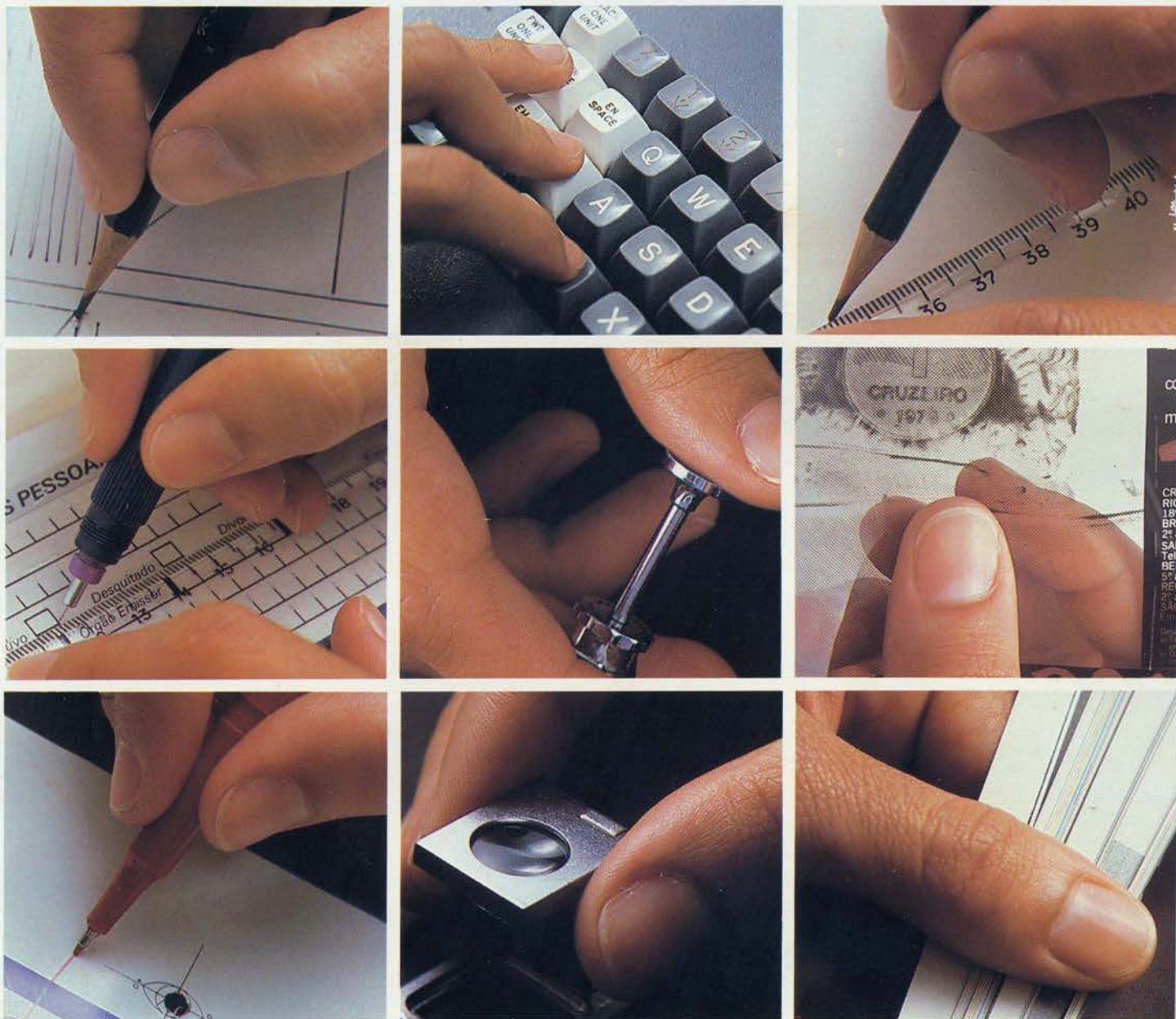
Cozinhas Planejadas

Residence®

COLEÇÃO 84

 **SECURIT**

Esta revista tem o dedo da Lastri.



Se você gostou desta revista, fique sabendo que foi a Lastri que fez. A Lastri tem o mais completo parque gráfico integrado da América Latina e faz desde a composição de textos, seleção de cores, gravação de fotolitos, rotofilmes e clichês, até às matrizes para flexografia e uma infinidade de outras coisas que não cabem numa revista. Tudo feito num só lugar e com uma qualidade a toda a prova. Por isso, quando quiser um trabalho de artes gráficas bem feito é só passar o briefing, que a Lastri faz.

 **LASTRI S.A.**
INDÚSTRIA DE ARTES GRÁFICAS

Rua Independência, 382 - Fone: (011) 278-1411 - São Paulo