

CIÊNCIAHOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA VOL. 11 Nº 65 AGOSTO DE 1990 Cr\$ 300,00

FOGO NA AMAZÔNIA

**ALGO DE NOVO ENTRE
O CORAÇÃO E OS RINS**

EXEMPLAR DE ASSINANTE / VENDA PROIBIDA

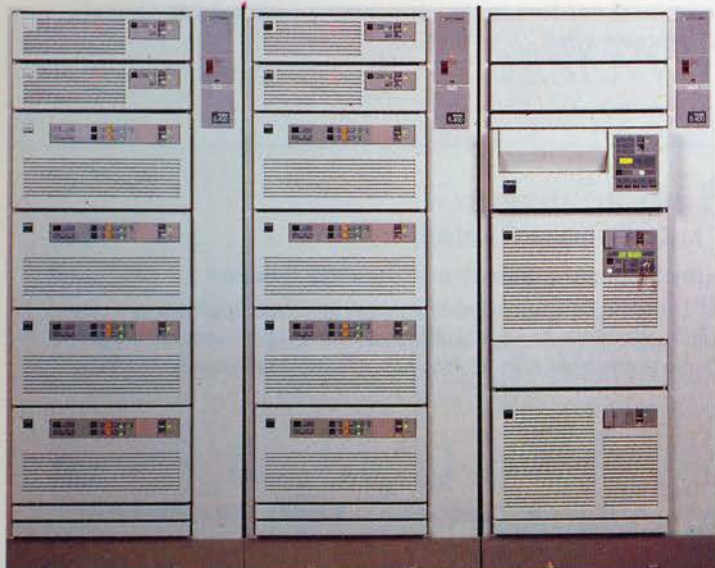
MANAUS, BOA VISTA, SANTARÉM, RIO BRANCO, JI-PARANÁ,
PORTO VELHO, E MACAPÁ (VIA AEREA) Cr\$ 360,00



**A ITAUTEC
ORGULHOSA
APRESENTA:
O ÓBVIO.**

MENTE

**ITAUTEC S-400. UM SISTEMA
DE COMPUTADORES
QUE FAZ O QUE VOCÊ QUER
COMO VOCÊ QUER.**



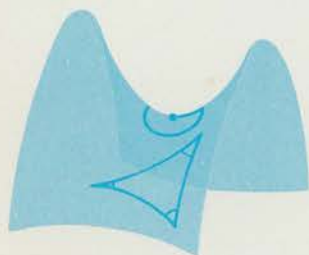
Todos os criadores de grandes soluções pensaram no óbvio. A Itautec e a IBM também. É óbvio que um sistema de computadores tem de se adaptar às necessidades da sua empresa. E não vice-versa. É óbvio que ele deve estar voltado para a solução de suas aplicações. É óbvio que ele deve ser simples de usar e mais ainda de aplicar, não exigindo grandes investimentos na operação. É óbvio que ele tem de crescer junto com a sua empresa. É óbvio que ele deve ser integrado. E ter suas principais funções incorporadas ao sistema. Principalmente o banco de dados. É óbvio que ele tem de suportar a distribuição do processamento em sua estrutura dentro de uma arquitetura compatível com o seu "main-frame". É óbvio que você já sabia de tudo isso e que sua empresa já sentia necessidade de ter um sistema tão óbvio assim. Então, nada mais natural do que o novo lançamento da Itautec com a parceria, é óbvio, da IBM. Itautec S-400. O sistema de soluções que você e sua empresa esperavam. Best seller internacional da IBM que já vem com o suporte e os serviços da mais alta tecnologia nacional: Itautec. É óbvio.

Itautec S-400. Ele pensa como você.

Itautec



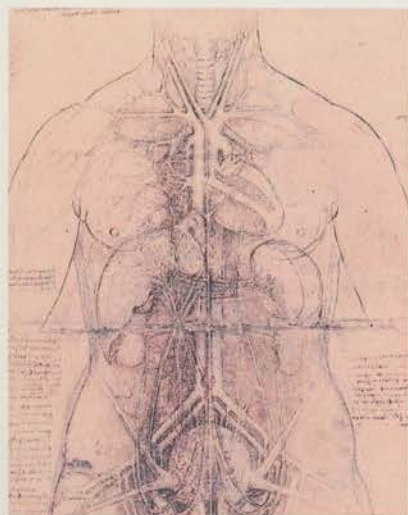
De olho no futuro.



14



24



34

CARTAS DOS LEITORES

4

EDITORIAL

5

É BOM SABER

6

Cerca de cem pesquisadores se reuniram em janeiro último para elaborar um documento contendo as principais informações sobre o solo, clima e a biogeografia da região amazônica, com um relato da situação dos parques e reservas. Anthony Brome Rylands.

Uma análise do desempenho da indústria norte-americana — da fábrica ao conselho das grandes companhias — revela que só mediante transformações profundas, inclusive de mentalidade, os desafios do século XXI poderão ser enfrentados. Por José Albertino Rodrigues.

UM MUNDO DE CIÊNCIA

10

Armando Moraes Ventura apresenta uma nova e promissora alternativa de tratamento da AIDS, atualmente em teste nos Estados Unidos: inibir a replicação do vírus por meio do bloqueio da protease viral.

ARTIGOS

GEOMETRIAS NÃO-EUCLIDIANAS

14

Sueli I. Rodrigues Costa / Sandra Augusta Santos

A construção de modelos poliedrais aproximativos de superfícies hiperbólicas e elípticas permite visualizar e compreender com maior facilidade alguns conceitos e propriedades das chamadas geometrias não-euclidianas, empregadas hoje em variadas áreas da ciência.

OS CAMINHOS DO FOGO NA AMAZÔNIA

24

Christopher Uhl / J. Boone Kauffman / Elson Dias da Silva

Com as mudanças provocadas pelo uso da terra, a Amazônia está se tornando a cada dia mais suscetível ao fogo e à ocorrência de um grande incêndio, semelhante ao que destruiu, em 1982, milhares de quilômetros de floresta úmida em Kalimantan, Indonésia.

FNA: ELO ENTRE O CORAÇÃO E OS RINS

34

Fernando Antônio de Almeida / Thomas Maack

A descoberta de uma substância secretada no coração por grânulos semelhantes aos encontrados nos órgãos endócrinos abre um caminho para explicar como o organismo controla a quantidade de sal presente nos líquidos que por ele circulam.

SERMÃO, FOLHETIM E CRÔNICA: TRÊS GÊNEROS FORA DE LUGAR

40

Luiz Roncari

A análise de um texto literário considerando a forma de circulação a que ele se destina originalmente é um procedimento que permite conhecer muito sobre as intenções do autor, seu público, sua época.

PERFIL

50

Giuseppe Cilento, professor do Departamento de Química da USP, tem sido um dos grandes responsáveis pela formação de novos pesquisadores no Brasil. E se dedica atualmente a estudar o que ele chama de 'fotobiologia sem luz'.



40

TOME CIÊNCIA

60

A vaquinha, inseto que ataca o feijoeiro, resiste aos inseticidas sintéticos, mas já estão em estudo alternativas biológicas para o combate à praga. Por Sueli M. de Carvalho e Dalva T. Ferreira.

Recentes experiências tornam possível estudar as características e propriedades dos chamados 'núcleos exóticos', com muitos prótons, poucos nêutrons e altamente radioativos, cujo conhecimento terá aplicações inclusive em astrofísica. Por Carlos A. Bertulani.

RESENHA

68

Em *A tecelagem dos conflitos de classe na cidade das chaminés*, de José Sérgio Leite Lopes, Juarez Brandão Lopes vê uma importante contribuição para o estudo do desenvolvimento do sindicalismo no Brasil.



60

PONTO DE VISTA

70

Patricio J. Garrahan, do Foro de Sociedades Científicas Argentinas e de *Ciencia Hoy*, sugere que os cientistas da América Latina criem uma entidade não governamental, capaz de obter recursos institucionais para pesquisas conjuntas de interesse do continente em ciência e tecnologia.

CARTAS DOS LEITORES

BOTO

No nº 64 de *Ciência Hoje* há um equívoco que precisa ser corrigido, em prol do rigor científico da revista. No ótimo artigo 'Botos: mitológicos hóspedes da Amazônia', a figura 1, com a legenda 'o boto-vermelho (*Inia geoffrensis*)', retrata na realidade o golfinho *Stenella longirostris*, que é oceânico e nada tem a ver com a Amazônia; a legenda estaria certa na figura 2, que é realmente *Inia*. Logicamente, a legenda publicada na figura 2 está também errada: o tucuxi está retratado na página 18. Aproveito a oportunidade para re-meter junto minha solicitação de exemplares atrasados.

IBSEN G. CÂMARA
RIO DE JANEIRO.

RECURSOS PARA C&T

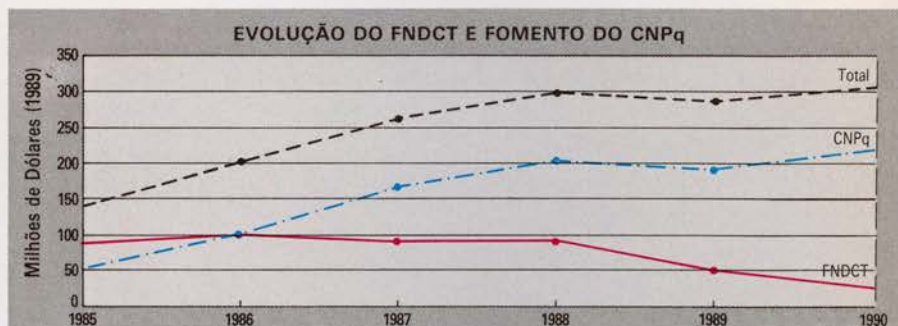
Em relação ao editorial de *Ciência Hoje* nº 63, permito-me observar:

1 O FNDCT (Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico) tem sido o instrumento usado pelo governo para apoiar significativos projetos científicos e tecnológicos nos últimos anos. Contudo, os recursos a ele aportados decresceram substancialmente, sem que tenha decrescido o volume total de recursos dedicados ao setor. Isto significa que outros instrumentos de fomento passaram a ser mais importantes, como por exemplo o programa de fomento do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), como pode ser visto no gráfico anexo;

2 O Conselho Diretor do FNDCT, previsto no Decreto-Lei que criou o Fundo, jamais foi implantado, o que permitiu que os recursos fossem utilizados discricionariamente, seja pela Diretoria da Finep (Financiadora de Estudos e Projetos), seja pela autoridade à qual esta se subordinava, o que certamente não impediu que projetos aprovados pela Finep, de modo geral, fossem bastante adequados;

3 A instalação do Conselho Diretor não implica a automática retirada da administração do Fundo da Finep, nem sua subordinação à Secretaria de Ciência e Tecnologia (SCT) — caso em que seria ilógico propor-se a instalação de um Conselho, bastando deslocar a Secretaria-Executiva do Fundo para a SCT. O que se quer evitar é exatamente a possibilidade de atuação discricionária dessa Secretaria-Executiva.

4 Deveria ser óbvio que o FNDCT não foi



criado para suprir exclusivamente a Finep enquanto agência de fomento. No passado, os recursos do Fundo já foram usados para complementar recursos do CNPq e da Capes, por exemplo. Os recursos adicionais que se pretende captar para o Fundo poderiam voltar a servir para fortalecer outros braços executivos do sistema de c&t, a exemplo do que faz o PADCT (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico);

5 A Finep, diferentemente do CNPq, é uma empresa pública e, como tal, não tem e não deve ter o FNDCT como fonte única de recursos. Por isso pretende-se que, além dos recursos do seu próprio capital, aportados pela União, a Finep capte também outros recursos, inclusive do setor privado;

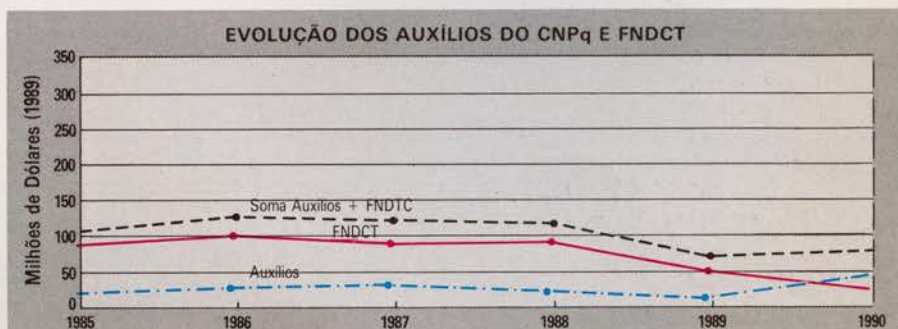
6 Finalmente, creio que tenha sido bastante enfático nos meus pronunciamentos perante a comunidade científica, no sentido de que não compete à SCT assumir papel de execução nem substituir as agências do sistema às quais cabe de fato e de direito o

papel de implementadoras das políticas e diretrizes do governo.

Uma solução ainda mais abrangente do problema da distribuição de recursos ao sistema de ciência e tecnologia como um todo — e não apenas à Secretaria, que responde por cerca de um terço apenas do que se aplica no setor — seria a criação do CCT — Conselho de Ciência e Tecnologia, extinto na transição governamental.

JOSÉ GOLDEMBERG,
SECRETÁRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA,
BRASÍLIA (DF)

• A observação de que os recursos do FNDCT decresceram sem que, no entanto, tenha decrescido o volume total de recursos dedicados ao setor merece reflexão. Se separarmos, por exemplo, do programa de fomento do CNPq os recursos para as bolsas, verificamos (ver gráficos abaixo) que a soma dos auxílios individuais (CNPq) e institucionais (Finep) continua decrescente, o que poderá comprometer o próprio sucesso do programa de bolsas.



A SBPC, em sua 42ª Reunião Anual, realizada de 7 a 13 de julho em Porto Alegre, aprovou uma declaração de defesa da cultura e de repúdio à atuação do governo nessa área. A atitude é coerente com a tradição da entidade, que há mais de 40 anos publica a revista *Ciência e Cultura*. E responde às aspirações de *Ciência Hoje*, que mantém como postura fundamental uma visão humanista da ciência. Afinal, ciência é produto cultural.

A ciência moderna, quando desligada dos outros elementos que configuram a construção humanística do Ocidente, pode levar a deturpações tecnocráticas, senão mesmo a crimes contra a humanidade. A ciência adquire seu sentido pleno dentro da visão integral da cultura. Para *Ciência Hoje*, portanto, defender a cultura não é paternalismo nem condescendência, é compromisso e obrigação. É o coração da matéria. É a defesa do sentido da própria atividade científica.

Daí não podermos ficar calados diante do que se passa hoje na área da cultura. Começamos por discordar do método de atuação do governo, da maneira pela qual a cultura vem sendo tratada. O mínimo que se poderia esperar de um governo eleito democraticamente seria a exposição prévia de sua política cultural, de suas propostas para a reorganização da área. O que se vê, no entanto, são declarações vagas, acusações generalizadas, promessas de novos órgãos.

De concreto mesmo houve apenas extinção de órgãos e demissão de funcionários, em muitos casos com danos inegáveis à preservação do patrimônio cultural do país. Extinções e demissões feitas sob a única e míope justificativa de cortes nos gastos públicos. Tal patrimônio, construído ao longo de séculos, não pode ser desrespeitado dessa maneira. Atingida no todo como parcela integrante da cultura, a ciência é particularmente prejudicada, na medida em que pesquisas fundamentais sobre cultura popular, história do país, movimentos sociais, folclore e outros têm sido paralisadas.

É um direito do governo formular e conduzir a política de cultura que bem entender. Mas é também um direito da sociedade saber qual é essa política. Mais ainda, é um direito da sociedade discordar da política do governo. Pelo pouco que autoridades governamentais têm dito sobre cultura, pode-se deduzir que a intenção é entregá-la às leis do mercado, é privatizar as atividades culturais. Se é este o caso, nossa discordância vai além do método e chega à substância dessa política.

Fala-se em racionalidade, em modernidade. Estranha modernidade essa, que vai contra a prática de todos os países modernos. Desde o século XIX, os países que constituem hoje os melhores representantes do liberalismo e da modernidade adotaram políticas de proteção ao patrimônio cultural e de incentivo às atividades artísticas.

Essas políticas, não uniformes, variaram de país a país. Na Inglaterra, combinou-se a ação do governo com o incentivo à iniciativa particular. Na França, a iniciativa era quase toda do governo central. Nos EUA, aliou-se a atuação do governo fede-

A DEFESA DEMOCRÁTICA DA CULTURA

ral à dos governos locais e à da iniciativa particular. Mas havia sempre, e há cada vez mais, política cultural. O governo define sua área de atuação e cria condições, através de incentivos, para a atuação de particulares. Omissão, nunca. Estado moderno é Estado que se ocupa democraticamente da cultura.

Não se diga, então, que a presença do Estado na área cultural representa, por definição, autoritarismo. Ela será autoritarismo se feita de maneira autoritária, assim como será autoritária a atenção do Estado, se feita à revelia do debate. Além disso, a presença de forças de mercado na área da cultura está longe de constituir garantia eficaz da liberdade de criação. Os EUA já dão exemplos dos efeitos perversos do consumismo sobre a criatividade cultural. A solução democrática deverá vir do confronto entre as propostas do governo e as aspirações dos vários públicos interessados.

Não defendemos simplesmente o *status quo*. Não negamos a possibilidade de modificações positivas. Envolver a iniciativa privada na preservação do patrimônio cultural e na promoção artística, por exemplo, pode ser boa idéia, e já era praticada no governo anterior. Se a legislação então existente se prestava a abusos, então que fosse reformada e não simplesmente extinta, sem qualquer compensação.

Mesmo em países com longa tradição de presença da iniciativa particular na promoção da cultura, não se dispensam incentivos. Não será no Brasil, onde tal tradição inexistente, que eles se tornarão dispensáveis. A prova está aí, para quem quiser ver: mais depressa que o governo, a iniciativa particular retirou-se do patrocínio da cultura, que ficou reduzida a pão e água.

Outras alternativas podem ser exploradas. Se vivemos em uma federação, nada impede que sejam rediscutidas as tarefas dos vários níveis de governo na área cultural. Certas atividades, hoje a cargo do governo federal, poderiam ser assumidas por governos estaduais e municipais, muitos deles notoriamente omissos na matéria. Por que não buscar uma divisão de trabalho mais racional (como o governo gosta de afirmar) entre os vários níveis de administração, assim como entre as esferas pública e particular?

Para isso, novamente, é necessário que o governo federal democraticamente exponha suas idéias e as coloque em debate. Começar por fechar órgãos e demitir funcionários é inverter a ordem das coisas. É desrespeitar a sociedade. É pôr em perigo um patrimônio que o governo não construiu e não lhe pertence.

Se houver uma política formulada com clareza, não faltarão pessoas dispostas a discuti-la francamente. Que o governo se revele moderno e democrático, que ofereça interlocução, e encontrará resposta, quebrando o abismo que hoje o separa do mundo da cultura. Com certeza, não lhe interessa passar à história como obscurantista, como míope, como tecnocrático, como negador dos valores mais profundos da civilização moderna.

UM MAPA QUE PROTEGE A AMAZÔNIA

Só muito recentemente os pesquisadores começaram a lançar mão de estudos biogeográficos para definir estratégias de preservação da bacia amazônica. Em 1976, os pesquisadores Gary B. Wetterberg, Maria Tereza Jorge Pádua, Celso de Castro e José Manoel de Vasconcelos promoveram um levantamento das áreas a serem priorizadas para a criação de unidades de conservação na Amazônia, levando em conta regiões fitogeográficas, tipos de vegetação e refúgios pleistocênicos identificados por altos índices de endemismo para certos grupos taxonômicos de plantas, borboletas, lagartos e aves. Esse trabalho, que resultou no documento *Uma análise de prioridades em conservação da natureza na Amazônia*, foi realizado pelo extinto Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), com o apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e da Organização para a Alimentação e a Agricultura (FAO). As áreas que Wetterberg e seus colaboradores consideraram prioritárias incluíam 23 refúgios identificados para mais de um grupo taxonômico e outros sete que, embora identificados para um grupo, eram importantes para a proteção de certos tipos de vegetação e/ou regiões fitogeográficas. Esse documento foi integralmente incorporado ao *Plano de sistemas de unidades de conser-*

vação do Brasil, elaborado em 1982 pelo Ministério da Agricultura, por meio do IBDF, e pela Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN).

O número de parques nacionais, reservas biológicas e estações ecológicas na Amazônia Legal (parte da região amazônica reconhecida por lei federal) aumentou significativamente nos últimos 11 anos. Em 1979, havia apenas duas áreas para esses fins, que somavam 1 600 mil hectares. Hoje, contam-se dez parques nacionais (8 300 mil hectares), oito reservas biológicas (2 800 mil) e 16 estações ecológicas (3 100 mil), totalizando 34 áreas (três ainda não decretadas oficialmente) ou 14 200 mil hectares, o que corresponde a 2,87% da Amazônia Legal. Dessas unidades de conservação, dez foram criadas em áreas que o grupo de Wetterberg considerou prioritárias.

Embora aplaudido internacionalmente, o diagnóstico de Wetterberg baseou-se num corpo de conhecimentos relativamente restrito, razão pela qual se tornou necessária uma ampla revisão da proposta por ele formulada. Foi, aliás, com esse objetivo que, em 1988, Ghilleen Prance, então diretor do Jardim Botânico de Nova York, propôs um encontro com cientistas e conservacionistas dos nove países amazônicos. Financiado pela Fundação Alton Jones, de Charlottesville, Virginia (EUA), e organizado

pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e pela Conservation International (de Washington, EUA), teve lugar em Manaus, de dez a 21 de janeiro último, o 'Workshop 90: áreas prioritárias para a conservação da Amazônia'. O evento reuniu cerca de cem pesquisadores com o objetivo de elaborar um documento — acessível tanto a planejadores e políticos quanto ao grande público — com informações sobre solos, climas, biogeografia e com um relato da situação dos parques e reservas da região amazônica. Entre os parâmetros para definir essas unidades com prioridade de proteção estavam a ocorrência de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção, a riqueza de espécies e subespécies, a existência de áreas especiais do ponto de vista geológico e geoquímico e o estado de conservação.

Dos nove subgrupos em que se dividiram os participantes do encontro, sete (os dedicados à sistemática vegetal, à ecologia vegetal, aos mamíferos, às aves, aos anfíbios e répteis e aos insetos) produziram mapas, com a ajuda de cartógrafos profissionais, delimitando as áreas que consideravam prioritárias. Em seguida, foram feitos outros dois mapas, em que se encontravam reunidas as áreas indicadas pelos grupos de zoologia e de botânica, e um terceiro com áreas consideradas prioritárias pelos dois grupos, para ser apresentado e discutido na sessão plenária.

Coordenado pelo pesquisador Eneas Salati, o grupo dedicado à geomorfologia apontou aspectos abióticos específicos associados a altas taxas de diversidade, endemismo e processos de especiação, identificando regiões de solos frágeis e topografias peculiares, como as serras do norte de Roraima. O grupo discutiu ainda os efeitos do desmatamento sobre o clima e sobre os ciclos energéticos, com possíveis impactos nas comunidades biológicas. Após analisar a situação política e administrativa das atuais áreas protegidas, o grupo dedicado às unidades de preservação, liderado pelo ecólogo colombiano Heliodoro Sanchez, elaborou um relatório com recomendações para solucionar problemas que afetam essas unidades. Assim, o mapa final produzido por esse *workshop* se tornou um mosaico de 94 áreas classificadas em três categorias de prioridade, de acordo com as recomendações de cada grupo de trabalho (figura 1).



CLAUS C. MEYER/AG. TYB&

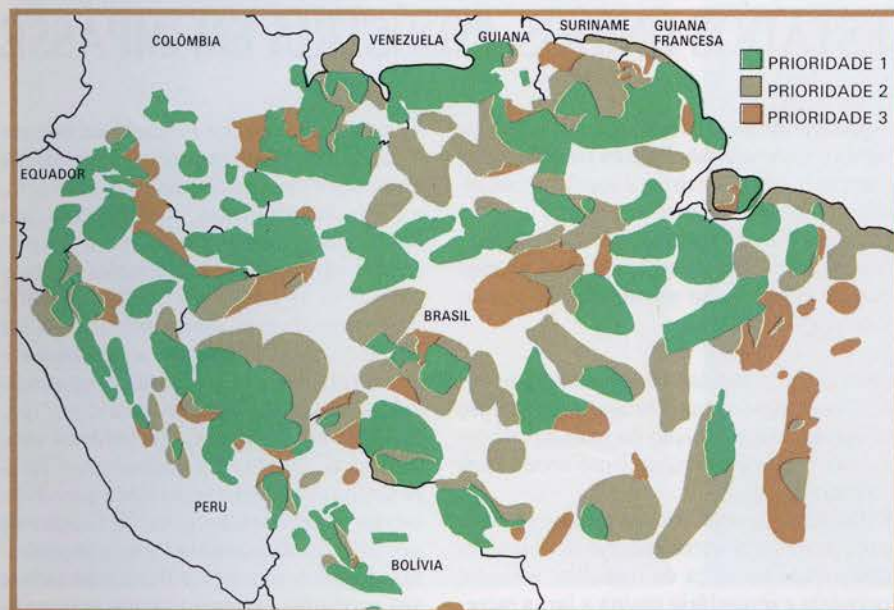


FIGURA 1 Áreas de preservação da Amazônia indicadas pelos especialistas reunidos em Manaus em janeiro de 1990. FONTE: Conservation International, 1990.

As áreas sem indicação de prioridade não resultaram necessariamente da ausência de informações biogeográficas. Não podem, portanto, ser consideradas sem interesse biológico. É óbvio que elas contêm, como toda a Amazônia, uma riquíssima fauna e flora, e precisam ser conservadas não só por sua biodiversidade ou seus recursos hídricos como também pela importância que têm para as comunidades indígenas e os caboclos nelas assentados. Durante o encontro, discutiu-se uma questão grave: a escolha de determinadas áreas como prioridades para conservação poderia torná-las alvo de interesses econômicos de natureza predatória, como ocorreu com a recém-criada Reserva Biológica de Gurupi, no Maranhão, que, uma vez decretada, ficou imediatamente sujeita à exploração de madeira em larga escala.

Não faltou também quem questionasse a validade do mapa elaborado com base na tese da insuficiência de dados sobre a biogeografia da região. Existe, não há dúvida, essa insuficiência, mas é preciso reconhecer que não se pode quantificar o desconhecido. Quando haverá dados suficientes? Tem razão o biólogo americano Michael Soulé ao afirmar que, diante das taxas atuais de destruição de habitats, os biólogos da conservação não podem mais se dar ao luxo de exigir limites de certeza para desempenhar seu trabalho. Segundo ele, adotar o lema purista da 'insuficiência de dados' é o mesmo que abandonar um paciente hemorrágico na mesa da cirurgia.

Os resultados do 'Workshop 90', a serem editados pela Conservation International, estarão brevemente disponíveis para avaliação, e esse acúmulo de informações interdisciplinares terá certamente um papel vital no direcionamento de esforços para a conservação dos riquíssimos e variados ecossistemas amazônicos. O comitê do 'Workshop' decidiu que, a cada dois anos, deverão ser realizados encontros semelhantes para refinar e consolidar as informações obtidas. O verdadeiro problema é que o tempo está se esgotando e em breve as considerações biogeográficas serão relegadas a segundo plano numa estratégia de conservação que envolverá, crescentemente, o oportunismo característico dos esforços atuais para proteger o pouco que ainda resta da floresta atlântica brasileira.

Mais importante, porém, do que a produção desse mapa é certamente o enorme volume de dados biogeográficos compilados sobre a Amazônia, que em breve estará à disposição dos órgãos responsáveis pela criação e manutenção das áreas de conservação. As diretorias de pesquisa de ecossistemas do Ibama acompanharam atentamente os trabalhos e estão utilizando as informações obtidas para alimentar um banco de dados sobre a biogeografia da Amazônia. Não foram prescritas estratégias rígidas para a manutenção das áreas selecionadas pelos pesquisadores. O que ficou definido foi que os órgãos competentes de cada um dos nove países representados no encontro estabeleceriam critérios de gerenciamento das áreas sob a sua tutela, com base nas informações ali levantadas.

As críticas feitas ao encontro se deveram principalmente à falta de entendimento do seu real objetivo: discutir e analisar a biogeografia da fauna e da flora da Amazônia, o que é apenas um dos inúmeros aspectos do complexo problema relacionado ao desenvolvimento e à conservação da região. Não foram esquecidos os povos indígenas, caboclos e seringueiros, como acusaram alguns. Tampouco ficaram relegados a segundo plano as crescentes taxas de desmatamento e a industrialização provocada pelo projeto Grande Carajás e por outros projetos faraônicos incentivados pela existência de grandes reservas minerais. Apenas estes não eram temas pautados para discussão naquele encontro.

Houve quem considerasse o mapa inviável pelo fato de os pesquisadores terem deixado tão poucas áreas livres de indicação de prioridade (cerca de 20% do total). E, ao contrário, houve quem considerasse excessivo o número de áreas sem indicação. Quanto à primeira crítica, baseada no princípio de que os ecólogos querem manter a Amazônia intocada, convém ressaltar que é infundada a crença de que as áreas prio-

AS RESERVAS EXTRATIVISTAS SÃO UM EXEMPLO DE COMO SE PODE UTILIZAR RACIONALMENTE A FLORESTA.

ritárias devem ser preservadas integralmente, inacessíveis a quaisquer atividades humanas. A criação de parques nacionais é fundamental, mas outros tipos de reservas, como as áreas de proteção ambiental (Apas) e as florestas nacionais (onde se permite a exploração racional dos recursos ambientais) têm também um papel importante. As reservas extrativistas, pelas quais tanto lutou o seringueiro Chico Mendes, estão sendo implantadas em Rondônia, no Acre e no Amapá e são um bom exemplo de como se pode utilizar racionalmente a floresta. Cabe ressaltar também que o regime climático atual depende, em grande parte, da manutenção de uma porcentagem expressiva da cobertura florestal da Amazônia, cuja vocação está certamente na conservação de suas florestas e não na sua substituição por pastagens ou monoculturas.

ANTHONY BROME RYLANDS

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESTADOS UNIDOS: INDÚSTRIA EM IMPASSE

Em 1986 o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) instituiu a chamada Comissão sobre Produtividade Industrial. O objetivo era verificar se as práticas industriais nos EUA estavam de fato se deteriorando e, em caso afirmativo, identificar as causas do fenômeno e as formas de sustá-lo. O grupo foi integrado por 16 especialistas das áreas de economia, tecnologia, organização e administração de empresas e política. Presidido por Michael L. Dertouzos, do Laboratório de Ciência da Computação, teve como vice-presidente Robert M. Solow, Prêmio Nobel de Economia em 1987.

Buscando ir a fundo no diagnóstico, a comissão encarregou oito equipes de analisar em detalhe diversos setores industriais, entre os quais o automobilístico, o têxtil, o químico, o eletrônico, o de máquinas-ferramentas, o de computadores e o de aço, correspondendo à terça parte da produção industrial do país. Duzentas empresas e 150 fábricas tiveram seu desempenho produtivo avaliado quanto à eficiência, à qualidade, à incorporação de inovações tecnológicas e à adaptabilidade. Para fins de comparação, o levantamento estendeu-se à Europa e ao Japão.

Dois anos de estudos, que abrangeram desde a estrutura fabril até os conselhos das companhias, conduziram à seguinte conclusão: a indústria norte-americana mostra uma debilidade sistemática, que impede muitas empresas de se adaptarem às mudanças que ocorrem nos meios econômicos internacionais.

Seis pontos críticos foram detectados:

1 Estratégias ultrapassadas, com ênfase exagerada na produção de bens de consumo de massa e paroquialismo econômico e tecnológico.

2 Desatenção para com os recursos humanos, manifesta antes mesmo do ingresso dos jovens na força de trabalho: a escola primária e secundária ensina a ler, a escrever e a resolver problemas, mas o jovem norte-americano está atrasado em relação aos de outros países no tocante à matemática, às ciências e, desde as primeiras séries, ao domínio de recursos de linguagem, o que prejudica seu progresso ao longo da formação escolar; o sistema de ensino é tal que boa parte dos alunos se forma sem ter adquirido qualquer especialidade básica.

3 Ausência de cooperação entre empresas; o fenômeno assume tais proporções que muitas se mostram incapazes de promover a comunicação e a cooperação até entre seus próprios departamentos.

4 Deficiência no aperfeiçoamento da tecnologia de produção, o que reflete a pouca atenção dispensada ao processo de fabricação. Assim, as empresas norte-americanas aplicam apenas um terço de seus investimentos em pesquisa e desenvolvimento (p&d) na melhoria dos processos tecnológicos, alocando os outros dois terços ao desenvolvimento de novos produtos, quando no Japão essas proporções estão invertidas.

5 Desencontros entre governo e indústria: enquanto outros países estimulam a pesquisa científica e tecnológica voltada para o desenvolvimento econômico, a política norte-americana no setor privilegia a pesquisa básica, deixando a pesquisa aplicada a cargo do setor privado, que não a promove a contento. Como mostra o gráfico, os gastos da indústria em p&d crescem muito mais lentamente nos EUA que no Japão e na Alemanha Ocidental.

6 O horizonte limitado das indústrias, quase sempre fixadas na obtenção de lucros imediatos.

Considerando que a natureza da competição industrial no mundo está em rápida mudança e que novos desafios emergem, a comissão identificou, a longo prazo, três tendências principais no conjunto dos países industrializados, com amplas implicações para o futuro da indústria norte-americana. Previu, assim, que a atividade econômica continuará a se internacionalizar; que o mercado de bens de consumo final e intermediário se sofisticará e, por fim, que o ritmo de mudança tecnológica continuará acelerado. Em vista disso, o futuro da indústria norte-americana parece estar na especialização e na fabricação de produtos de alta qualidade; artigos padronizados só devem ser fabricados no país se sua produção envolver avanços extraordinários em termos de uso intensivo de capital e de tecnologia.

Com base nesse diagnóstico e nas projeções a longo prazo, a comissão julgou que, a título de esforço nacional, cinco medidas se impõem: (1) os EUA precisam investir mais em seu futuro; (2) devem também desenvolver uma nova 'cidadania econômica' nos postos de trabalho; (3) é imperativo dirigir maiores esforços ao estabelecimento de novas bases para o desenvolvimento industrial; (4) os norte-americanos devem se esforçar por combinar cooperação e individualismo. Nas palavras de S. Berger, M. Dertouzos e outros, em artigo publicado na *Scientific American* (vol. 260, pp. 21-29, 1989) sobre o trabalho da Comissão sobre Produtividade Industrial: "A cultura do país tem enfatizado tradicionalmente o individualismo, muitas vezes em detrimento da cooperação. Entretanto, a solidariedade grupal, o sentido de comunidade e o reconhecimento da interdependência proporcionam importantes vantagens econômicas às melhores empresas dos EUA (como de outras sociedades)"; e (5) por fim, os norte-americanos precisam ampliar sua visão para além das próprias fronteiras. Ou, mais uma vez recorrendo ao artigo de Berger *et al.*: "Os americanos precisam entender que o mundo em que vivem está mudando."

JOSÉ ALBERTINO RODRIGUES

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

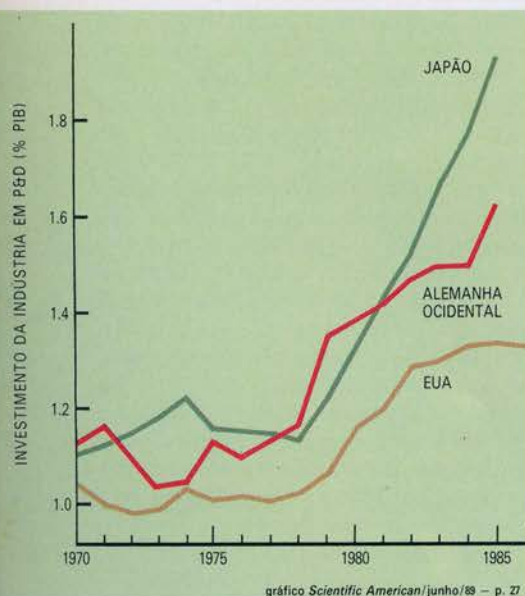


gráfico *Scientific American*/junho/88 - p. 27

O investimento da indústria em pesquisa e desenvolvimento (p&d) cresceu mais lentamente nos EUA que no Japão e na Alemanha Ocidental. O gasto total (% do PIB) é semelhante nos três países. Nos EUA, o menor investimento da indústria é compensado pelo governo federal.



PESQUISA BÁSICA,
PESQUISA APLICADA,
DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO,
TRANSFERÊNCIA
DE TECNOLOGIA,
FORMAÇÃO DE
RECURSOS HUMANOS.

TUDO ISSO VOCÊ PODE FAZER COM O APOIO DA

FAPEMIG

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais — FAPEMIG — administra 3% da receita orçamentária do Estado, conforme determina a Constituição Mineira, promulgada em outubro de 1989.

FAPEMIG

Rua Raul Pompéia, 101 - 8º andar
30330 - Belo Horizonte - MG
Tel.: 031 - 227-3019

Secretaria de Estado de Ciência,
Tecnologia e Meio Ambiente
GOVERNO DE MINAS GERAIS

AIDS: MAIS UM PASSO NA BUSCA DE UMA TERAPIA

Desde 1983, quando o vírus da imunodeficiência humana, o HIV, foi isolado acumulam-se os estudos a seu respeito. O conhecimento do HIV em nível molecular, em especial, permite divisar estratégias de bloqueio à sua replicação que podem ser o caminho para uma terapia efetiva da AIDS, a síndrome da imunodeficiência humana adquirida.

O HIV é um retrovírus, isto é, seu genoma é constituído de ácido ribonucleico (ARN) e na sua partícula está presente a enzima viral transcriptase reversa (ver 'AIDS', em *Ciência Hoje* nº 27). Sua replicação é complicada, envolvendo muitas etapas, o que leva à busca de formas de bloqueá-la, por meio de drogas, em vários estágios. A figura 1 mostra um esquema do ciclo vital do HIV e aponta as etapas em que pode ser atacado. A primeira possibilidade indicada é o bloqueio da ligação entre a glicoproteína gp 120, presente no envelope viral, e o receptor CD4, presente na membrana das células (principalmente linfócitos T4), o que pode ser feito por meio de certos anticorpos contra gp 120 ou de fragmentos solúveis de CD4, que não se ligam à membrana. A segunda estratégia consiste em evitar a desmontagem, isto é, que o ARN viral e a transcriptase reversa escapem da capa protéica (core).

A terceira estratégia — a inibição da transcrição reversa — foi a que mais resultados proporcionou em nível terapêutico. Utilizando o ARN viral como molde, a enzima transcriptase reversa sintetiza uma fita de ácido desoxirribonucleico (ADN) que é novamente copiada, tornando-se um ADN de fita dupla. Este é o ADN proviral que, pela ação de outra enzima presente no HIV, a integrase, é inserido no genoma celular (também constituído de ADN de fita dupla). A droga usada para operar essa inibição é a azido dideoxitimidina, AZT — já bastante conhecida no Brasil, embora ainda pouco utilizada entre nós em virtude de seu alto preço —, que imita a dideoxitimidina, um dos constituintes normalmente necessários à síntese de ADN a partir do ARN. Quando a transcriptase reversa tenta usar AZT, a transcrição reversa é bloqueada.

Estágios posteriores do ciclo vital do HIV também são vulneráveis ao ataque por drogas. Na quarta estratégia, interfere-se na síntese das proteínas virais, inibindo-a por meio de oligonucleotídeos complementares

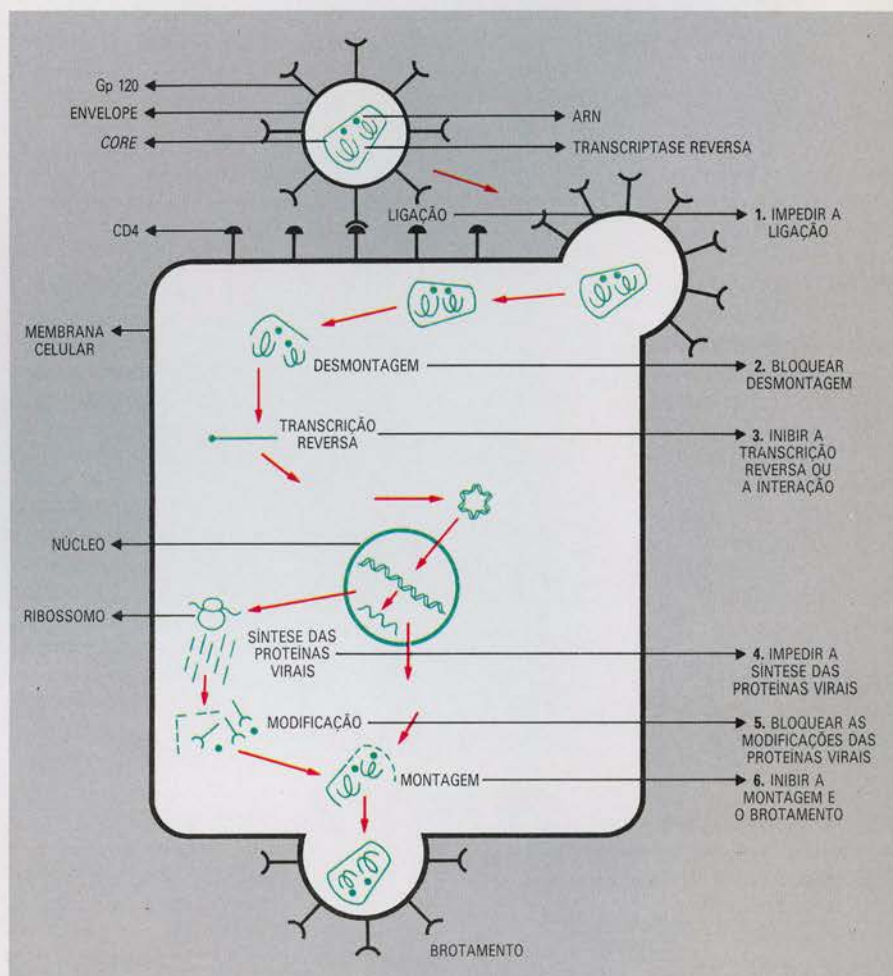


FIGURA 1 Estágios em que o ciclo vital do HIV pode ser atacado por drogas. Modificado de Yarchoan et al., *Scientific American*, vol. 259 Nº 4.

ao ARN viral. Esses oligonucleotídeos, também chamados *antisense*, têm a propriedade de se associar ao ARN viral, impedindo que sirva de molde para a síntese protéica que ocorre nos ribossomos. Uma quinta estratégia consiste em bloquear modificações que as proteínas virais precisam sofrer para desempenhar suas funções. Assim, a quebra das proteínas precursoras em fragmentos menores, operada pela protease viral, pode ser bloqueada por oligopeptídeos que inibem a atividade dessa enzima, como veremos adiante. É possível também utilizar substâncias que inibem a adição de açúcares às proteínas, impedindo que se convertam em glicoproteínas (gps). Por fim, substâncias antivirais, como os interferons, podem bloquear a montagem e o brotamento de partículas virais.

Além do AZT e de alguns interferons, também o CD4 solúvel está sendo clinicamente testado. Mas são resultados recentes, que apresentam o bloqueio da protease viral — a quinta forma de ataque — como alternativa promissora na busca de um tratamento para a AIDS, que passo a comentar.

As proteínas e enzimas que formam a estrutura do vírus originam-se de duas proteínas precursoras maiores, Pr55 e Pr160, respectivamente. Para que o HIV seja viável, é crucial que esses precursores sejam cortados em pontos específicos por uma protease viral que faz parte de Pr160 (figura 2). O problema estava, portanto, em conseguir inibir a protease do HIV, que pertence ao grupo das proteases aspartáticas (que contêm o aminoácido aspartato em

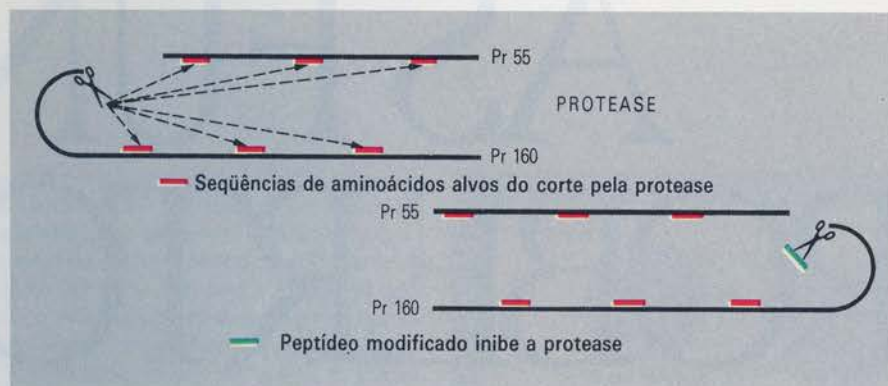


FIGURA 2 Corte das poliproteínas precursoras pela protease de HIV. As duas poliproteínas que originam as proteínas virais estão representadas por linhas contínuas que contêm, a intervalos variáveis, sequências de aminoácidos (—) que são reconhecidas pela protease (fragmento com a 'tesoura'). Pr160 contém a protease, que se autocliva do precursor e a seguir ataca as outras sequências, liberando as demais proteínas virais. Pr55 origina as proteínas do *core* (p17, p24, p7 e p6) e de Pr160 provêm, além da protease, as enzimas transcriptase reversa, ribonuclease H e endonuclease (as outras proteínas virais não se originam de poliproteínas). A parte inferior do desenho mostra o bloqueio à ação da protease pela presença de oligopeptídeo modificado que se liga ao seu sítio ativo.

seu sítio ativo). Em janeiro deste ano, Thomas D. Meek* e colaboradores, do Smith Kline & French Laboratories, em associação com pesquisadores da Duke University, demonstraram que isso pode ser feito por meio de oligopeptídeos modificados.

A estratégia consistiu em substituir, num oligopeptídeo passível de corte pela protease, os dois aminoácidos que delimitam o corte por um novo par, formado por outros aminoácidos. Os melhores resultados

foram obtidos com a substituição do par tirosina-prolina pelo par fenilalanina-glicina, em que a fenilalanina é modificada pelo grupo hidroxietileno. No oligonucleotídeo modificado, os aminoácidos Tyr e Pro da sequência Ser-Ala-Tyr-Pro-Val-Val são substituídos. Como certas proteases celulares são indispensáveis ao metabolismo normal, os oligopeptídeos não devem inibir a atividade delas, o que ocasionaria uma toxicidade indesejável.

Meek e colaboradores observaram que quatro compostos, variantes dos descritos acima, inibem eficientemente a atividade da protease de HIV *in vitro* e *in vivo*. Além disso, esses oligopeptídeos sintéticos mostraram-se eficientes no bloqueio à replicação do vírus quando adicionados ao meio de cultura de células infectadas.

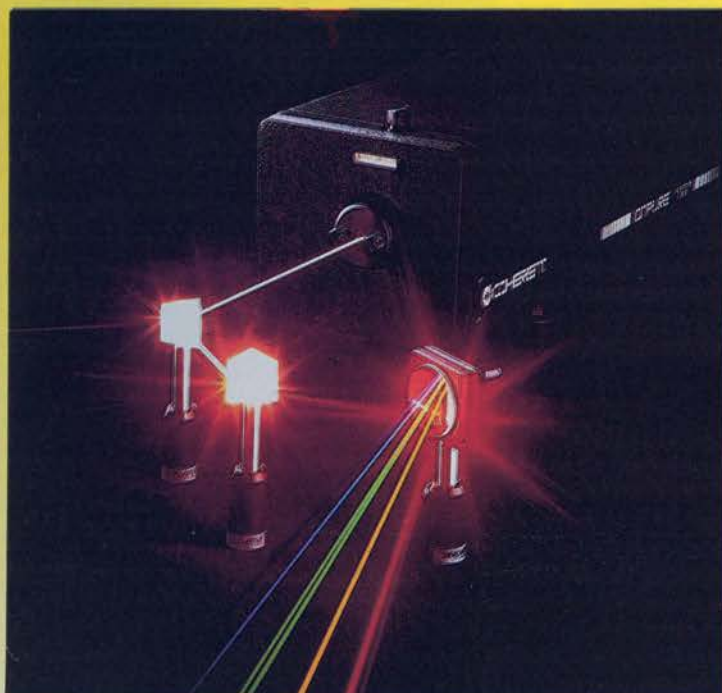
A baixa inibição que exercem sobre a atividade da renina (uma protease aspártica humana) e a toxicidade praticamente desprezível que têm sobre linfócitos humanos em cultura fazem desses compostos excelentes candidatos à aplicação terapêutica. Precisam ainda ser testados em modelos animais, antes de ser experimentados em seres humanos, mas toda nova perspectiva de tratamento da AIDS é bem-vinda.

* *Nature*, vol. 342, pp. 90-93, 1990

ARMANDO MORAIS VENTURA

INSTITUTO LUDWIG DE PESQUISA SOBRE O CÂNCER

LASERS



COHERENT

Lasers de argônio, criptônio, Nd:YAG e corante, contínuos e de pulsos ultra curtos, para aplicações científicas (física, química e biologia), tecnológicas (engenharias) e médicas.

Os lasers COHERENT representam o estado da arte em performance e confiabilidade.

A tecnologia metal-cerâmica empregada na construção dos tubos dos lasers de argônio e criptônio (Ion Pure®), introduzida pioneiramente pela COHERENT, veio estabelecer uma nova era nos padrões de laser a gás.

Os lasers COHERENT têm 18 meses de garantia e são representados no Brasil por quem entende de laser: OPTO ELETRÔNICA S.A., única fabricante de lasers de hélio neônio do Hemisfério Sul.

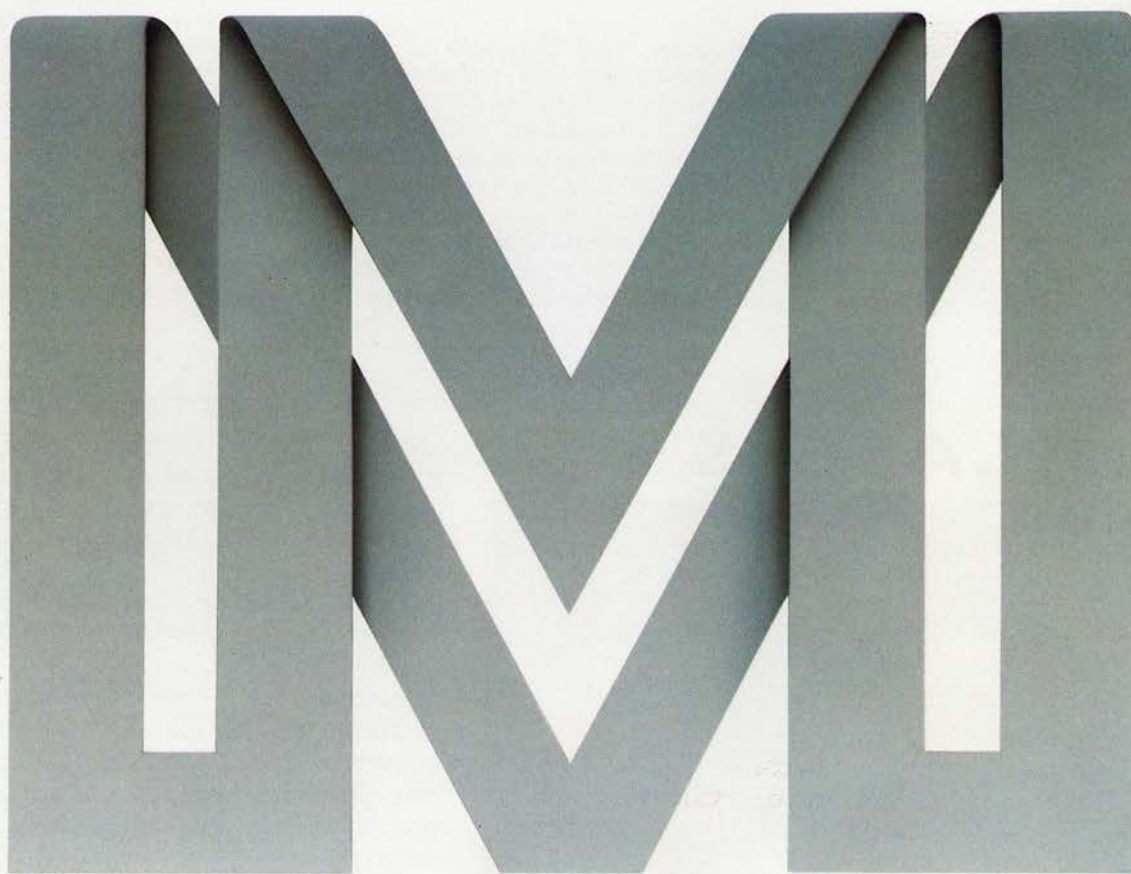
REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA O BRASIL

opto

ELETRÔNICA S/A

Matriz: Rua Joaquim A. R. de Souza, 1.071 - CEP 13.560
Jd. Santa Felícia - São Carlos - SP - Tel. (0162) 72-3881
FAX: (0162) 72-6235 - Telex: 16 2378 OESC BR
Filial: R. Joaquim Távora, 1564 - Vila Mariana - CEP 04015
São Paulo - SP - Tel.: (011) 571-4835 - FAX (011) 575.2435

AS FUNI ROBERTO



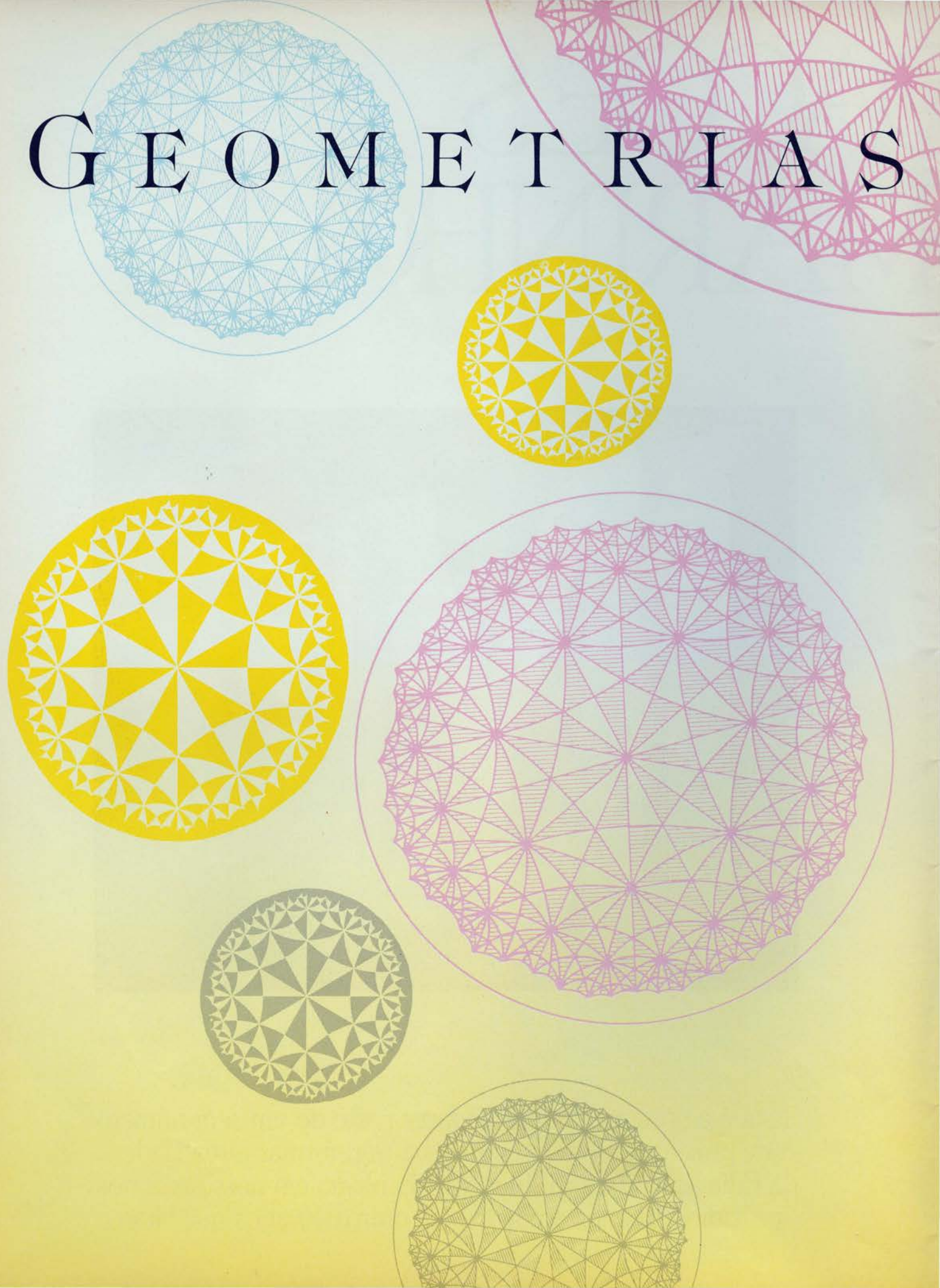
Há 10 anos esta marca faz parte de um sem-número
de projetos que vêm ajudando a transformar pouco a pouco
a realidade da Educação, Cultura, Ciência
e Ecologia em nosso país.

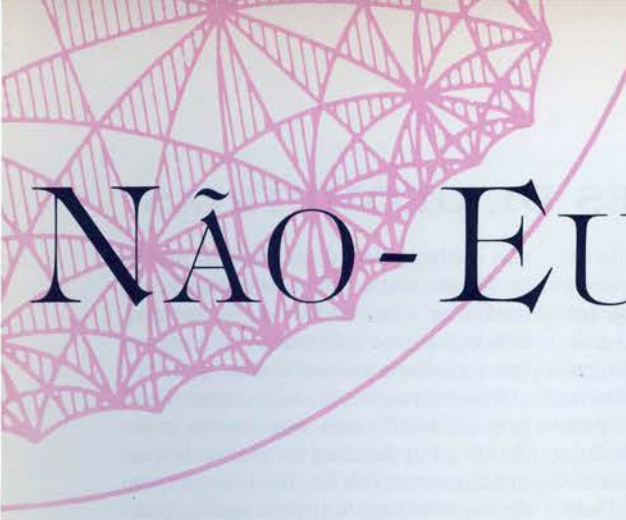
DAÇÕES MARINHO.



Esta é a nova marca que vai fazer parte de um sem-número de projetos que vão continuar a transformar a realidade da Educação, Cultura, Ciência e Ecologia em nosso país nos próximos 10 anos e nos muitos outros 10 anos que virão.

GEOMETRIAS





NÃO-EUCLIDIANAS

SUELI I. RODRIGUES COSTA
SANDRA AUGUSTA SANTOS

INSTITUTO DE MATEMÁTICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

OS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS SISTEMATIZADOS POR EUCLIDES, NA GRÉCIA ANTIGA, FORAM ACEITOS DURANTE DOIS MIL ANOS COMO UMA DESCRIÇÃO PERFEITA DO MUNDO. NOS ÚLTIMOS SÉCULOS, PORÉM, ALGUNS MATEMÁTICOS MOSTRARAM QUE ESSA GEOMETRIA NÃO ERA A ÚNICA POSSÍVEL. TAL DESCOBERTA PERMITIU O DESENVOLVIMENTO DAS CHAMADAS GEOMETRIAS NÃO-EUCLIDIANAS, EMPREGADAS HOJE NA DESCRIÇÃO DE FENÔMENOS CIENTÍFICOS QUE ABRANGEM DESDE AS PROPRIEDADES DOS MENORES COMPONENTES DA MATÉRIA ATÉ A FORMA E O COMPORTAMENTO DO UNIVERSO COMO UM TODO.

As noções elementares de geometria nasceram da necessidade de se medirem as distâncias entre pontos ou localidades, e mesmo as formas e dimensões dos objetos. As civilizações egípcia e assíria, surgidas aproximadamente cinco mil anos antes da era cristã, conheciam as principais figuras geométricas e a noção de ângulo, que utilizavam para medir terras e determinar a posição dos astros no céu. Mas foi na Grécia antiga que a geometria teve grande desenvolvimento, notadamente entre os séculos VI e II a.C., destacando-se os trabalhos de Tales de Mileto, Pitágoras, Euclides, Apolônio e Arquimedes.

Euclides (Alexandria — 330-275 a.C.) sistematizou e ampliou os conhecimentos geométricos da época. Partindo de noções primitivas de ponto, reta, plano e espaço, desenvolveu um dos primeiros exemplos de uma teoria dedutiva, estabelecendo, sob a forma de axiomas (proposições aceitas sem demonstração), as relações entre essas noções primitivas e suas principais propriedades. Os axiomas e suas conseqüências, os teoremas, demonstráveis a partir dos próprios axiomas, foram reunidos por ele em 13 livros, os *Elementos*, que sem dúvida constituíram uma das obras de maior influência para o desenvolvimento da matemática e da própria ciência dedutiva.

A origem das chamadas geometrias não-euclidianas está ligada ao questionamento do quinto axioma, ou quinto postulado, estabelecido por Euclides. Segundo estabelece este postulado, “se uma reta, intersectando duas retas em um plano, forma ângulos interiores de um mesmo lado com soma menor que a de dois ângulos retos, então as duas retas, se prolongadas indefinidamente, irão encontrar-se do lado cujos ângulos têm soma menor que a de dois ângulos retos” (figura 1).

Por ter elaboração mais complexa que a dos demais, e sobretudo por dar a impressão de redundância, o quinto postulado gerou controvérsia praticamente desde que foi divulgado. Mais de dois mil anos depois, a constatação de que era possível construir uma nova geometria, contendo os postulados anteriores e a negação do quinto, provou sua independência. Antes mesmo dessa descoberta, o axioma ganhou novas formulações, atribuindo-se a mais conhecida — “por um ponto fora de uma reta passa uma única reta paralela à reta dada” — ao matemático e geólogo inglês John Playfair (1748-1819). A prolongada discussão sobre a condição de paralelismo expressa pelo quinto postulado foi o ponto de partida para o aparecimento das geometrias não-euclidianas.

CONSTRUTORES DE GEOMETRIAS

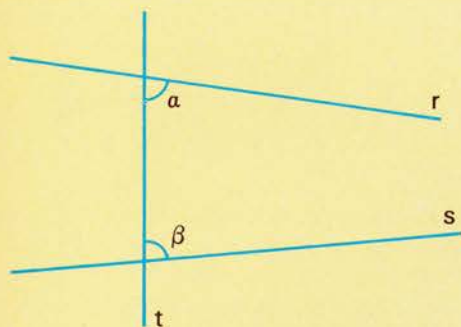


FIGURA 1 Se a soma dos ângulos α e β é menor que 180° , então as retas r e s não são paralelas e irão encontrar-se do lado em que esses ângulos estão situados, segundo a geometria euclidiana.

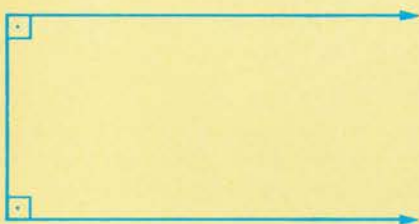


FIGURA 2 Na geometria euclidiana, a distância que separa as duas semi-retas (medida em qualquer perpendicular comum às duas) permanece a mesma quando nos deslocamos no sentido das setas. Mas na geometria hiperbólica essa distância aumenta, e na geometria elíptica diminui.

Na geometria euclidiana, a distância que separa duas semi-retas dispostas como na figura 2 permanece a mesma quando nos movemos para a direita. No início do século passado, porém, foram propostas duas geometrias alternativas, nas quais essa distância aumenta (geometria hiperbólica) ou diminui (geometria elíptica) quando nos afastamos das origens das semi-retas, embora no caso hiperbólico elas continuem a ser paralelas. O surgimento das geometrias não-euclidianas representou, na opinião de alguns filósofos da ciência, uma revolução tão importante quanto os trabalhos de Copérnico e Darwin, por sua profunda repercussão nos conceitos de verdade e realidade. Muitos matemáticos contribuíram para que isso acontecesse (ver 'Construtores de geometrias').

Descrições não-euclidianas do mundo físico, utilizadas por exemplo na teoria da relatividade e em pesquisas sobre fenômenos ópticos e sobre propagação de ondas, mostraram-se bastante adequadas. As novas geometrias também auxiliaram a interpretação de modelos representativos de conceitos abstratos, muito utilizados atualmente na física e em outras áreas da ciência, como a estatística.

A necessidade do quinto postulado esteve envolvida por dúvidas desde que ele foi enunciado, pois acreditava-se que poderia ser deduzido dos anteriores. O próprio Euclides parece ter relutado em aceitá-lo: no primeiro livro dos *Elementos* ele demonstrou as 26 primeiras proposições sem utilizá-lo. Ao longo de dois mil anos, muitos tentaram provar essa suposta redundância. Dos gregos Posidônio (século I a.C.), Ptolomeu (II d.C.) e Proclus (V d.C.) ao inglês John Wallis (1616-1703), os matemáticos utilizaram, em suas tentativas, procedimentos equivalentes ao quinto postulado, com uma argumentação essencialmente circular, incapaz de elucidar a questão.

Com o italiano Girolamo Saccheri (1667-1733), porém, o problema começou a ser abordado de maneira mais criativa. Tomando um quadrilátero com lados iguais e perpendiculares a uma base (figura 3), ele observou que, sem usar o quinto postulado, só se pode concluir que os ângulos da cúpula são iguais, sendo impossível determinar se esses ângulos são retos, agudos ou obtusos. Presumindo que fossem agudos ou obtusos, Saccheri esperava chegar a contradições que provassem a hipótese do ângulo reto, confirmando a validade e a necessidade do postulado das paralelas.

A hipótese de os ângulos serem obtusos levou-o de fato ao que na época parecia um absurdo, pois nesse caso os cálculos mostravam que nenhuma reta teria comprimento infinito (na geometria elíptica, construída posteriormente, as 'retas' são finitas e os ângulos de cúpula do quadrilátero obtusos). Com a hipótese de ângulos agudos na cúpula de seu quadrilátero, entretanto, Saccheri chegou a uma série de conclusões demonstráveis e consistentes. Embora não fossem familiares,

não configuravam a contradição prevista. Assim, embora tivesse a intenção de confirmar a necessidade do quinto postulado, Saccheri evidenciou que a geometria euclidiana não era a única possível.

Posteriormente, o suíço Johan Lambert (1728-1777) usou um método semelhante ao de Saccheri na análise de quadriláteros com três ângulos retos. Supondo o quarto ângulo sempre agudo, Lambert deduziu que a soma dos ângulos internos de um triângulo, situado dentro do quadrilátero, teria que ser menor que 180° , e mostrou que essa soma diminuiria quando a área do triângulo aumentasse. Lambert chamou de 'defeito' do triângulo a diferença positiva entre a soma dos ângulos e 180° , e provou que quando a área se aproximasse de zero o 'defeito' também tenderia a se anular.

O matemático alemão Karl F. Gauss (1777-1855), no entanto, parece ter sido o primeiro a acreditar na independência do quinto postulado, aceitando a possibilidade lógica de uma geometria em que ele é substituído por outro, equivalente à hipótese dos ângulos agudos de Saccheri e Lambert. Mas, temendo incompreensão, Gauss nada publicou. Suas reflexões sobre o tema ficaram conhecidas em função de sua correspondência. Em 1799, por exemplo, escreveu a outro matemático, o húngaro Farkas Bolyai (1775-1856), perturbado com a possibilidade de uma geometria em que a área dos triângulos fosse limitada. Em 1813, passou a aceitar essa nova geometria, a que chamou inicialmente de 'antieuclidiana', depois 'astral' e finalmente 'não-euclidiana'. Gauss também se preocupava em saber se essa geometria seria adequada à descrição do mundo físico.

Só em 1829 aparece o primeiro trabalho publicado sobre geometria não-euclidiana, elaborado pelo matemático russo Nikolai Lobatchevski (1792-1853). O desconhecimento do idioma russo fora do país e as muitas críticas que recebeu ali impediram que seu trabalho atraísse maior atenção. Três anos depois, trabalhando de forma independente, o jovem Janos Bolyai (1802-1860), em apêndice a um livro de seu pai, Farkas Bolyai, publicou um ensaio cuja introdução tinha o seguinte fecho: 'Do nada, criei um estranho e novo universo'.

Tanto Lobatchevski quanto J. Bolyai basearam suas geometrias na hipótese do ângulo agudo e na suposição de que a 'reta' tem comprimento infinito. Construíram, assim, uma geometria hiperbólica



FIGURA 3 O quadrilátero de Saccheri forneceu as primeiras indicações de que poderia haver outras geometrias além da euclidiana. O segmento AB é a base e os segmentos AD e BC são iguais e perpendiculares à base.

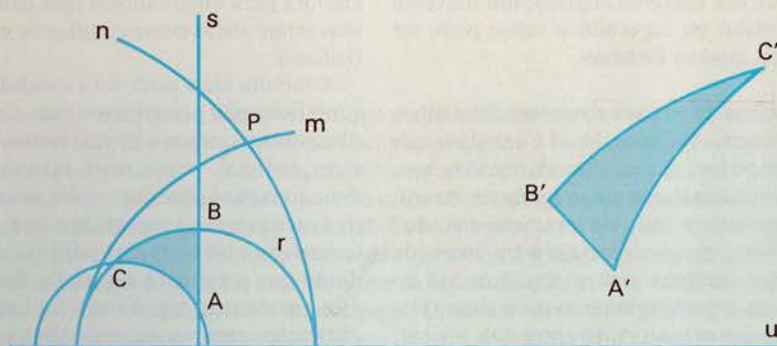


FIGURA 4 No modelo do semiplano de Poincaré, a semi-reta s e o semicírculo r , perpendiculares à reta fronteira u , são 'retas' hiperbólicas. Os ângulos são medidos de forma usual, e os triângulos ABC e $A'B'C'$ são congruentes. Pelo ponto P passa um número infinito de 'retas' paralelas a r . As 'retas' m e n são as paralelas limites, que delimitam a região onde estão as demais paralelas.

onde, dada uma 'reta' l e um ponto P fora dela, as 'retas' que passam por esse ponto e estão no mesmo plano que a 'reta' dada dividem-se em duas classes: as que interseccionam l e um número infinito de 'retas' que não fazem essa interseção, sendo, portanto, paralelas a l . Estas duas classes estão separadas por duas 'retas' conhecidas como paralelas limites a l por P .

Um momento importante na história das geometrias não-euclidianas aconteceu em 1854, quando Georg Bernhard Riemann (1826-1866) apresentou uma tese à Universidade de Göttingen, na Alemanha. Baseado nos trabalhos de Gauss, Riemann propunha uma geometria fundada no conceito de curvatura. As geometrias euclidiana, hiperbólica e elíptica, onde a curvatura é constante, passaram a ser descritas depois como casos especiais da geometria de Riemann. Foi a geometria riemanniana que deu suporte à Teoria Geral da Relatividade, proposta por Albert Einstein (1879-1955) em 1917.

Até então não tinham sido encontradas inconsistências nas geometrias não-euclidianas, mas muitos matemáticos ainda relutavam em admiti-las. O descrédito só desapareceu com a introdução dos modelos, o primeiro dos quais, envolvendo a geometria hiperbólica, foi elaborado em 1868 pelo matemático italiano Eugenio Beltrami (1835-1900). Ao trabalhar com superfícies de curvatura constante negativa, Beltrami mostrou que as geodésicas destas poderiam ser interpretadas como 'retas', obtendo-se uma geometria para a qual vale localmente a hipótese dos ângulos agudos. O matemático alemão Felix Klein (1849-1925) propôs, por sua vez, como um modelo que satisfazia a axiomática da geometria elíptica, uma esfera com os pontos diametralmente opostos identificados, figura conhecida como plano projetivo.

O francês Henri Poincaré (1854-1912) foi ainda mais longe, ao introduzir modelos locais abstratos para a geometria hiperbólica através de uma nova noção de distância para pontos do plano. Esses modelos foram utilizados por ele no estudo de variáveis complexas. O modelo do semiplano por ele proposto (figura 4) pressupõe uma noção de distância que varia com o inverso da distância usual à reta que limita o semiplano. Uma idéia intuitiva que descreve esta situação é imaginar que o semiplano tem temperatura variável, ficando mais frio à medida que nos aproximamos de sua 'reta' de fronteira. Assim, quanto mais perto da fronteira colocarmos uma 'régua', menor ela ficará. Tomando-se este semiplano como o definido pelos pares (x,y) , sendo y maior que zero, o elemento de comprimento de arco (métrica) é dado pela fórmula:

$$ds_h = \frac{\sqrt{dx^2 + dy^2}}{y}$$

Esta expressão estabelece que o comprimento aproximado (ds_h) de um pequeno segmento de reta com uma extremidade no ponto x,y é medido pela régua de tamanho variável que descrevemos, sendo seu valor obtido tomando-se o quadrado do comprimento usual ($dx^2 + dy^2$) e dividindo-se este número pela distância y daquele ponto à reta fronteira. O comprimento de uma curva neste modelo hiperbólico é dado pelo limite do processo de aproximação desta por poligonais de pequenos segmentos. Poincaré mostrou que as 'retas' de seu modelo teriam que ser semicírculos e semi-retas perpendiculares à reta fronteira. Isso significa que estas são as curvas do semiplano que minimizam a distância entre dois quaisquer de seus pontos.

Outros modelos abstratos que representam a geometria hiperbólica são os discos

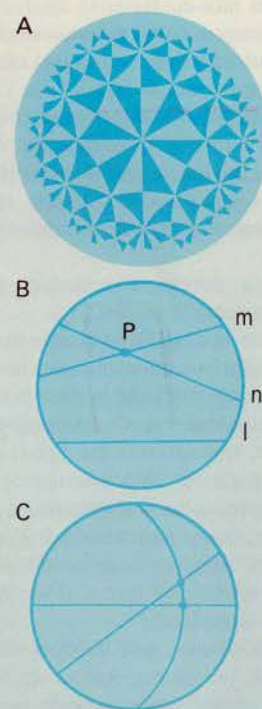


FIGURA 5 Modelos de disco para as geometrias não-euclidianas. No disco de Poincaré (A), modelo para a geometria hiperbólica, as 'retas' são os diâmetros e arcos de circunferência ortogonais, e os triângulos assinalados são congruentes. No disco de Klein (B), também para a geometria hiperbólica, é usada uma noção diferente de ângulo e as 'retas' m e n , cordas do círculo, são paralelas à reta l . No disco fechado, de Klein (C), para a geometria elíptica, as 'retas' são diâmetros e arcos de circunferência que conectam pontos opostos, e a soma dos ângulos internos do triângulo é maior que 180° .

(figura 5) de Poincaré e Klein. O modelo do disco de Poincaré (A) é formado pela região interior de um círculo, utilizando-se a noção usual de ângulo e considerando como 'retas' os diâmetros e arcos de circunferência que formam ângulos retos com o bordo do disco. O disco de Klein (B) é descrito também no interior de um círculo, mas neste caso as cordas são entendidas como 'retas' e é empregada uma noção diferente de ângulo.

Klein também construiu um modelo para a geometria elíptica, tomando um disco fechado (C), com os pontos diametralmente opostos do contorno identificados. Neste modelo, os ângulos são os usuais e as 'retas' são dadas pelos diâmetros e arcos de circunferência que conectam pontos diametralmente opostos, o que permite desenhar um triângulo cujos ângulos têm soma maior que 180° . Através dos modelos abstratos provou-se ao mesmo tempo a independência do postulado das paralelas de Euclides e a compatibilidade entre as novas geometrias e a euclidiana.

Na pesquisa atual em matemática, as geometrias não-euclidianas aparecem em diversos campos, como sistemas dinâmicos, funções automorfas e teoria dos números, com destaque para o estudo das variedades (superfícies) tridimensionais. Nesta última área estão os trabalhos de William Thurston, da Universidade de Princeton (Estados Unidos), considerado um dos grandes matemáticos da atualidade.

Qual seria, porém, a verdadeira geometria do universo?

A geometria euclidiana parece descrever o mundo com boa aproximação, desde que não entrem em jogo distâncias intergalácticas ou subatômicas. O desenvolvimento da ciência, nos últimos 150 anos, mostra que tudo pode ser uma questão de escala e que devemos estar abertos a todas as possibilidades, como recomendava Poincaré, para quem “uma geometria não pode ser mais verdadeira que outra; pode ser apenas mais conveniente”.

Uma abordagem estritamente matemática da questão parece indicar que o universo tem maior probabilidade de ser hiperbólico, pois estudos recentes a respeito de variedades tridimensionais apontam nesse sentido. Essa hipótese é aceita atualmente por muitos físicos, embora ainda não existam evidências experimentais que a comprovem.

Trabalhos teóricos de Albert Einstein indicam, desde o início do século, a impossibilidade de o universo ser estático, ainda que o próprio cientista tenha resistido a essa idéia. No início dos anos 20, porém, o matemático russo Alexander Friedmann (1888-1925) admitiu, estudando as equações originais de Einstein, a hipótese de que o universo se encontra em expansão, e em 1929 o astrônomo norte-americano Edwin Powell Hubble (1889-1953) transformou essa hipótese em uma teoria, após ampla pesquisa nos mais avançados observatórios astronômicos da época (ver ‘A grande explosão’, em *Ciência Hoje* n.º 47).

Uma das dificuldades enfrentadas pela cosmologia atual é determinar, considerada válida a teoria de Hubble, se o universo é aberto (infinito) ou fechado (finito) e se a atual expansão prosseguirá eternamente ou será limitada no tempo, seguindo-se uma contração. Essas questões envolvem o tipo de geometria a que o próprio universo obedece. Caso obedeça a uma geometria elíptica, o universo é fechado e no futuro voltará à singularidade, quando toda a massa existente ficará concentrada em apenas um ponto. Na outra hipótese, em que o universo obedece à geometria euclidiana ou à geometria hiperbólica, teremos necessariamente expansão eterna, que no caso euclidiano se dará a velocidades ca-

da vez menores. Diferentemente da hipótese de um universo elíptico, um universo euclidiano ou hiperbólico tanto pode ser aberto quanto fechado.

Um recurso para compreender melhor a geometria bidimensional é imaginar que o mundo tem apenas duas dimensões, sem ser necessariamente plano (pode ser curvo). O que daria a idéia de reta nesse mundo? Respostas possíveis seriam a trajetória da luz, um caminho sem qualquer desvio lateral ou o prolongamento do trajeto (plano ou curvo) mais curto entre dois pontos. Se desenharmos uma reta ligando dois pontos em uma folha de papel (figura 6), mesmo que curvemos a folha a linha ainda poderá ser pensada como uma ‘reta’ sobre a superfície curva, pois podemos nos deslocar sobre a mesma sem nos desviarmos para a esquerda ou para a direita.

Assim, se nos restringirmos aos mundos bidimensionais das folhas de papel plana e curva, não distinguiremos as duas situações: um observador situado na superfície curva veria sua ‘reta’ da mesma maneira que um observador na superfície plana veria a reta ali existente. Em outro exemplo, se enrolarmos uma folha de papel contendo retas como as mostradas na figura 7 até que as bordas se toquem, formando um cilindro (uma superfície bidimensional), as retas originais continuarão a ser retas pa-

ra um observador situado na superfície, embora para observadores fora dela algumas sejam vistas como círculos ou espirais (hélices).

A mesma idéia pode ser estendida para superfícies não planificáveis mas ainda bidimensionais, como a esfera. Nessas superfícies, a ‘reta’ — que neste caso recebe a denominação *geodésica* — será uma curva (pois acompanha a superfície curva) caracterizada por ter a normal principal coincidindo com a normal à superfície. Estes termos geométricos significam, em uma simplificação extrema, que essa curva especial não entorta nem para a direita nem para a esquerda, quando nos deslocamos sobre ela. No caso da esfera, as ‘retas’ ou geodésicas são os círculos máximos, como o equador e os meridianos da Terra. Assim, dados dois pontos sobre uma superfície esférica, o ‘segmento de reta’ que os une é sempre um trecho da geodésica.

Se a definição de reta mudou, como é a própria geometria em superfícies desse tipo, não planificáveis? Como são os segmentos, os ângulos, os triângulos e outras figuras? Para podermos falar em noções geométricas como congruência de forma análoga à da geometria plana usual, ou euclidiana, precisamos nos restringir às superfícies homogêneas, como são chamadas as que apresentam a mesma curvatura em todos os seus pontos. Assim, as proprieda-

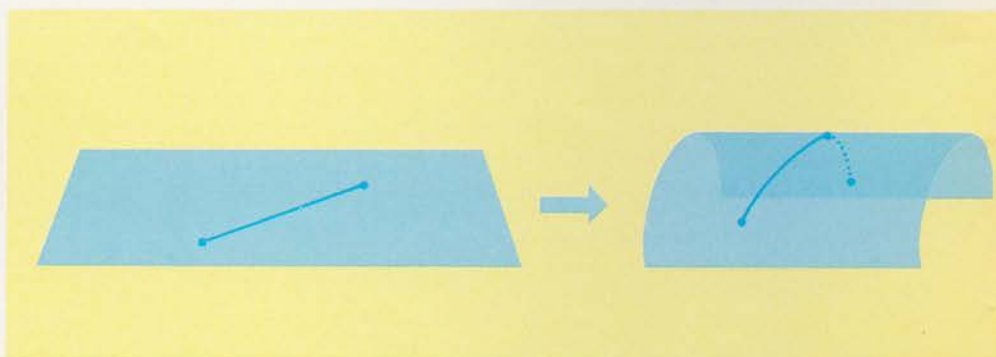


FIGURA 6 A reta traçada em uma folha de papel continua a ser uma reta para um observador situado na superfície obtida pelo papel curvado.

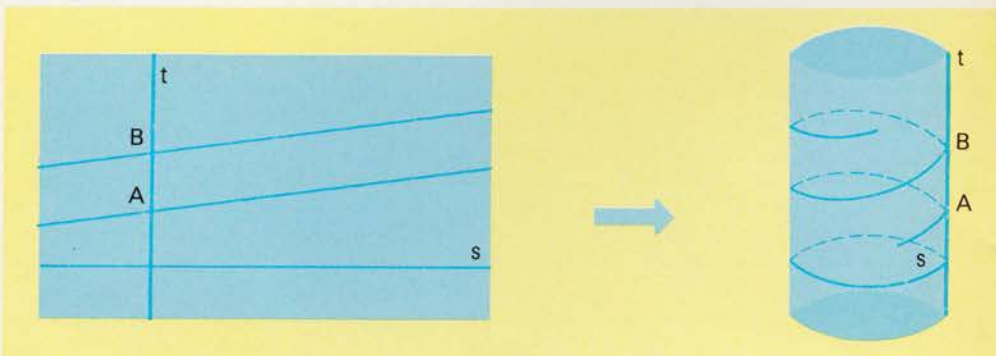


FIGURA 7 Ao curvamos o plano original e formarmos um cilindro, a reta *t* continua a ser uma reta usual para qualquer observador, mas para observadores situados fora do plano a reta *s* torna-se um círculo, e as duas retas paralelas que passam por A e B formam uma espiral apenas.

des de um triângulo, por exemplo, não dependerão da localização de seus vértices.

Existem três tipos de geometria bidimensional homogênea, que podem ser ilustrados de forma local ou parcial pela figura 8. A relação entre o comprimento dos círculos e a área das 'circunferências' (de raio r) assinalados nas ilustrações dá nome às duas geometrias não-euclidianas: as palavras *elipse* e *hipérbole* vêm das expressões gregas para falta e excesso, respectivamente. Estas geometrias não satisfazem ao quinto postulado de Euclides. A geometria elíptica nega o postulado ao assumir que por um ponto fora de uma reta não passa nenhuma paralela à reta dada. Já a geometria hípérbólica admite mais de uma paralela à reta dada (ver 'Hilbert e a ratificação de Euclides').

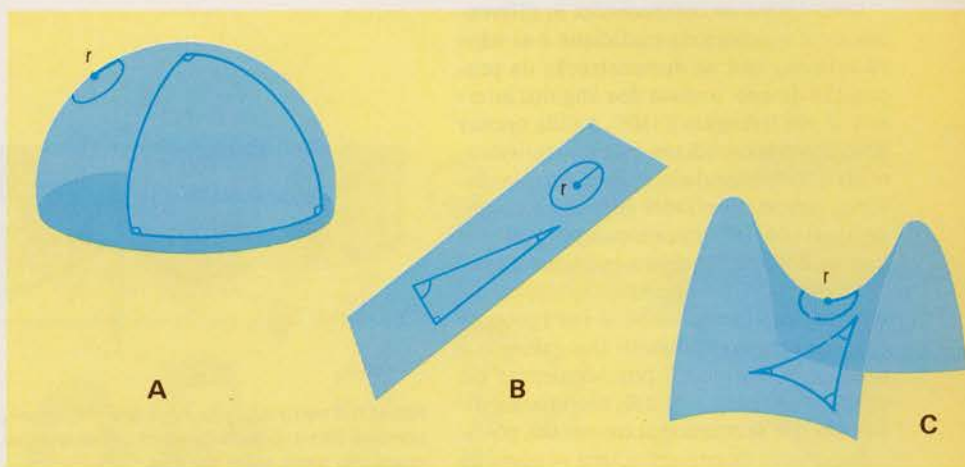


FIGURA 8 Superfícies que dão uma idéia comparativa dos três tipos de geometria: A) esfera — geometria elíptica; B) plano — geometria euclidiana; C) 'sela' — geometria hípérbólica.

HILBERT E A RATIFICAÇÃO DE EUCLIDES

Os *Elementos* de Euclides reuniram e sistematizaram grande parte da geometria conhecida até sua época, fazendo-a avançar sob importantes aspectos. A estrutura lógica desses livros, considerados uma das obras mais editadas e estudadas do Ocidente, influenciou o pensamento científico mais do que qualquer outro texto. Juntamente com a obra de Descartes, os *Elementos* acompanharam Isaac Newton no retiro forçado que fez em Lincolnshire, fugindo da peste, entre 1665 e 1667.

O método introduzido por Euclides é baseado na dedução estritamente lógica de teoremas a partir de um conjunto de conceitos 'primitivos' e afirmações aceitas como verdadeiras, os axiomas ou postulados. Os cinco postulados propostos por Euclides podem ser assim expressos:

- 1 Uma reta pode ser traçada ligando um ponto a qualquer outro ponto.
- 2 Uma reta finita (segmento) pode ser estendida continuamente em uma reta.
- 3 Um círculo pode ser descrito com qualquer centro e qualquer raio.
- 4 Todos os ângulos retos são iguais.
- 5 Se uma reta, intersectando duas retas em um plano, forma ângulos interiores de um mesmo lado com soma menor que a de dois ângulos retos, então as duas retas, se prolongadas indefinidamente, irão se encontrar do lado cuja soma dos ângulos é menor que a de dois ângulos retos.

O aparecimento das novas geometrias, dois mil anos depois, ratificou a necessidade do quinto postulado e ao mesmo tempo levou ao questionamento da própria sistematização de Euclides, cujo 'rigor' já não poderia ser aceito incondicionalmente. Entre as formulações mais rigorosas de geometria feitas a partir de então está a do lógico alemão David Hilbert



FIGURA 9 Diagrama baseado na formulação de Hilbert.

(1862-1943). Nela, os quatro primeiros postulados transformam-se em 13, subdivididos em dois de incidência, quatro de ordem, cinco de congruência e outros dois de continuidade. A teoria assim construída foi chamada de geometria absoluta.

Se acrescentarmos o axioma das paralelas de Euclides ou sua negação, teremos respectivamente as geometrias euclidiana e hípérbólica. A negação do quinto postulado, nesse caso, só pode ser feita assumindo-se que haja mais de uma paralela à reta dada, porque a geometria absoluta possibilita a existência de pelo menos uma reta paralela. Para obtermos a geometria elíptica, teremos que negar o quinto postulado com a hipótese de não existirem retas paralelas, o que implica substituir também os axiomas de ordem (que envolvem a relação de um ponto 'estar entre' outros dois) por axiomas de separação (figura 9). Teoremas cuja prova não depende dos axiomas de ordem e de paralelismo são válidos nas três geometrias: 'os ângulos da base de um triângulo isósceles são iguais', por exemplo.

Outro ponto de questionamento foi a 'consistência' dessas geometrias. Uma teoria é chamada consistente se não pudermos, a partir de seus axiomas, provar um teorema e a negação dele, o que representa uma questão lógica de grande dificuldade. Uma importante contribuição ao desenvolvimento dessa questão foi dada em 1930 pelo lógico austríaco naturalizado norte-americano Kurt Gödel (1906-1978).

Gödel provou que, em teorias suficientemente complexas (em um sentido que pode ser rigorosamente estabelecido e que inclui as geometrias) não é possível demonstrar consistência partindo de elementos da própria teoria, mas pode-se detectar uma 'consistência relativa' através de modelos. Assim, um modelo para a geometria hípérbólica, construído a partir de elementos da geometria euclidiana, mostra que, se esta for consistente, a hípérbólica também o será. Os modelos permitem concluir que as três geometrias são equivalentes quanto à consistência: uma delas é consistente se e somente se a outra também for.

Uma forma de compreender as diferenças entre a geometria euclidiana e as não-euclidianas está na demonstração da proposição de que ‘a soma dos ângulos internos de um triângulo é 180° ’, válida apenas na geometria euclidiana, por ser equivalente ao quinto postulado (figura 10). Nas esferas, únicas superfícies elípticas do espaço usual com curvatura constante positiva, a soma dos ângulos de um triângulo é sempre maior que 180° , sendo o ‘defeito’ (a diferença positiva em relação a 180°) proporcional à área do triângulo. Um exemplo é o triângulo formado por segmentos do equador terrestre e de dois meridianos diferentes que se encontram em um dos pólos.

Superfícies de curvatura zero — como as planificáveis — são modelos locais, ou parciais, para a geometria euclidiana. Além do plano, o cilindro e o cone são exemplos de superfícies que admitem localmente essa geometria, e triângulos traçados sobre elas também terão a soma dos ângulos internos igual a 180° . O cone e o cilindro, porém, não podem ser tomados como modelos globais para a geometria euclidiana, pois podemos ter, em situações especiais, dois pontos conectados por infinitas ‘retas’, contrariando assim o primeiro postulado de Euclides (no cilindro da figura 7, os pontos A e B situados na mesma reta vertical são ligados por infinitas ‘retas’).

Já uma idéia local para a geometria hiperbólica pode ser dada pela ‘sela’, superfície que lembra uma sela de montaria convencional. Nesta geometria, a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre menor que 180° e o ‘defeito’ também é proporcional à sua área. Modelos para a geometria hiperbólica são dados por superfícies de curvatura constante negativa, onde as geodésicas representam as ‘retas’. Um exemplo conhecido de superfície com curvatura constante negativa, que vale como modelo local para a geometria hiperbólica,

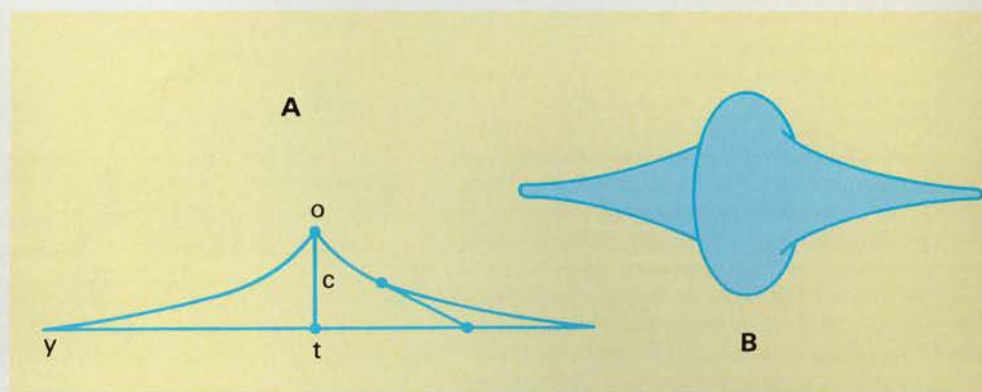


FIGURA 11 A tratriz (A) é uma curva descrita por um ponto (o) ao ser tracionado através de uma corda de comprimento fixo (c) por um objeto (t) que se move ao longo de um eixo (y). A ‘pseudo-esfera’ (B) é obtida pela rotação da tratriz sobre seu eixo.

ca, é a ‘pseudo-esfera’, obtida pela rotação de um tipo de curva denominada tratriz (figura 11). Tanto a ‘pseudo-esfera’ quanto a ‘sela’ não são modelos plenamente adequados para a geometria hiperbólica: a ‘sela’ por não ser homogênea, isto é, por ter curvatura variável, e a ‘pseudo-esfera’ por não ser completa, isto é, por apresentar pontos singulares que impedem o prolongamento das geodésicas (nesses pontos a superfície não tem curvatura definida nem admite um plano tangente).

O fenômeno dos pontos singulares ocorre em todas as superfícies de curvatura constante negativa, como demonstrou Hilbert. Dessa forma, não é possível obter um modelo concreto (superfície do espaço usual) para o que é denominado plano hiperbólico — um plano que admite geometria hiperbólica. O modelo, neste caso, é desenvolvido de forma abstrata, pela introdução de diferentes noções de distância e ângulo, como ocorre nos discos criados por Poincaré e Klein.

Visualizar as chamadas superfícies não-euclidianas pode ser mais fácil se construirmos modelos polidrais aproximativos. A

MEDINDO DESSEMELHANÇAS

Distribuições normais de probabilidade são funções matemáticas que representam a frequência relativa com que determinados eventos ocorrem, definidas com base em uma frequência média e um desvio padrão previamente conhecidos. Essas funções estão associadas, de maneira exata ou aproximada, a muitos fenômenos físicos e biológicos.

A lei de Maxwell, por exemplo, diz que os componentes do vetor velocidade de uma molécula de gás, sob apropriadas condições, têm distribuição normal com média zero e um desvio-padrão dependente de certas características do gás. O conteúdo do ADN (a molécula que contém a informação genética) em um tipo particular de célula também pode ser associado a uma distribuição normal, assim como medidas de erros em experimentos físicos, variabilidade dos produtos finais em linhas de produção industrial e variáveis biológicas do tipo peso e altura.

A média (m) e o desvio-padrão (δ) definem a função densidade de probabilidade normal de acordo com a seguinte fórmula:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \delta} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x-m}{\delta} \right)^2 \right]$$

Graficamente, uma distribuição normal de probabilidade pode ser representada por uma curva do tipo gaussiana (figura 12), assim denominada por ter sido descrita e estudada por Karl Gauss. A área hachurada sob esta curva (integral), correspondente a um intervalo da variável aleatória x , entre x_0 e x_1 , fornece a probabilidade de que o fenômeno descrito por x ocorra neste intervalo.

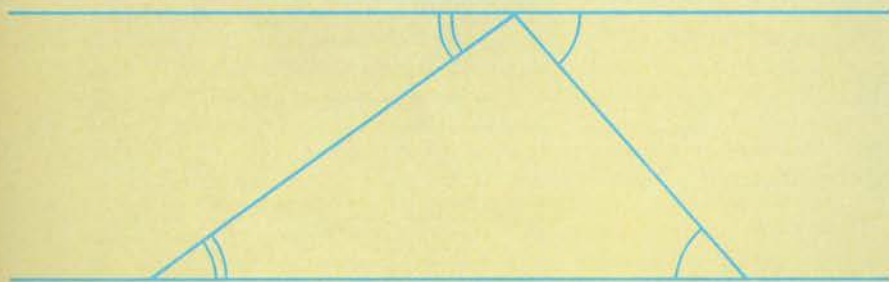


FIGURA 10 A proposição de que ‘a soma dos ângulos internos de um triângulo é 180° ’ pode substituir o quinto postulado na construção da geometria de Euclides.

idéia central desses modelos (baseados em triângulos) é a de que podemos obter superfícies elípticas ou hiperbólicas se retirarmos ou acrescentarmos área ao plano original. Em consequência, obtemos respectivamente triângulos 'côncavos' ou 'convexos' e podemos traçar nenhuma ou muitas paralelas a uma determinada reta, negando o quinto postulado de Euclides.

Uma construção que aproxima poliedralmente o plano hiperbólico é sugerida por Jeffrey Weeks no livro *The shape of Space (A forma do espaço)*. Ampliando essa proposta, analisamos neste modelo o comportamento dos fatos essenciais da geometria hiperbólica, como a existência de infinitas retas passando por um ponto, todas

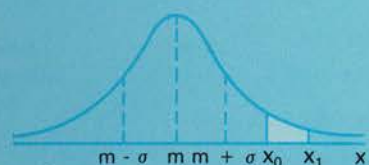
paralelas a uma reta dada; a soma dos ângulos de um triângulo menor que 180° ; o traçado de quadriláteros especiais e outros. Uma análise comparativa entre as geometrias hiperbólica e elíptica também pode ser feita, após a construção de um modelo poliedral para esta última. O trabalho com os modelos polidrais serviu como estímulo à pesquisa atual das autoras, sobre a utilização de conceitos da geometria hiperbólica na interpretação de modelos em física e estatística (ver 'Medindo dessemelhanças').

As estruturas polidrais (figura 16) retratam as geometrias não-euclidianas de forma apenas aproximada, já que não são homogêneas e têm singularidade nos vértices, onde a curvatura fica infinitamente concen-

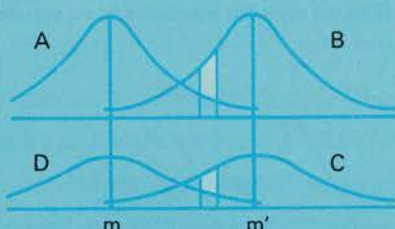
trada, se comportando como uma distribuição de Dirac — conceito estatístico importante na física quântica, desenvolvido pelo físico inglês Paul A. Dirac (1902-1984). Por isso, a soma dos ângulos internos de um triângulo desenhado nessa superfície vai depender de quantos vértices do modelo esse triângulo contorna, e não de sua área interna. O valor desses modelos polidrais está em serem naturais, ou reais, facilitando a visualização dos elementos intrigantes das geometrias não-euclidianas. Isso mostra que, em geometria, o óbvio pode não ser assim tão óbvio e leva a olhar a própria geometria sob insuspeitados ângulos.

Partindo da idéia local do plano hiperbólico dada pela 'sela', tentamos visualizá-lo

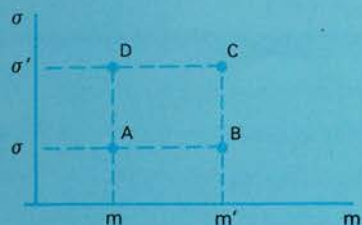
12



13



14



15

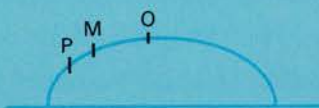


FIGURA 12 Curva gaussiana de distribuição de probabilidade de uma variável aleatória (x), definida por uma média (m) e um desvio-padrão (σ).

FIGURA 13 Comparação entre dois pares de curvas de distribuição de probabilidade, com mesmo desvio-padrão e diferentes médias. Aumentando o desvio-padrão, a 'distância' entre as duas curvas associadas diminui.

FIGURA 14 O semiplano média $\times$ desvio-padrão é um exemplo de geometria hiperbólica, onde a noção de distância é diferente da usual. Assim, a 'distância' entre C e D é menor que entre A e B.

FIGURA 15 O semiplano média $\times$ desvio-padrão pode ser representado de forma semelhante à do semiplano de Poincaré. Neste caso, as 'retas' são dadas por semi-retas verticais e semi-elipses.

Uma medida para a 'distância' entre duas destas curvas deve refletir a diferença entre as integrais das funções densidade, isto é, o quanto a probabilidade varia de uma curva de distribuição para a outra. Essa noção de distância determina que as distribuições C e D da figura 13 estão mais 'próximas' do que as distribuições A e B. Como a cada par (média, desvio-padrão) corresponde uma distribuição normal, podemos tomar o semiplano cartesiano superior m, δ , onde δ é um número positivo, como modelo para o conjunto de todas as distribuições normais. Assim, os pontos A, B, C e D da figura 14 correspondem precisamente às curvas de distribuição da figura 13.

Se quisermos introduzir uma noção de distância entre dois pontos do plano m, δ (figura 14) que reflita a 'dessemelhança' entre as curvas correspondentes a esses pontos, esta distância não pode ser a euclidiana. De fato, naquele plano a distância entre os pontos A e B deverá ser maior do que entre C e D, já que a desvio-padrão maiores correspondem curvas mais achatadas, que exibem menor diferença entre as probabilidades correspondentes (áreas hachuradas). Percebemos então que a geometria do semiplano m, δ , associada a uma tal noção de distância, será de natureza hiperbólica. A partir dos coeficientes da matriz de informação de Fisher, conceito introduzido pelo bioestatístico inglês Ronald Fisher (1890-1962), é possível definir no semiplano m, δ uma métrica (noção de distância) cuja expressão para o elemento de comprimento de arco é:

$$ds^2 = \frac{dm^2 + 2d\delta^2}{\delta^2}$$

Com essa noção de distância, o semiplano (m, δ) passa a ter geometria hiperbólica, apresentando curvatura constante igual a $-1/2$. Isso significa que podemos usar como modelo para a representação dessa distribuição um semiplano muito semelhante ao de Poincaré, mas nesse caso as 'retas' serão semi-retas verticais e semi-elipses centradas no eixo (δ igual a zero) e com proporção entre os diâmetros vertical e horizontal igual a $1/\sqrt{2}$. Este modelo está ilustrado na figura 15, que inclui duas distribuições normais (P e Q) e a distribuição média (M) associada a elas, segundo a noção de distância de Fisher.

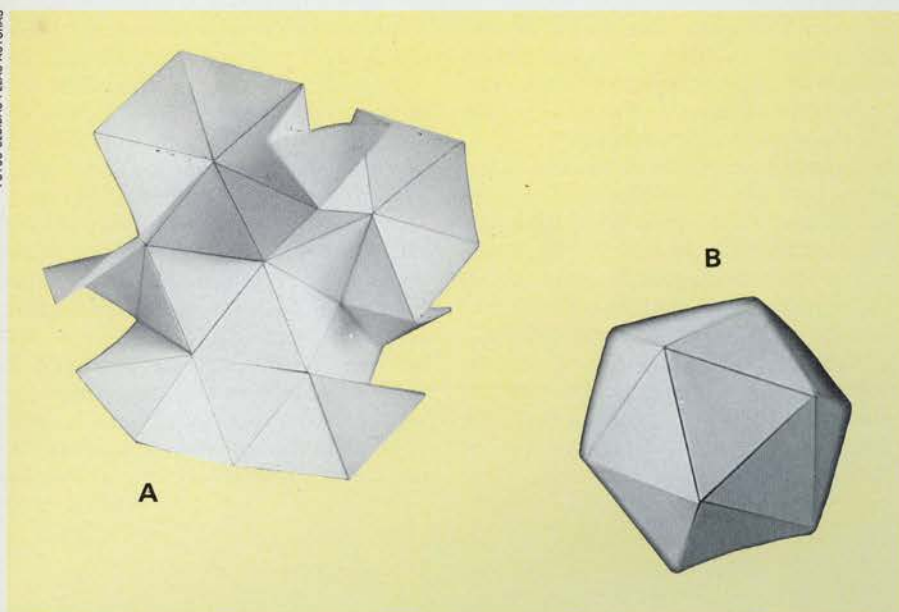


FIGURA 16 Modelos aproximativos, construídos em cartolina, para a superfície hiperbólica (A) e a superfície elíptica (B).

globalmente imaginando cada um de seus infinitos pontos como uma sela diminuta. No modelo é possível fazer isso usando-se, como unidades básicas, pequenas selas poliedrais, cada uma das quais construída a partir de um hexágono formado por seis triângulos equiláteros, ao qual se acrescenta outro triângulo equilátero, como na figura 17. Assim, nossa unidade básica é um trecho 'encrespado' do plano, formado por sete triângulos unidos em um ponto comum, denominado vértice da superfície poliedral.

Seguindo sempre o princípio de fazer convergir sete triângulos em cada vértice, podemos seguir conectando as unidades básicas para elaborar a representação do plano hiperbólico, a qual será tanto melhor quanto maior for o número de unidades conectadas. Uma malha plana de triângulos equiláteros formando hexágonos (figura 18) serve de base para essa construção.

Quando planificamos parcialmente esta superfície, estendendo-se trechos do modelo sobre uma mesa, os segmentos de reta obtidos são segmentos euclidianos. A soma dos ângulos internos de um triângulo desenhado em tal superfície será, respectivamente, 180° , 120° e 60° , conforme esse triângulo contorne nenhum, um ou dois vértices do modelo poliedral sugerido. O 'defeito' está, portanto, relacionado à quantidade total de ângulos de 60° inseridos nos vértices do modelo, na região delimitada pelo triângulo, e a justificativa para estes resultados experimentais pode ser dada pela versão poliedral do teorema de Gauss-Bonnet. De grande importância na geometria diferencial, esse resultado para superfícies lisas (sem vértices) foi desenvolvido pelo alemão Karl Gauss e pelo francês Pierre Bonnet (1819-1892) para o cálculo

dos ângulos internos de um triângulo geodésico (a soma desses ângulos depende da curvatura da superfície e da área que o triângulo delimita). Observamos que nos modelos abstratos para a geometria hiperbólica, matematicamente perfeitos, o 'defeito' de um triângulo é proporcional à sua área e pode assumir qualquer valor entre zero e 180° .

Outras visualizações interessantes que o modelo poliedral permite são as dos quadriláteros de Saccheri e Lambert, com suas respectivas propriedades (figura 19). Quando se desenhavam essas figuras, entretanto, devem ser consideradas as limitações decorrentes da existência de vértices no modelo aproximativo. Para se obter um quadrilátero de Saccheri, por exemplo, é preciso cuidar para que a figura seja simétrica em relação aos vértices do modelo que contorna. Também não se podem traçar retas passando pelos vértices da superfície, pois não fica claro qual direção deve ser seguida a partir desses pontos.

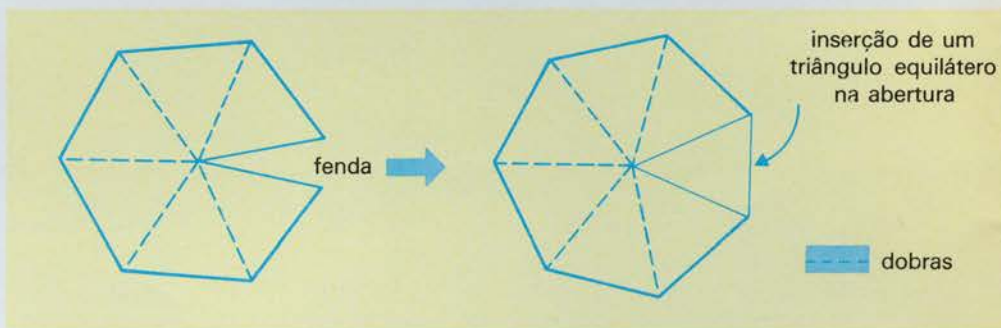


FIGURA 17 Construção do modelo do plano hiperbólico: a inserção de novo triângulo equilátero na fenda cria a unidade básica do modelo.

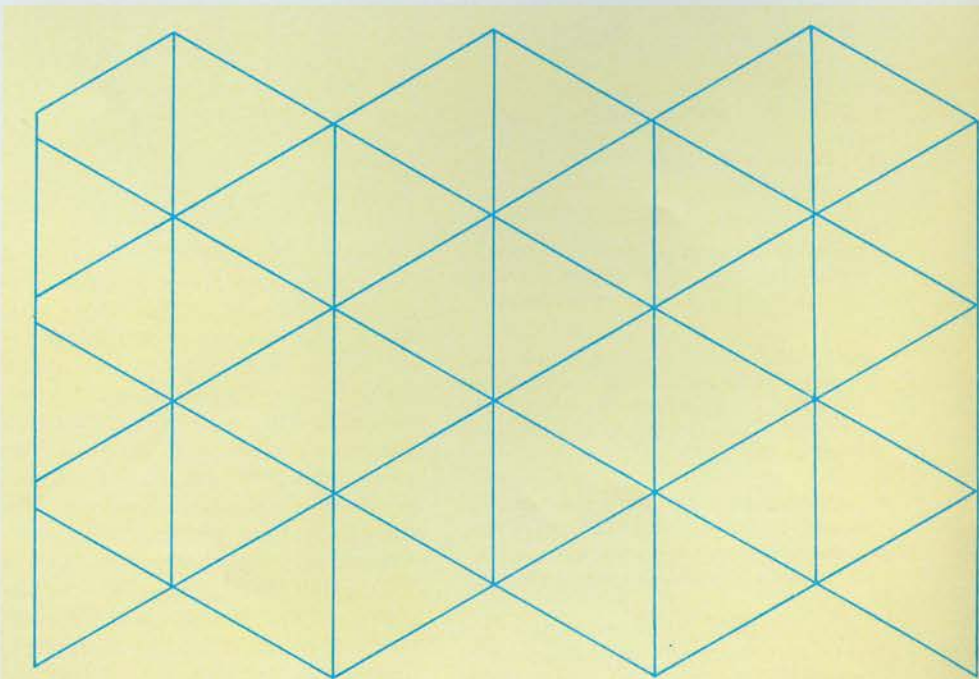


FIGURA 18 Uma malha desse tipo, em cartolina e ampliada, permite construir os modelos poliedrais.

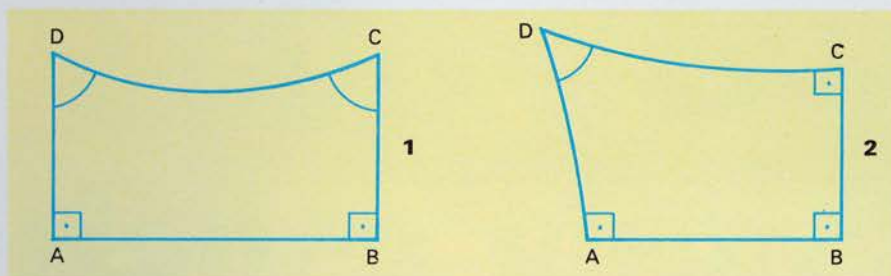


FIGURA 19 Os quadriláteros de Saccheri (1) e Lambert (2). No primeiro, A e B são ângulos retos, os lados AD e BC são iguais, os ângulos C e D são agudos e os lados AB e CD são paralelos, mas CD é maior que AB. No segundo quadrilátero, os ângulos A, B e C são retos e apenas o ângulo D é agudo. Os lados AB e CD são paralelos, mas CD é maior que AB. Os lados BC e AD também são paralelos, mas AD é maior que BC.

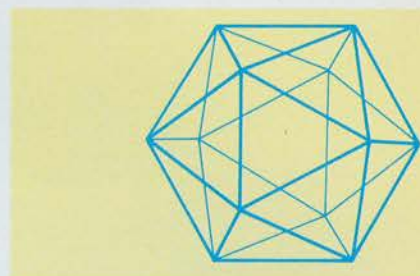


FIGURA 21 O icosaedro, obtido quando as unidades básicas são construídas retirando-se um triângulo equilátero de cada hexágono, é um modelo aproximativo para a geometria elíptica.

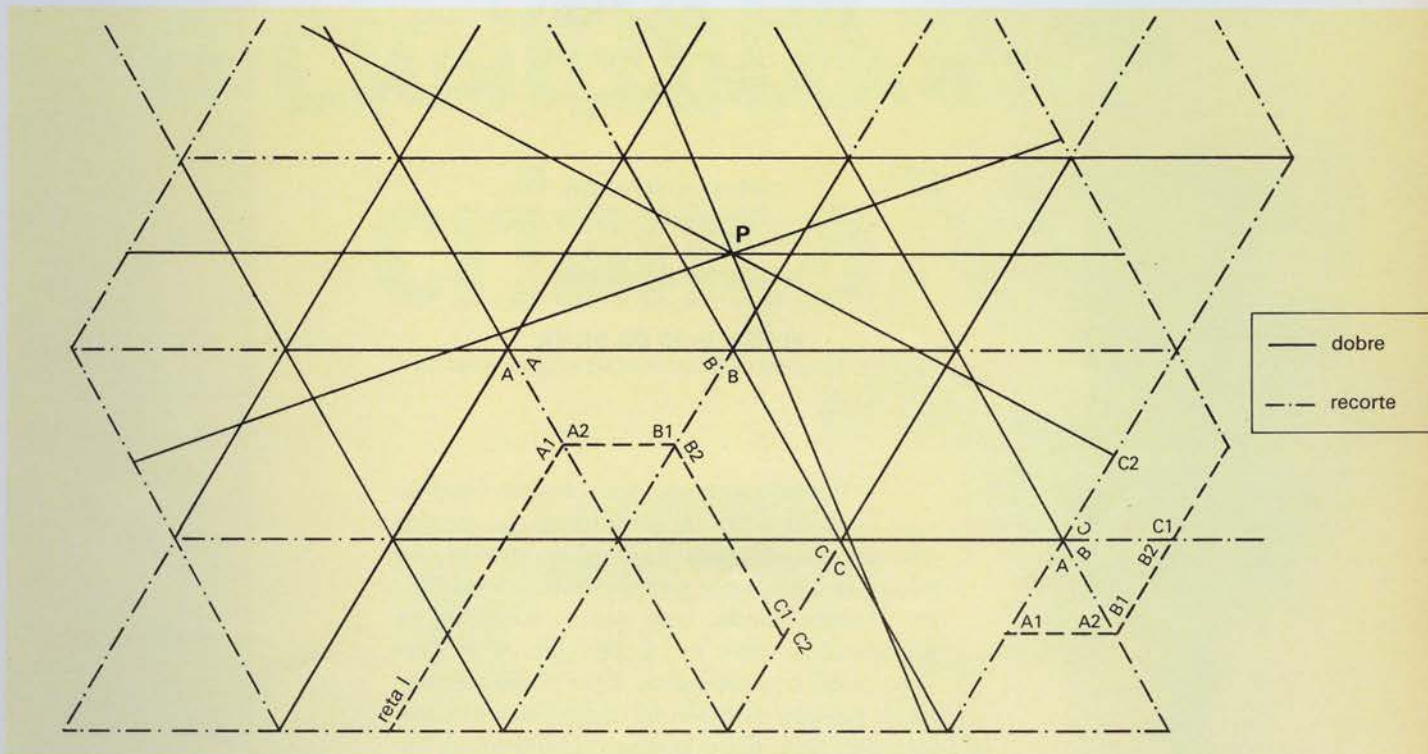


FIGURA 20 A construção do modelo, usando-se uma ampliação desta malha, permite visualizar a existência de mais de uma paralela (linhas cheias), todas passando pelo ponto P, à reta dada (linha tracejada), como prevê a geometria hiperbólica. Os três triângulos recortados à direita devem ser unidos com a maior precisão possível nos pontos indicados no centro, obedecendo a posição dos vértices e lados. Os demais triângulos a serem desconectados devem ser enxertados de modo a completar as unidades básicas.

O modelo poliedral para o plano hiperbólico permite entender que por um ponto fora de uma reta passam infinitas paralelas à reta dada. A malha apresentada na figura 20 já contém algumas retas, pré-traçadas, e seu paralelismo com a reta-base ficará expresso na construção do modelo.

Os mesmos hexágonos usados no modelo do plano hiperbólico servem para a construção de outro modelo. Se retirarmos um triângulo de cada hexágono — ao invés de inserir um, como no plano hiperbólico — obteremos unidades básicas com as quais é possível construir um icosaedro, modelo aproximativo para a geometria elíptica (figura 21). Em estudo análogo ao que fizemos com o modelo hiperbólico, pode-se relacionar a soma dos ângulos de um triângulo, medidos na superfície planificada lo-

calmente, com o número de vértices do modelo que esse triângulo contorna, e comparar o resultado com o 'defeito' dos triângulos desenhados em uma esfera.

Podemos construir modelos poliedrais diferentes, formados por outros polígonos, como se estivéssemos ladrilhando um piso imaginário. E ladrilhar hiperbolicamente pode ser mais criativo. Enquanto em um piso absolutamente plano só podemos usar três polígonos regulares (triângulo, quadrado e hexágono), se o 'chão' tiver uma forma hiperbólica podemos ladrilhá-lo com qualquer polígono regular. Este piso será tão mais 'encrespado' ou 'franzido' quanto mais área estivermos inserindo, isto é, quanto maior for a soma dos ângulos de cada vértice da superfície poliedral (sempre superior a 360°).

SUGESTÕES PARA LEITURA

- FABER R., *Foundations of Euclidian and Non-Euclidian Geometry*, Nova York, Marcel Dekker, 1983.
- GREENBERG M.J., *Euclidian and Non-Euclidian Geometries*, São Francisco, W. H. Freeman, 1974.
- HILBERT D. & COHN-VOSSEN S., *Geometry and the Imagination*, Nova York, Chelsea, 1956.
- ROCHA L.F.C., *Introdução à geometria hiperbólica plana*, Rio de Janeiro, IMPA, 1987.
- THURSTON W. & WEEKS J.R., 'The Mathematics of Three-dimensional Manifolds', *Scientific American*, julho, 1984.
- DO CARMO M.P., 'Geometrias não-euclidianas', *Matemática Universitária* 6, 1987.

OS CAMINHOS DO FOGO NA AMAZÔNIA

CHRISTOPHER UHL

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO, EMBRAPA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PENSILVÂNIA, EUA

J. BOONE KAUFFMAN

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE OREGON, EUA

ELSON DIAS DA SILVA

UNIDADE ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA

A floresta virgem, nos trópicos úmidos, raramente se incendeia. E, mesmo quando isto acontece, é quase impossível que o fogo se alastre por grandes extensões de terra. O clima úmido, com índices elevados de precipitação, gera condições altamente desfavoráveis aos incêndios. Esta paisagem natural, porém, está sendo radicalmente transformada pela ação humana. Onde antes havia mata virgem, hoje se formam colchas de retalhos, misturando trechos de floresta explorada com a extração de madeira, pastagens e terras abandonadas. Com essas mudanças provocadas pelo uso da terra, a região amazônica está se tornando a cada dia mais suscetível ao fogo e, o que é pior, à ocorrência de um grande incêndio. Os padrões de ocupação da terra na região oriental da Amazônia, hoje, são muito semelhantes àqueles que antecederam o enorme incêndio que destruiu milhares de quilômetros de floresta úmida em Kalimantan, Indonésia, entre 1982 e 1983.



Estamos numa era em que o fogo é um importante fator de alteração nas regiões de floresta tropical úmida. O regime de uso do fogo na Amazônia está mudando. Se antes as queimadas eram poucas e de baixa intensidade, agora o que se observa é um regime de alta frequência, com grande potencialidade de danos. Porém, ainda se conhece pouco sobre os materiais combustíveis (restos vegetais) naturalmente presentes nos ecossistemas amazônicos. Tampouco existem informações disponíveis sobre as condições microclimáticas que influenciam o nível de umidade desses materiais combustíveis e que determinam o seu potencial de ignição. Por isso é tão difícil, em caso de incêndio, fazer-se uma avaliação correta da resistência da cobertura vegetal e das possibilidades de sobrevivência das espécies amazônicas.

A fim de compreender as possibilidades de alastramento do fogo, foram estudados quatro tipos de cobertura vegetal na Amazônia oriental: um trecho de floresta primária (intacta), outro de floresta explora-

da (em que se fazia a extração da madeira), outro de floresta secundária (pastagem abandonada há oito anos, reflorestada naturalmente) e também um trecho de pastagem implantada (ver 'As coberturas vegetais'). Foram coletadas, nesses quatro tipos de cobertura vegetal, informações sobre três itens importantes. Primeiro, medimos a quantidade, os tipos de material combustível (serrapilheira — também conhecida pelo nome de liteira —, madeira fina, madeira grossa etc.) e sua distribuição em cada um dos terrenos. Em seguida, pesquisamos o microclima local, que afeta diretamente a secagem desse combustível. E, por fim, observamos as características das cascas das árvores como fator de resistência ao fogo. Com essas informações, seria possível determinar a quantidade do material combustível disponível, sua facilidade para secagem natural e para queima, e o potencial de resistência ao fogo das espécies arbóreas da floresta amazônica.

Este estudo foi realizado numa área de pesquisa que fica a sete quilômetros da ci-

dade de Paragominas, no Pará (2° 55' de latitude sul, 47° 34' de longitude oeste), na região oriental da Amazônia. Ali se associam esses quatro tipos de cobertura vegetal, que apresentam características diversas. O trecho de floresta primária tinha 30 km², com área basal de 26 m² por hectare (ha), biomassa aérea de 250 toneladas (t) por hectare, altura de 40 m e uma cobertura de dossel de 80% (o que quer dizer que 80% da superfície estava coberta por vegetação de copa cerrada). Em contrapartida, a área de 40 ha de floresta explorada, com extração de madeira realizada por trator de esteira, tinha área basal de 13 m² por ha e cobertura de dossel de apenas 43%. Por seu turno, a área de floresta secundária, abandonada por oito anos após o seu uso como pastagem, abrangia 10 ha, com área basal de 8 m² por ha, altura de 8 m, e apresentava cobertura de dossel de 75%. Finalmente, foram estudados também 10 ha de pastagem, que tinham vegetação composta de gramíneas e ervas daninhas com alturas entre um e dois metros.

Preservar a floresta primária,
mais resistente à combustão,
é a melhor maneira de prevenir
os incêndios florestais, que a cada
ano aumentam em toda a Amazônia.



ANTONIO RIBEIRO / ABRIL PRESS

AS COBERTURAS VEGETAIS

Este trabalho se baseou em quatro tipos de vegetação da região de Paragominas, no Pará, que perfazem uma sequência de alterações introduzidas pelo homem: da floresta primária (a floresta intacta) para a floresta explorada (por extração de madeira), daí para as pastagens e, em seguida, para a floresta secundária (o trecho de pastagem abandonado, onde ocorreu um reflorestamento natural). Nesta sequência, está representada uma boa parte da vegetação existente na Amazônia (figura 1). Esses quatro ecossistemas, no entanto, não são igualmente suscetíveis ao fogo. Há, entre eles, diferenças importantes quanto à frequência de ignição, à quantidade e às características do material combustível, além dos contrastes de microclima, que afetam diretamente a secagem desse combustível.

Em trechos de floresta primária, a quantidade de combustível (serrapilheira e madeira morta) é suficiente para o alastramento sustentado do fogo. A floresta primária, porém, dificilmente se incendia. Isto porque a temperatura amena e a umidade relativa elevada não permitem que os combustíveis sequem até o ponto de combustão.

A floresta explorada após a extração seletiva de madeira tem uma quantidade de biomassa combustível três vezes maior do que a floresta primária. Além disso, a cobertura de dossel é geralmente reduzida à metade nas operações de exploração, provocando importantes alterações no microclima. Durante a estação seca, basta um período de cinco ou seis dias para secar o material combustível ao ponto de ignição. Assim, as florestas que sofrem extração de madeira formam um ambiente bem mais propício ao alastramento do fogo. Com o corte das árvores, aumenta a quantidade de material combustível, o microclima se torna mais seco e a ação humana multiplica as fontes de ignição.

Nos locais de floresta secundária, quando ocorrem incêndios, os resultados podem ser muito danosos. Há fazendeiros que se utilizam do fogo para controlar ervas invasoras e favorecer gramíneas, em áreas de pastagens, e depois não conseguem impedir que o fogo se alastre para florestas secundárias vizinhas. A copa aberta dessas matas reconstituídas permite que ervas e gramíneas persistam junto às novas árvores, aumentando a quantidade de material combustível junto ao solo. Muitas das espécies de árvores pioneiras apresentam uma elevada proporção de

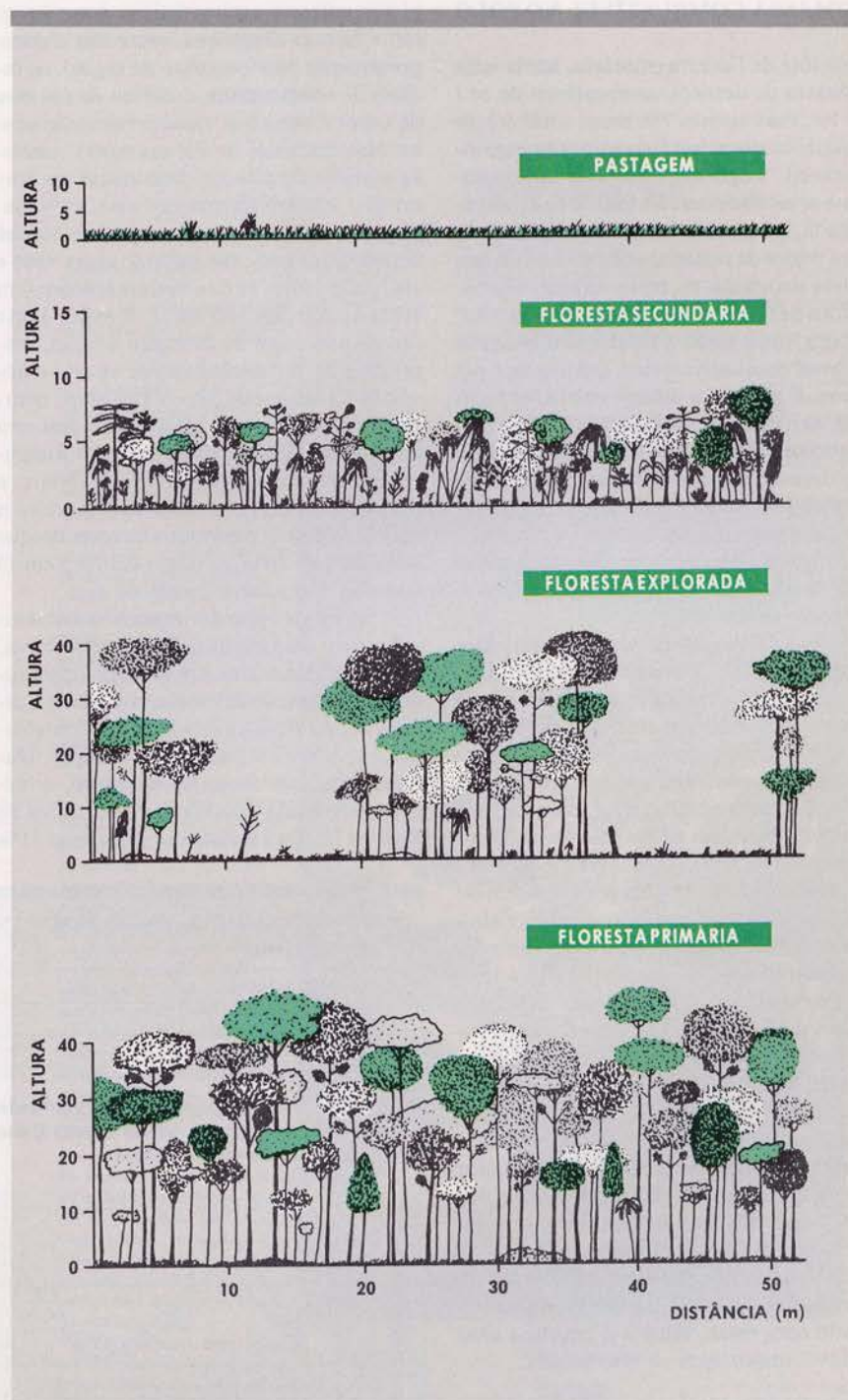


FIGURA 1 Tipos de coberturas vegetais abordados nesta pesquisa. Grande parte da região amazônica apresenta esses tipos de vegetação.

quedas de folhas durante longos períodos sem chuva. Assim, somando-se a quantidade de combustível à baixa e aberta estrutura da vegetação, não são poucos os incêndios cuja intensidade ameaça até a copa das árvores, nesses trechos de floresta secundária.

Finalmente, as pastagens são altamente inflamáveis no período da estiagem. Na área de estudo, na região de Paragominas, havia mais de dez toneladas de ma-

terial fino, altamente combustível, por hectare. Embora esse tipo de vegetação tenha grande resistência à seca, a maior parte de sua biomassa foliar cai ao solo nesses períodos. O resultado é o acúmulo de uma mistura de resíduos vegetais de elevado poder de combustão. Assim, durante a estação seca, as pastagens são potencialmente inflamáveis após um período de apenas 24 horas da ocorrência de uma chuva.

BIOMASSA COMBUSTÍVEL NO SOLO

No lote de floresta primária, havia uma biomassa de detritos combustíveis de 56 t por ha, mas apenas 7% desse total era de material combustível fino (prontamente inflamável). Logo um contraste impressionante se estabeleceu: no lote de floresta explorada, encontrou-se uma quantidade três vezes maior de material combustível do que aquela detectada na mata virgem. Havia, no lote de floresta explorada, 179 t por ha, embora, nesse total, a fração composta por material combustível fino continuasse pequena. E quando a mesma coleta foi realizada na parcela de pastagem, o total de biomassa combustível encontrado não foi muito diferente daquele medido nos lotes de floresta primária e secundária. Na pastagem, porém, aumentou muito a biomassa de combustíveis finos: era de 11 t por ha, duas vezes maior do que em qualquer outro ecossistema.

Além da quantidade, era preciso atentar para a disposição vertical do material combustível e fornecer uma classificação do seu arranjo. Em média, a altura dessa biomassa, tanto na floresta explorada quanto na pastagem, variava entre 40 e 50 centímetros (cm). E, nesses ecossistemas, uma vez que a maior proporção de detritos finos estava disposta bem acima da superfície do solo, aumentavam as condições para secagem do material combustível e o conseqüente alastramento do fogo. A altura do material combustível nas parcelas de floresta primária e secundária variava apenas entre 10 e 20 cm, cerca da metade daquela encontrada nas outras duas áreas. Deve-se salientar que em todos os quatro tipos de vegetação havia material combustível em quantidade suficiente para o fogo se espalhar. Porém, aqueles que dispunham de maior altura (afastamento do solo) e de maior quantidade de combustíveis finos — os lotes de pastagem e de floresta explorada — poderiam ser bem mais suscetíveis a um incêndio. Mas, para se medir essa suscetibilidade com rigor, faltava à pesquisa uma variável importante: o microclima.

A INFLUÊNCIA DO MICROCLIMA

O fato de determinado tipo de vegetação ter grande quantidade de material combustível não significa necessariamente que o local em que se encontra tenha maior propensão ao fogo. O microclima pode impedir o processo de secagem dos materiais combustíveis, que, dessa forma, não atinge o ponto de ignição. Era preciso, então, conhecer a influência do microclima em cada um dos tipos de vegetação, nos terrenos selecionados para a pesquisa.

O conteúdo de umidade do material combustível é resultado de interações com-

plexas entre as características desse material e fatores climáticos, entre eles o comportamento pluviométrico da região, os índices de temperatura, o déficit de pressão de vapor d'água e as características do vento. Nas cercanias de Paragominas, embora a média de pluviosidade esteja em torno de 1 800 milímetros por ano, as variações sazonais são grandes e podem mudar de ano para ano. No período entre 1985 e 1987, esse índice variou entre 2 800 mm (em 1985) e 1 600 mm (em 1987). A maior parte das chuvas caem de fevereiro a maio, sendo mais seco o período entre agosto e novembro. Nesse intervalo de três anos, ocorreram 31 períodos de três ou mais dias sem chuvas entre agosto e novembro, e somente sete desses períodos entre fevereiro e maio. Nos meses chuvosos (de fevereiro a maio), não houve períodos maiores do que seis dias sem chuvas, o que ocorreu em 17 ocasiões nos quatro meses de seca.

A perda de água do material combustível ocorre durante os períodos sem chuva. O microclima exerce um forte controle sobre a secagem desses materiais. Assim, alterações na floresta resultam em transformações significativas no microclima. Durante a estação seca, por exemplo, a média de umidade relativa às 13 horas foi de 86% na floresta primária e de apenas 51%

na pastagem. Já nos trechos de floresta explorada e de floresta secundária, no mesmo horário e na mesma estação, a umidade (em média) estava abaixo de 65%. No que se refere aos índices de temperatura, o mesmo contraste se manteve: a média de temperatura máxima estava em 38°C na pastagem, mas na floresta primária caía para 28°C. As pastagens eram, portanto, 10°C mais quentes (figura 2).

Havia também padrões distintos na flutuação dos índices de temperatura e de umidade relativa próximo ao chão, para os quatro tipos de cobertura vegetal. Em todas as áreas pesquisadas, a cada dia, o aumento e o declínio da temperatura se repetiam com certa regularidade. As diferenças aumentavam no começo da tarde (figura 3). Em todos os tipos, a umidade relativa apresentava uma tendência estacionária, próxima da saturação, até as dez da manhã, decrescendo, em seguida, até atingir um piso e recomeçar uma ascensão gradual, no final da tarde. Além dos índices de umidade, também eram diferentes os valores relativos ao déficit de pressão de vapor (DPV), que é uma boa forma de se medir a capacidade de evaporação do ar. O DPV foi sete vezes maior na pastagem e quatro vezes maior na floresta explorada, como se observou na figura 2.

VARIÁVEL MICROCLIMÁTICO	UMIDADE RELATIVA (%)	DPV (kPa)	TEMPERATURA MÁX.	TEMPERATURA MÍN.
FLORESTA PRIMÁRIA	86	0,5	28	22
FLORESTA SECUNDÁRIA	62	2,0	33	21
FLORESTA EXPLORADA	64	2,3	37	22
PASTAGEM DEGRADADA	51	3,5	38	20

FIGURA 2 Esta tabela apresenta a média da umidade relativa ao meio-dia, o déficit de pressão a vapor (DPV) e as temperaturas máxima e mínima durante 62 dias seguidos, no verão de 1987, em quatro tipos de vegetação, na região de Paragominas, Pará.

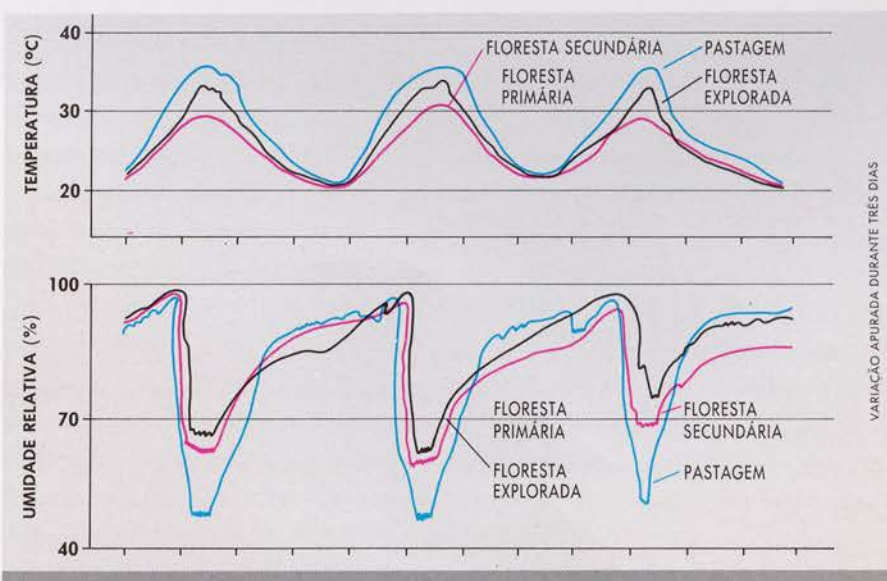


FIGURA 3 Da floresta primária até a pastagem degradada, a sequência de coberturas vegetais sofre um substancial aumento dos índices de temperatura média e uma sensível queda de umidade relativa.



A intervenção humana, extraindo a madeira ou substituindo a floresta pela pecuária ou a agricultura, altera o microclima local e multiplica a quantidade de material inflamável.

A SUSCETIBILIDADE AO FOGO

Todas essas diferenças de microclima, de um tipo de cobertura vegetal para outro, podem ter uma forte influência sobre a taxa de perda de água nos materiais combustíveis. O conteúdo de água do material combustível foi determinado comparando-se diariamente os pesos de amostras de serapilheira (liteira) e outras de pedaços de madeira fina, em cada uma das quatro áreas. Durante o verão, a proporção de perda de água nos materiais combustíveis é bem diferente entre os ecossistemas. O conteúdo de umidade dos gravetos (amostras de madeira fina), por exemplo, em cada uma das áreas, parecia estreitamente relacionado com o índice de umidade relativa do ar (figura 4). Determinamos, por meio de ensaios de campo, que a umidade relativa do ar precisa ser inferior a 65% para que os materiais combustíveis sequem até o ponto de ignição, isto é, atinjam um conteúdo de umidade inferior a 15%.

Os dados demonstraram que toda vez que os materiais atingiam um conteúdo de água acima de 20% se tornava impossível a ignição. Nos testes de fogo simulado, quando o conteúdo de umidade variava entre 15% e 20%, o material combustível se consumia numa linha de fogo de baixa intensidade, alastrando-se a menos de um metro, antes de extinguir-se naturalmente. Se a umidade se reduzisse ainda mais, ficando numa faixa entre 10% e 15%, o fogo se movia rapidamente e então se tornava necessário extingui-lo manualmente. E quando o conteúdo de água da biomassa combustível era inferior a 10%, tornava-se muito alto o risco de um incêndio de grandes proporções, devido à facilidade de propagação do fogo.

Ao comparar o conteúdo de água dos materiais combustíveis, nos diferentes tipos de vegetação, durante a estação seca de 1987 (figura 4), os dados revelaram que o conteúdo de água variava entre 6% e 9% na pastagem, entre 9% e 13% na floresta

explorada, entre 13% e 16% na floresta secundária e, por fim, entre 16% e 20% na floresta primária. Esses dados mostram uma alta probabilidade de combustão sustentada e um rápido alastramento do fogo em todos os tipos de vegetação, exceto na floresta primária.

Estas informações experimentais sobre o potencial de fogo em Paragominas levam a conclusões importantes. A primeira é a de que a vegetação de pastagens se revela muito mais propensa ao fogo. Os trechos de floresta explorada são também bastante suscetíveis ao fogo: basta um período de seis dias sem chuvas para que os materiais combustíveis atinjam o ponto de combustão. Além disso, os trechos de floresta secundária atingem o ponto de combustão após dez dias sem chuva. E, por fim, conclui-se que a floresta primária é muito bem protegida do fogo, sendo muito improváveis incêndios sustentados, se forem mantidas as condições normais do clima da região.

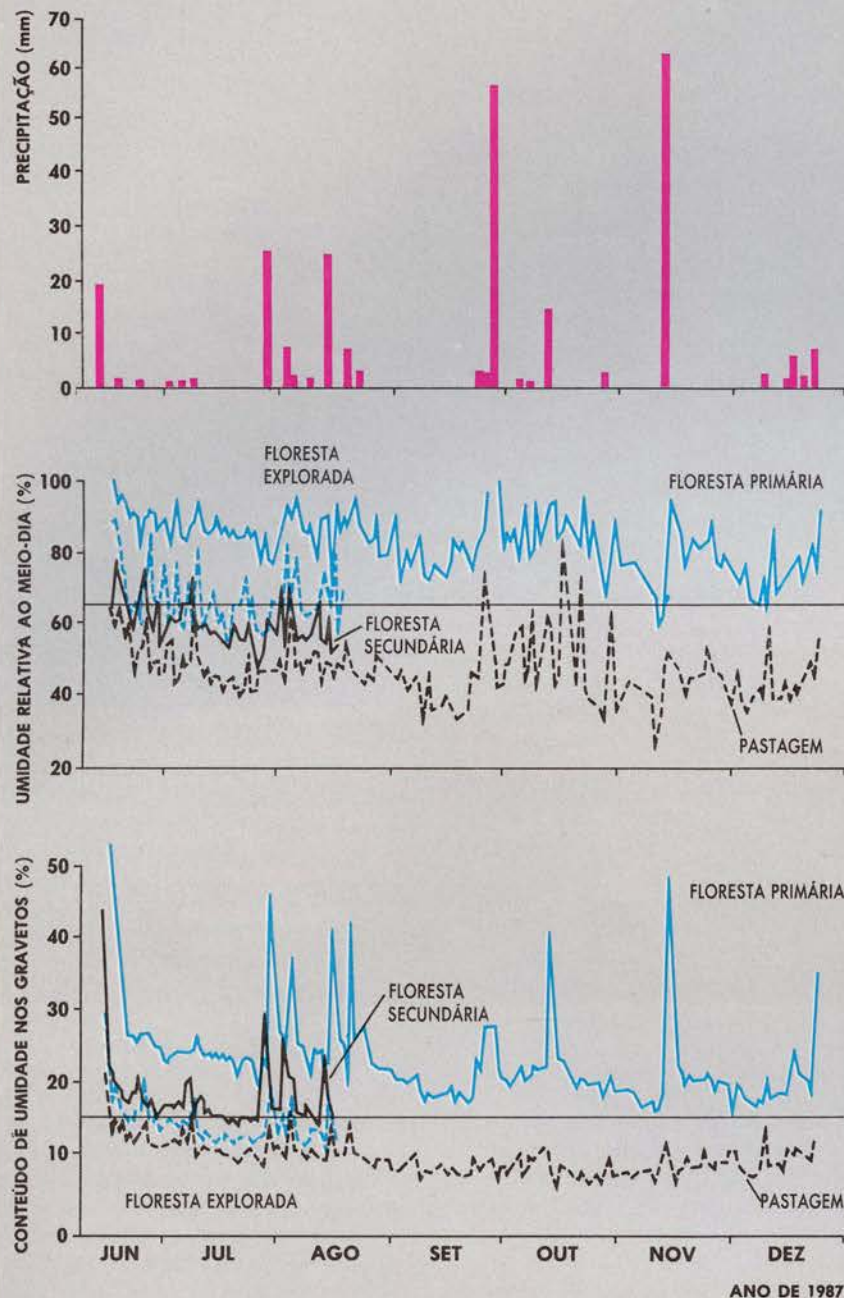


FIGURA 4 Nas épocas sem chuva, a umidade baixa caracteriza os ecossistemas alterados. O conteúdo de umidade dos materiais combustíveis se reduz a índices inferiores a 15%, tornando-os altamente inflamáveis.

A RESISTÊNCIA DAS ESPÉCIES ARBÓREAS

Um aspecto final da pesquisa se concentrava em torno da resistência das árvores ao fogo. Repare que a parte viva do caule das árvores é composta de apenas uma camada de células (o câmbio), localizada logo dentro da casca. Portanto, a casca é o único elemento que, ou protege a árvore, ou se interpõe entre o fogo e as células vivas da árvore. Um estudo sobre as proprie-

dades das cascas vegetais poderia informar quais as espécies que seriam mais suscetíveis ao fogo e quais as que sobreviveriam ao seu avanço.

A hipótese testada foi a de que as características da casca diferem tanto em função do tamanho (diâmetro) da árvore quanto em função da espécie. Essas diferenças poderiam ser fundamentais na determinação dos vegetais capazes de sobreviver ao fogo, uma vez que a casca tem uma função de isolamento térmico. Para testar

esta hipótese, foram retiradas amostras de cascas, a 50 cm de altura, de todas as árvores com 20 cm ou mais de DAP (diâmetro à altura do peito), numa área de cinco ha (50 m x 1 000 m). E, numa subparcela dessa área, foram coletadas amostras de cascas de todas as árvores com DAP entre 1 e 19,9 cm.

A maior parte das árvores com diâmetro superior a 20 cm tinha espessura de casca entre 3 mm e 20 mm. Essa espessura, porém, foi menor do que 3 mm em oito espécies: (*Dialium guianensis* Aubl.; *Rinorea guianensis* Aubl.; *Szygiopsis pachycarpa* Pires; *Virola melinolia* (Benth) A. C. Smith; *Ecclinusa* sp; *Franchetella* sp; *Neea* sp e *Pouteria* sp. E havia também cinco espécies que apresentavam espessura maior do que 20 mm: *Cecropia obtusa* Trecul.; *Caryocar villosum* Aubl. Pers. subsp. *glabrum*; *Laetia procera* Eichl; *Lecythis lurida* Miers Mori e *Eschweilera* sp. Considerando que a casca isola termicamente o tecido cambial, estes dois grupos representam respectivamente aqueles que têm a menor e a maior tolerância ao fogo dentre as espécies observadas.

A fim de relacionar a espessura da casca com a probabilidade de sobrevivência em caso de incêndio, medimos a temperatura do câmbio durante queimadas experimentais. Sondas térmicas foram inseridas 10 cm dentro do espaço entre a casca e o tecido do câmbio, usando como ponto de entrada a área de onde foi extraída uma amostra de casca. A fonte de combustível para esse teste foi uma corda de algodão com 1,5 cm de diâmetro, saturada com querosene e óleo. A corda foi colocada no centro e 10 cm abaixo das sondas. A temperatura externa da casca e a do câmbio foram anotadas antes e depois da ignição, até a temperatura externa da casca ter retornado à temperatura ambiente. Esta técnica, facilmente repetida, produz uma queima de um minuto e meio e um aumento de calor comparado àquele de um incêndio leve.

O limite de temperatura geralmente aceito como fatal para os tecidos das plantas é de 60°C. Feita uma análise estatística da correlação entre a espessura da casca e a temperatura cambial máxima, observou-se que quanto maior a espessura da casca, menor a temperatura cambial (figura 5). A variação da temperatura máxima cambial é explicada em 71% pela variação da espessura da casca. Assim, a equação resultante prevê que temperaturas cambiais acima de 60°C ocorrem para todas as árvores com espessura de casca menor do que 6,4 mm, considerando uma baixa intensidade de fogo, tal como simulada no experimento. No stand estudado, 98% das árvores com mais de 1 cm de DAP têm casca com espessura de menos de 6,4 mm e, portanto, morreriam se houvesse um incêndio.

A HISTÓRIA DOS INCÊNDIOS NA AMAZÔNIA

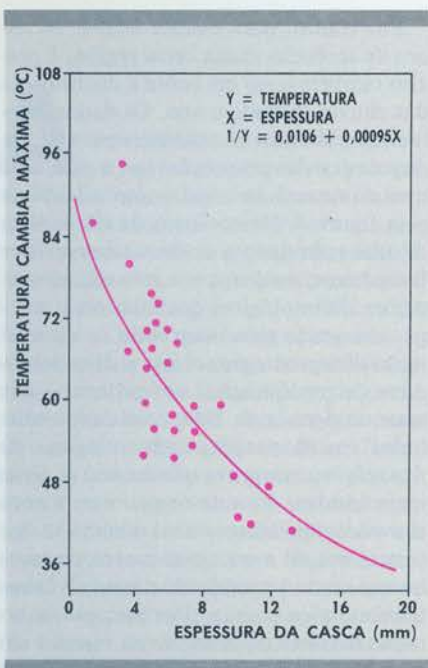


FIGURA 5 Feita a análise estatística durante as experiências com fogo, descobriu-se que quanto maior a espessura da casca, menor a temperatura cambial.

Atualmente, o clima por quase toda a Amazônia é muito úmido para permitir um incêndio natural em condições de floresta fechada. No passado remoto, o fogo teve participação em modificações importantes da floresta, como demonstra a ocorrência de carvão vegetal no solo da região. Encontramos pequenos pedaços de carvão enterrados no solo da mata virgem em Paragominas. Num fragmento superficial, o carvão teve sua idade estimada em 1 700 anos. Observações feitas na Amazônia por pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) confirmaram que o carvão é frequente também nos solos das regiões central e oriental. No passado, o fogo era provavelmente associado aos regimes climáticos secos e/ou à presença de maiores populações humanas.

Nos ecossistemas alterados pelo homem, contudo, o fogo se torna de uso rotineiro. As atividades que cercam o estabelecimento

e a manutenção das pastagens envolvem o fogo. Há, portanto, uma fonte constante de ignição nessas áreas. A alteração da floresta, qualquer que seja o propósito, espalha materiais combustíveis pelo solo e aumenta consideravelmente a quantidade de biomassa inflamável. Além disso, a cobertura vegetal alterada tem, geralmente, as suas folhas mais próximas do solo e sofre com maior rigor os efeitos da luz do sol. A irradiação do sol aquece o ar que envolve a camada de material combustível circunvizinha, fazendo com que a demanda evaporativa se torne elevada (aumento de DPV), secando mais rapidamente o material combustível até o ponto de ignição. Logo, os incêndios, em certas regiões amazônicas, são um perigo constante.

Existe, atualmente, muita semelhança entre as atividades de exploração florestal da Amazônia oriental e aquelas que antecederam o violento incêndio no ecossistema de floresta úmida de Kalimantan oriental, na Indonésia, em 1982 e 1983. Em ambas as regiões, o índice de pluviosidade fica em torno de 2 000 mm por ano e a paisagem é uma mistura de floresta primária,



As alterações da paisagem e o uso constante do fogo pelos fazendeiros, associados a um ano bastante seco, podem criar as condições necessárias para um incêndio de grandes proporções.

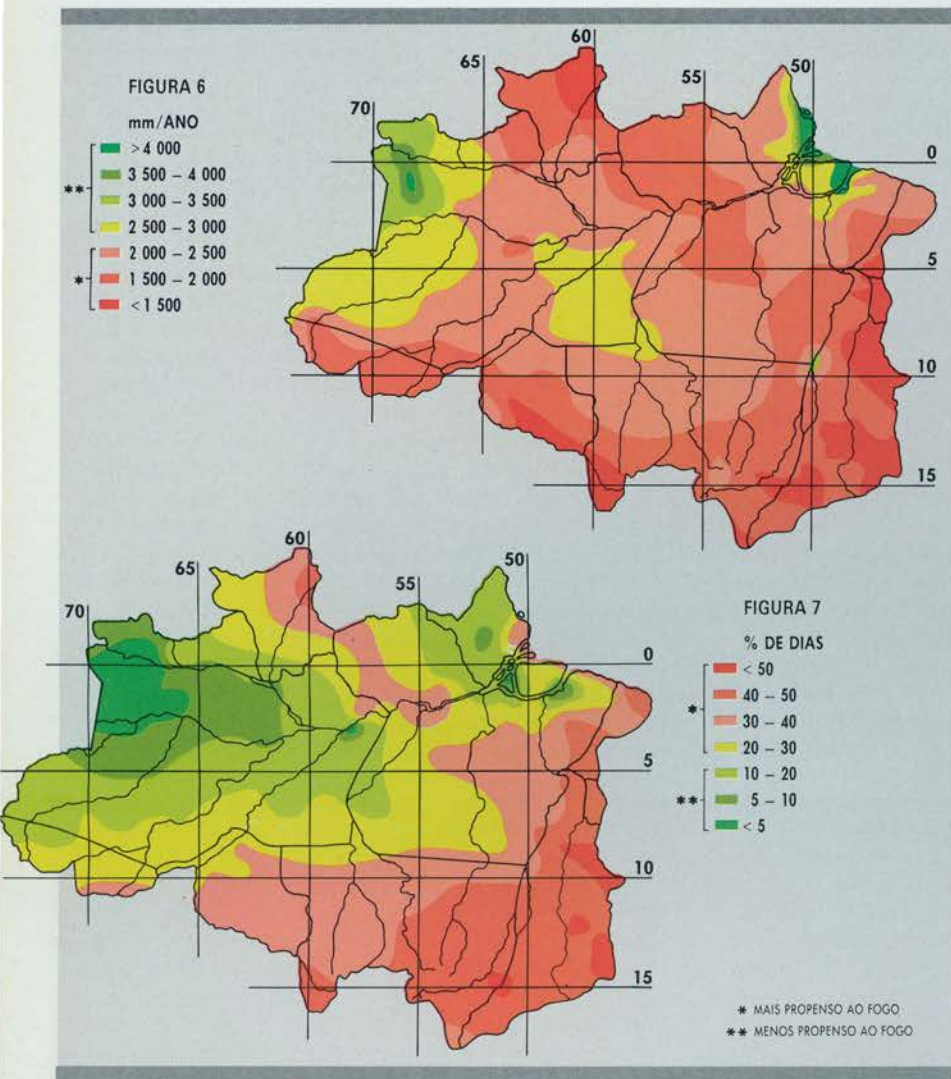


FIGURA 6 Distribuição na bacia hidrográfica da Amazônia brasileira das médias anuais de precipitação pluviométrica. A ilustração mostra que a maior parte da Amazônia está suscetível ao fogo.

FIGURA 7 Percentagem de dias pertencentes a períodos de estiagem maiores do que dez dias consecutivos, nos quais não tenha havido qualquer precipitação superior a 2 mm/dia.

floresta explorada e floresta secundária, além de pastagens e áreas agrícolas. Em ambas as regiões, a exploração comercial da madeira é uma atividade recente e não se encontra sujeita a uma regulamentação adequada. Essa exploração da madeira, tanto em Kalimantan quanto na Amazônia, conduz a alterações bruscas na estrutura florestal. Praticar-se a extração de quatro a dez árvores por hectare, danificando entre 25% e 50% da madeira remanescente (ver 'Seleção predatória', em *Ciência Hoje* nº 55). E, por fim, nas duas regiões o potencial de ignição torna-se alto, uma vez que o fogo é usado regularmente. Em Kalimantan, os colonos utilizam-no para limpar suas roças. Na Amazônia, colonos e fazendeiros promovem queimadas para limpar a floresta já desbravada. Com esse quadro, basta que se tenha um ano seco, de baixo índice de pluviosidade, para que se corra o risco de um incêndio de proporções alarmantes.

Entre 1982 e 1983, 37 mil km² foram queimados na floresta de Kalimantan oriental. Numa estimativa moderada, US\$ 5,5 bilhões em madeira foram perdidos, uma soma equivalente a todo o orçamento da província de Kalimantan por 37 anos. Isto sem considerar os danos ecológicos, que alteraram drasticamente as relações entre plantas e animais na região, com perdas substanciais de nutrientes e forte impacto na produtividade do ecossistema.

Informações sobre a quantidade absoluta de chuva anual são úteis para distinguir quais as áreas da Amazônia que se encontram suscetíveis ao fogo. A figura 6 mostra que os índices de pluviosidade anual variam de taxas inferiores a 1 500 mm até taxas superiores a 4 000 mm. Examinando-se o mapa, que contém dados coletados em 200 estações meteorológicas, torna-se evidente que quase 50% da Amazônia brasileira recebe menos de 2 000 mm de chuva por ano.

Entretanto, para melhor avaliar os riscos de incêndio numa certa região, é preciso também levar em conta a distribuição das chuvas durante o ano. Os dados revelam que já existem condições para incêndios de grandes proporções nas regiões leste e sul da Amazônia Legal, como se pode ver pela figura 7. Nessas áreas de risco, além de uma ação danosa de desmatamento por fazendeiros, madeireiros e colonos, há condições climatológicas que favorecem o fogo, sobretudo pela ocorrência de uma estação seca prolongada. Uma análise dos índices de precipitação, nos primeiros sete anos da década de 1980, com dados coletados em 90 estações meteorológicas da Amazônia, comprova que mesmo as áreas mais úmidas, durante os períodos menos chuvosos, apresentavam no mínimo 12 dias sem chuva. E a estiagem parece ser mais intensa onde a pressão do desenvolvimento econômico é maior. Por exemplo, a duração máxima da estiagem na estação climatológica de Rondônia foi, em média, de 88 dias, em 1983. Nesse mesmo ano, porém, a estiagem foi de 50 dias, em média, no leste do Pará e de 41 dias no Acre. Trabalhos de pesquisadores do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostram que, no verão, a presença do fogo e de nuvens maciças de fumaça já se tornou comum em toda a região meridional da Amazônia.

O uso do fogo é um poderoso agente de transformação da floresta. Se esse uso não for controlado, os incêndios tenderão a aumentar suas proporções, tornando-se muito perigosos. O grande problema é que o uso indiscriminado de queimadas faz parte de toda uma concepção inadequada de desenvolvimento que ainda se mantém em expansão na bacia amazônica. Cada vez mais, o fogo é um fator de alteração dominante nas regiões de floresta tropical úmida. Se não forem tomadas providências no sentido de um controle rígido e de uma legislação adequada, o regime de incêndios pode mudar irreversivelmente as características básicas da Amazônia.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- CLARK K. e UHL C., 'Farming, fishing and fire in the history of the upper rio Negro region of Venezuela', *Human Ecology*, nº 15, 1987.
- HARE R. C., 'Contribution of bark to fire resistance of southern trees', *Journal of Forestry*, nº 63, 1965.
- PEREIRA M. DA COSTA e SETZER A. W., 'Detecção de queimadas e plumas de fumaça na Amazônia através de imagens de satélites NOAA', documento publicado sob o número Inpe-3924-PRE/956, São José dos Campos, Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe), 1986.
- WRIGHT H. A. e BAILEY A. W., *Fire ecology: United States and Southern Canada*. Nova York, John Wiley and Sons, 1982.

Na foto, a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro em ação.

O Rio está muito longe da Amazônia, mas nem por isso deixa de ter a floresta no coração.

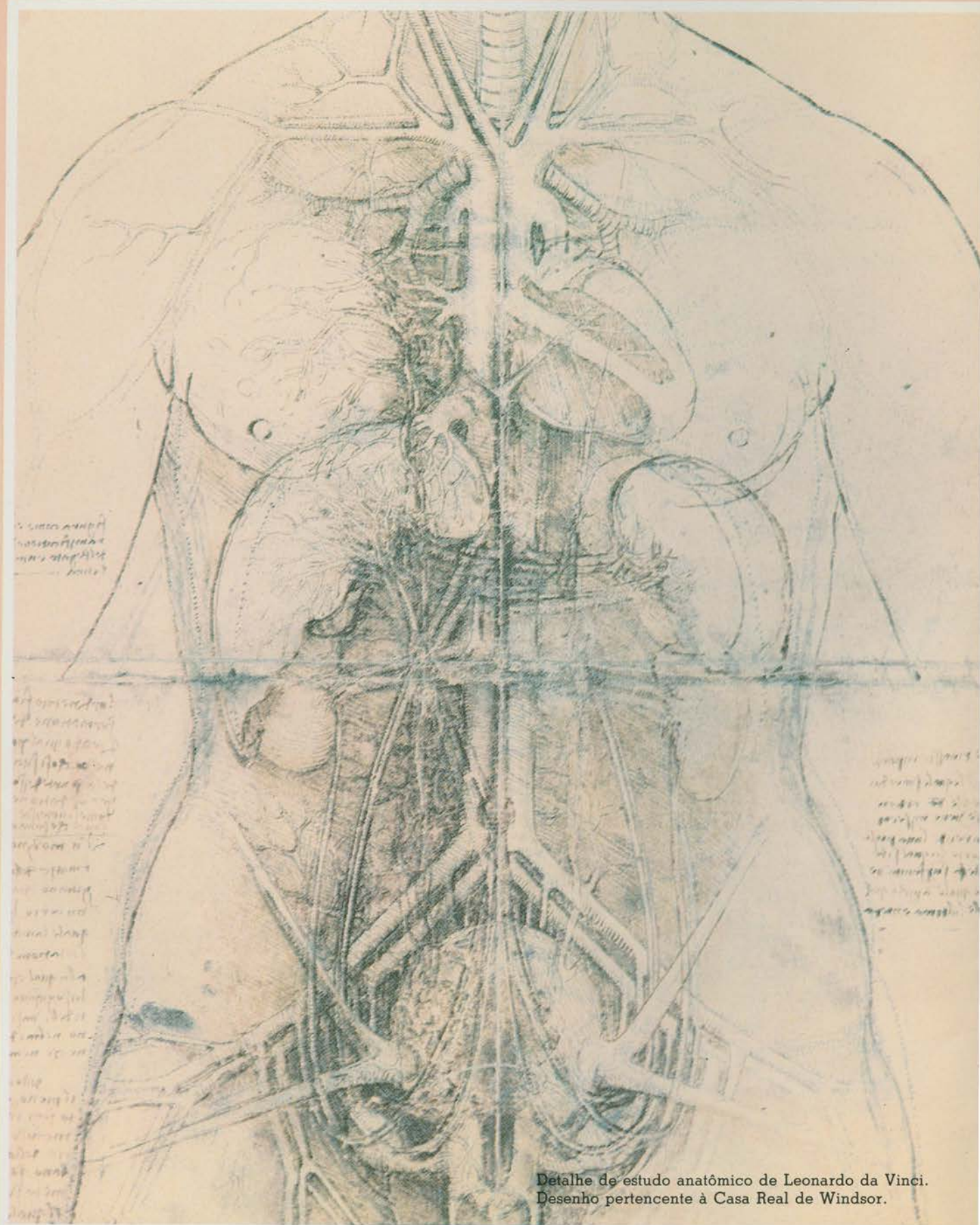
É no Rio que estão alguns dos principais Institutos ligados à Ciência, à Tecnologia e ao Meio Ambiente como o Museu Nacional, o Jardim Botânico, a Biblioteca Nacional, o Observatório Nacional, o Arquivo Nacional, o Instituto Politécnico do Rio de Janeiro, o Instituto Estadual de Florestas, o Instituto Vital Brazil, o Centro de Primatologia, EMBRAPA, UFRJ, UFRRJ, UFF, UNIRIO, PUC/RJ, UCP,

FEEMA, EMATER, CENPES, CEPEL, CETEM, IPqM, CTEx, IRD, IEN, FIOCRUZ, INT, IMPA, CBPF, LNCC, BIO-RIO, CeCierJ.

O que se descobre em cada um deles, em matéria de tecnologia, ciência e ecologia, ajuda a conhecer melhor e preservar o verde da Amazônia.

E eles contam com o apoio da FAPERJ, da FLUTECE e o nosso.

**Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia
Governo do Estado do Rio de Janeiro**



Detalhe de estudo anatômico de Leonardo da Vinci.
Desenho pertencente à Casa Real de Windsor.

FNA

ELO ENTRE O CORAÇÃO E OS RINS

FERNANDO ANTÔNIO DE ALMEIDA
Departamento de Nefrologia
Faculdade de Medicina de Sorocaba/PUC-SP

THOMAS MAACK
Departamento de Fisiologia e Centro Cardiovascular
Universidade de Cornell/EUA

O meio externo dos organismos multicelulares complexos é constituído pelo líquido extracelular, que compreende o fluido circulante nos vasos sangüíneos (fluido vascular ou plasma), e o fluido intersticial, este último confinado ao espaço que separa os capilares sangüíneos e as células dos órgãos e tecidos que compõem esses organismos.

O líquido extracelular é formado, em sua maior parte, de água e de pequenos solutos dissolvidos. Entre estes, o cloreto de sódio é o mais importante do ponto de vista quantitativo. A rigor, é a quantidade de sódio que determina o volume extracelular (volume plasmático + volume intersticial). A quantidade total de cloreto de sódio no organismo é determinada, por sua vez, pela diferença entre sua ingestão e sua excreção pelos rins. Em condições normais, o conteúdo orgânico de sal — e, por extensão, o volume extracelular — tende a manter-se constante, pois a excreção renal varia de acordo com as quantidades ingeridas.

O estudo dos complexos mecanismos que possibilitam esse maravilhoso processo de equilíbrio do meio interno recebeu a atenção de fisiologistas desde o século passado. Mas, até hoje, os modos pelos quais o organismo controla o volume e a composição de seu meio interno não são inteiramente compreendidos, nem em essência, nem em detalhes. O fator natriurético atrial (FNA), descoberto em 1981, acrescenta mais um elo para o entendimento desses processos.

Desde o início da década de 1950, sabe-se que, nos mamíferos, o aumento da pressão nos átrios cardíacos (as cavidades que recebem o sangue venoso e o transferem para os ventrículos) provoca um aumento de excreção de água livre (sem solutos dissolvidos) e de sódio pelos rins. Trata-se de fenômeno fisiológico importante, que fecha um dos elos da regulação do meio interno dos mamíferos: um aumento do volume plasmático produz aumento da pressão arterial, que leva a um aumento da excreção de água e sal, acarretando diminuição do volume extracelular.

Após a descoberta desse fenômeno, a atenção dos investigadores se dirigiu para a elucidação dos mecanismos pelos quais o aumento da pressão arterial provoca um aumento na excreção de água. Diversos estudos, conduzidos nos anos 50 e 60, concluíram que isso se deve a uma inibição da secreção de hormônio antidiurético, mediada por fibras nervosas do nervo vago.

A razão do aumento da excreção de sal — fenômeno que é independente da excreção de água livre — permaneceu desconhecida até a descoberta do FNA. Trata-se de constatação hoje surpreendente. No início da década de 1950, trabalhos histológicos haviam mostrado que as células musculares que compõem as paredes atriais continham, em seu interior, grânulos encontrados em células de órgãos endócrinos. Isso sugeria que o átrio cardíaco seria capaz de secretar um hormônio. Todavia, por um desses lapsos inexplicáveis no desenvolvimento da biologia, por mais de 25 anos nenhum pesquisador associou o fenômeno fisiológico do aumento da excreção de sódio (induzido por aumento da pressão arterial) à presença de grânulos de secreção nas células musculares atriais.

Deve-se a Adolpho de Bold, histoquími-

co argentino que trabalhava no Canadá, a experiência — simples, porém decisiva — que demonstrou que o átrio dos mamíferos continha um poderoso fator natriurético (*natrium* = sódio; *uresis* = excreção urinária). Esse pesquisador injetou o extrato fresco proveniente de um macerado de tecido atrial em ratos anestesiados e mediu a resposta renal dos animais. Os resultados não deixaram dúvidas: ocorria, nessas condições, um aumento dramático (de mais de 40 vezes) da excreção de sódio, fenômeno acompanhado de maior excreção também de cloro e de potássio.

Estava descoberto, apenas em 1981, o FNA. O processo de elucidação da natureza bioquímica dessa substância, de sua biologia molecular, de sua fisiologia celular e de suas propriedades fundamentais foi simplesmente vertiginoso. Em menos de três anos, diversos grupos de pesquisa, inclusive o nosso, foram capazes de: purificar o peptídeo que constitui o FNA; determinar a sequência da molécula precursora (pró-hormônio) do FNA; seqüenciar o gene que codifica esse pró-hormônio; desenvolver um ensaio capaz de determinar os níveis plasmáticos do hormônio e as propriedades fundamentais gerais do FNA, tanto ao nível dos órgãos como das células.

Talvez não exista na história da biologia um campo de pesquisa que se tenha desenvolvido mais rapidamente que os estudos sobre o FNA. Para descobri-lo não foi necessária nenhuma sofisticação tecnológica. Para conhecê-lo bem, no entanto, foi preciso recorrer à mais avançada tecnologia da biologia molecular contemporânea.

O gene que codifica o precursor do FNA tem aproximadamente 2,5 quilobases e é extremamente conservado, do camundongo ao homem. O pró-hormônio precursor

tem 126 aminoácidos. Para codificá-los, são usados cerca de 5% do ácido ribonucleico mensageiro (ARNm) do átrio, o que representa uma quantidade enorme, se comparada com o ARNm que codifica outros hormônios conhecidos. O FNA é um peptídeo composto de somente 28 aminoácidos, com uma ponte dissulfeto (figura 1). Ele é exatamente igual em todos os mamíferos estudados até hoje, exceto no homem, espécie na qual ocorre uma simples mudança do aminoácido metionina por isoleucina, na posição de número 110. O aminoácido que constitui o grupamento ácido terminal da molécula e a integridade da ponte dissulfeto são essenciais para a atividade biológica do peptídeo. Entretanto, a atividade biológica do hormônio sofre pouca influência do grupamento amino da outra extremidade da molécula, chamada porção N-terminal (ver 'Seqüenciamento de proteínas', em *Ciência Hoje* n.º 53).

Logo após a descoberta do FNA, estudos feitos em nosso laboratório (com rim isolado de rato) demonstraram que o extrato de átrio, assim como peptídeos atriais sintéticos (auriculina, por exemplo), aumenta a excreção de sódio por ação direta no rim. Este efeito decorre, essencialmente, de um aumento no ritmo de filtração glomerular (RFG), combinado com uma diminuição da hipertonicidade do interior do rim, cuja causa é desconhecida. O aumento do RFG deve-se a uma dilatação da arteríola aferente (que penetra no glomérulo, estrutura responsável pela filtração), combinada a uma constrição da arteríola eferente (de saída). Há pesquisadores que postulam a existência de uma ação direta do FNA em túbulos renais proximais ou em dutos coletores papilares, mas ainda não houve evidências definitivas nesse sentido (ver 'Um filtro de qualidade').

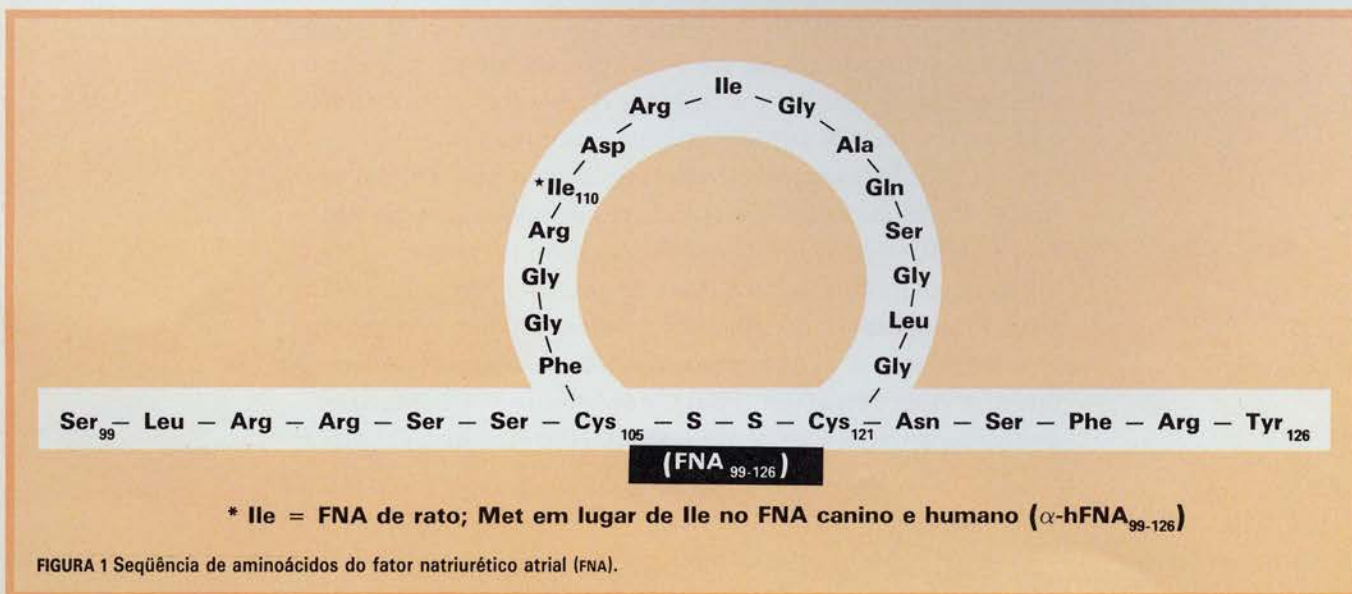


FIGURA 1 Seqüência de aminoácidos do fator natriurético atrial (FNA).

UM FILTRO DE QUALIDADE

Cada rim possui aproximadamente um milhão de unidades funcionais, os chamados néfrons, cada um deles, por sua vez, formado por duas partes principais: o glomérulo (elemento filtrante) e os túbulos (figura 2). O glomérulo é composto por um tufo de diminutos vasos sanguíneos (capilares), formados a partir de uma arteríola que se dirige ao glomérulo (arteríola aferente), reunindo-se novamente a outra arteríola que deixa o glomérulo (arteríola eferente). Esse tufo capilar é envolto por uma película de células que forma a cápsula de Bowman, que dá início à formação dos túbulos renais. O glomérulo é a unidade filtrante de cada néfron e, por consequência, dos rins. A relação entre os diâmetros das arteríolas aferente e eferente promoverá maior ou menor pressão intraglomerular, sendo este um importante determinante da maior ou menor filtração glomerular. O FNA promove constrição da arteríola eferente e dilatação da arteríola aferente, transmitindo com maior intensidade ao filtro glomerular a pressão sistêmica, que é maior que aquela ao nível capilar. Isso aumenta a filtração glomerular de todo o conteúdo plasmático (exceto proteínas, pois têm peso molecular muito alto), e inclusive de sódio e água. Esta é a maneira pela qual o FNA aumenta a carga filtra-

da de sódio e líquidos, o que termina por aumentar a excreção desses elementos.

Os túbulos renais são divididos em partes distintas, de acordo com sua posição, aspecto anatômico e funcional. A cápsula de Bowman continua no túbulo contornado proximal (TCP). Este se prolonga num tubo fino e comprido que penetra até as regiões mais internas do rim, para depois voltar à sua superfície: é a alça de Henle. Esta prossegue pelo túbulo contornado distal (TCD), que desemboca em um dos ductos coletores (DC), os quais levam a urina final até outras estruturas maiores, e daí à bexiga, onde ela fica guardada até ser eliminada.

O líquido filtrado pelos glomérulos é processado pelos túbulos renais até formar a urina final. Muitas das substâncias presentes no fluido filtrado são importantes para o organismo e devem ser reabsorvidas, enquanto outras, indesejáveis ou tóxicas, têm a passagem livre; outras, ainda, são secretadas pelos túbulos e adicionadas à urina para serem expelidas.

Os glomérulos formam aproximadamente 180 litros de filtrado por dia, mas apenas 1% desse volume (1,5-2,0 litros) é eliminado na forma de urina. O mesmo ocorre com a carga de sódio filtrada. A maior parte do sódio e da água filtrados é reabsorvida no TCP e na alça de Henle

ascendente; o TCD e o DC absorvem apenas uma pequena parte deles. Os valores percentuais descritos na figura 2 correspondem ao sódio remanescente nas várias regiões dos túbulos. Dessa forma, vê-se que a excreção de sódio e água pode duplicar ou mesmo aumentar muitas vezes em decorrência de pequenas modificações na fisiologia de qualquer dos segmentos do néfron.

Outro elemento muito importante para a função renal são os vasos sanguíneos retos, que se aprofundam no interior da medula renal, acompanhando a alça de Henle. O fluxo sanguíneo nesses vasos é muito lento, de modo a não alterar o gradiente de concentração crescente que neles se estabelece, desde a superfície até as regiões mais profundas da medula renal. Seus valores são mostrados na figura 2, à direita. Por um mecanismo não totalmente esclarecido, o FNA aumenta o fluxo sanguíneo desses vasos retos, promovendo um efeito de 'lavagem' da medula renal e reduzindo seu gradiente máximo de concentração. Esse efeito aumenta a perda de sódio e água pela urina, provavelmente por impedir uma pequena reabsorção passiva de sódio, que ocorre na alça de Henle ascendente, efeito este amplificado pela maior filtração de sódio em nível glomerular.

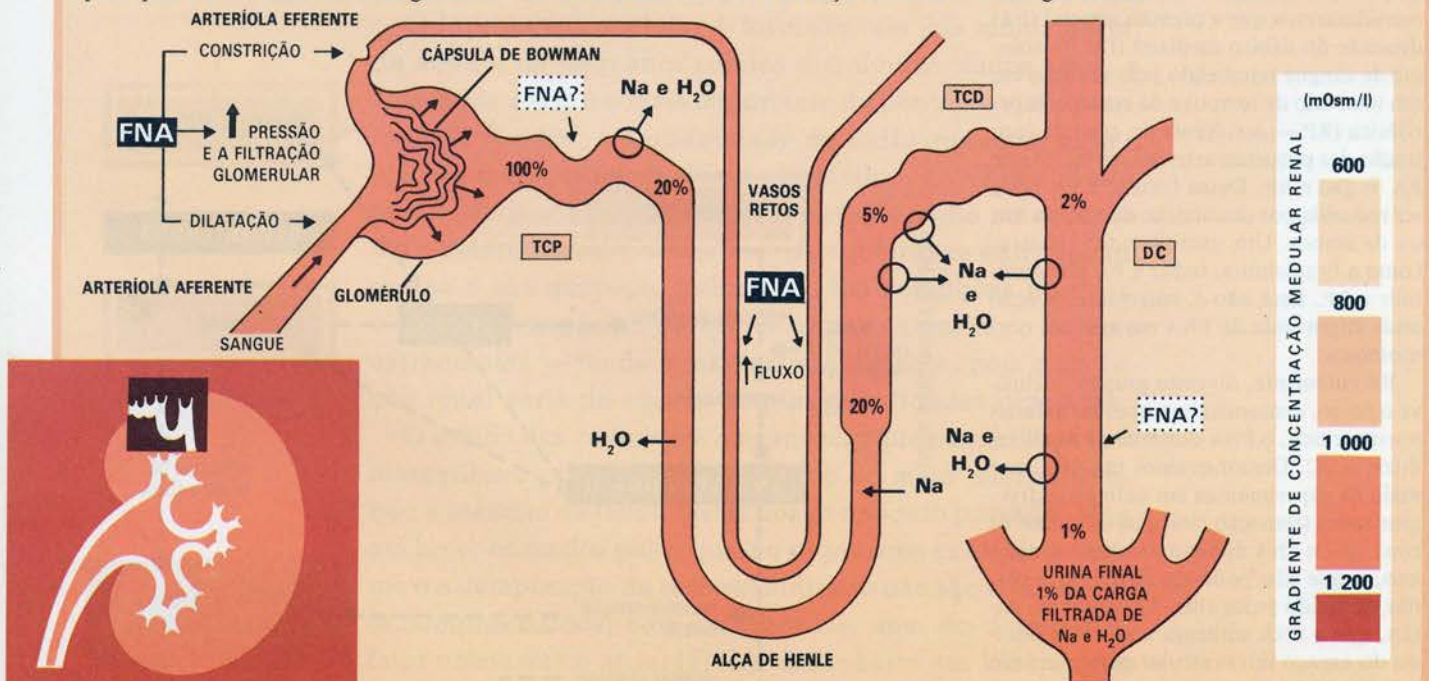


FIGURA 2 Néfron, unidade funcional dos rins.

Seja como for, a maioria dos pesquisadores aceita hoje a predominância dos efeitos hemodinâmicos renais como a principal razão do efeito natriurético do FNA. Quando a hemodinâmica renal está alterada, o FNA deixa de apresentar esse efeito. Isso ocorre em condições experimentais de fechamento da artéria renal ou em condições patológicas, como na insuficiência cardíaca crônica. Nesse último caso, apesar de serem altíssimos os níveis de FNA no sangue, em decorrência de um aumento da pressão arterial, o rim não consegue excretar a quantidade adequada de sal. Usando rim isolado de rato, anéis de aorta isolada de coelho e cães anestesiados, demonstramos em nosso laboratório que o FNA é um agente vasoativo de propriedades únicas. Quando a vascularização renal ou sistêmica está relaxada, ele aumenta o tônus vascular para os níveis normais; quando o tônus é anormal, não o altera; finalmente, quando o tônus está alto, o FNA relaxa a vascularização, tendendo novamente a devolvê-lo aos níveis normais. Esse efeito modulador da resistência vascular renal e sistêmica é uma das propriedades funcionais mais relevantes do FNA, e sua importância fisiológica ainda não pôde ser inteiramente avaliada. Registre-se, no entanto, que nenhum outro agente vasoativo conhecido apresenta efeito similar.

Desde os primeiros estudos de Bold, sabe-se que o FNA diminui a pressão arterial. Se considerarmos que a pressão arterial (PA) depende do débito cardíaco (DC — volume de sangue bombeado pelo coração em um intervalo de tempo) e da resistência periférica (RP — resultante do grau de contração das pequenas artérias), teríamos que $PA = DC \times RP$. Dessa forma, a PA pode ser reduzida por diminuição do DC, da RP, ou de ambos. Um vasodilatador clássico, como a bradicinina, reduz a PA por diminuir a RP. Essa não é, entretanto, a ação mais importante do FNA em animais normotensos.

Recentemente, diversos grupos, inclusive o nosso, demonstraram que, em animais normotensos, o FNA diminui a PA por reduzir o DC. Demonstramos também, por meio de experimentos em animais nefrectomizados (remoção cirúrgica de ambos os rins), que o FNA diminui o volume sanguíneo, o que não pode ser atribuído a perdas de fluido pelos rins. Concluímos, então, que o FNA aumenta a saída de líquido do espaço intravascular para o espaço intersticial, provavelmente por aumentar a permeabilidade dos capilares sanguíneos à água e a substâncias nela dissolvidas.

Hoje, nosso grupo considera que esse talvez seja um dos papéis homeostáticos mais importantes do FNA. De fato, o organismo tenta manter um volume plasmático

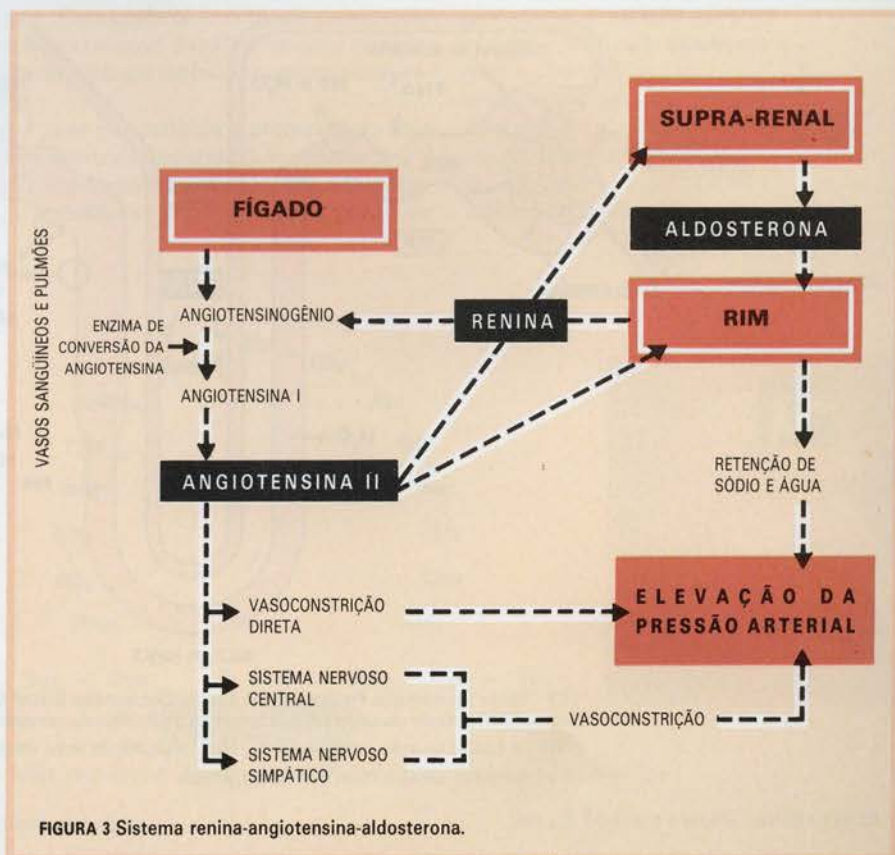
constante, em nível adequado para suprir nutrientes aos tecidos e não sobrecarregar o trabalho do coração. Portanto, aumentos de volume plasmático devem ser rapidamente corrigidos, e o efeito do FNA nesse sentido tem grande valor. Um exemplo é o da insuficiência cardíaca congestiva. Nessa condição, por causa de excreção renal inadequada, o organismo retém sal, resultando em aumento do volume extracelular global. Apesar disso, nessa doença o volume plasmático *per se* não fica demasiadamente elevado, provavelmente porque, com o aumento dos níveis plasmáticos de FNA, se promove uma redistribuição de fluido para o espaço intersticial. Embora isso resulte num acúmulo de líquido no compartimento intersticial, ao qual chamamos edema (inchaço), o volume plasmático não se altera de forma importante.

O FNA possui também outras interações com diversos sistemas hormonais. É particularmente importante sua inter-relação com o sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). Um resumo esquemático do SRAA é apresentado na figura 3. Embora nesse sistema hormonal a angiotensina II e a aldosterona sejam os efetores finais, a modulação da atividade plasmática do sistema depende primordialmente do ritmo de secreção de renina (enzima que transforma o angiotensinogênio em angiotensina I — ambos inativos).

Todos os efeitos do SRAA tendem a elevar a pressão arterial: a retenção de sódio e água, a ação direta da angiotensina II sobre os vasos sanguíneos, que promove um fechamento das pequenas arteríolas (vasoconstrição) e sobre o sistema nervoso central e periférico, que estimula a atividade do sistema nervoso simpático (e também provoca vasoconstrição).

Em contraste, o FNA possui importantes efeitos antagonísticos ao SRAA em diferentes níveis. Tanto em preparações *in vitro* como *in vivo*, o FNA inibe a secreção de renina e aldosterona, e inibe também — parcial ou totalmente — as ações vasculares e centrais da angiotensina II. Além de antagonizar o SRAA, o FNA inibe igualmente a secreção e as ações hormonais de dois outros importantes sistemas vasoconstritores: a vasopressina, ou hormônio antidiurético (produzido na hipófise posterior, com ações renais e sistêmicas de concentração da urina e vasoconstrição), e as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina, substâncias neurotransmissoras, com potente efeito vasoconstritor).

Os efeitos antagonísticos do FNA sobre esses sistemas pressores explicam, pelo menos em parte, a redução da pressão arterial provocada pelo hormônio em todas as espécies de mamíferos em que foi testado (figura 4). Esses efeitos do FNA podem ser particularmente importantes quando a pressão arterial está anormalmente elevada por



motivos ainda não totalmente esclarecidos, como na hipertensão arterial essencial. Essa moléstia compromete aproximadamente 15% da população adulta nos países ocidentais e sua importância decorre das complicações cardiovasculares que induz a longo prazo (angina, infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral ou 'derrame cerebral', aumento da musculatura cardíaca, e um estado de aterosclerose mais precoce e mais intenso). Quando injetado na circulação de animais tornados experimentalmente hipertensos ou em voluntários portadores de hipertensão arterial essencial, o FNA reduz a pressão arterial por mecanismo complexo, que em parte se deve à redução do débito cardíaco e em parte à redução da resistência periférica (esta, possivelmente, consequência do antagonismo àqueles sistemas pressores descritos).

Diante desses achados, a comunidade científica imediatamente postulou o uso do FNA como medicamento anti-hipertensivo. Isso, entretanto, não é possível até o momento, pois o hormônio, embora potente, é muito rapidamente retirado da circulação sanguínea. Esse fato restringiria seu uso a condições exclusivamente hospitalares, permitindo atender apenas a uma ínfima parte dos pacientes hipertensos que, em sua maioria, têm atividade normal. O aspecto terapêutico do FNA será retomado mais adiante, após a descrição do conceito de receptores hormonais e suas consequências.

1 EFEITO VASODILATADOR DIRETO

2 ANTAGONISMO A SISTEMAS HORMONAIS VASOCONSTRITORES

Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona

Reduz a Secreção de Renina
Antagoniza as Ações Vasculares da Angiotensina II
Antagoniza as Ações Centrais da Angiotensina II
Inibe a Secreção de Aldosterona

Catecolaminas

Reduz a Liberação de Catecolaminas
Antagoniza os Efeitos Vasculares das Catecolaminas

Vasopressina

Inibe a Liberação de Vasopressina
Antagoniza as Ações Centrais e Vasculares da Vasopressina

3 REDUÇÃO DO VOLUME CIRCULANTE E BALANÇO DE SÓDIO

Efeito Diurético e Natriurético
Extravazamento do Volume Intravascular

FIGURA 4 Possíveis mecanismos hipotensores do FNA.

Todos os hormônios conhecidos exercem sua ação através da ligação com proteínas específicas, presentes nas membranas celulares (receptores). Por um mecanismo complexo, essa ligação hormônio-receptor leva à geração de mensageiros secundários dentro da célula (por exemplo, AMP cíclico, GMP cíclico, cálcio, fosfoinositol), que desencadeiam, também por mecanismos complexos, os efeitos celulares do hormônio. O FNA não é exceção. Receptores biológicos desse hormônio (receptores B) são encontrados em diversos órgãos, tecidos e células. Os receptores B estão presentes na glândula adrenal, no rim e nas células da parede dos vasos sanguíneos, tanto as que os revestem como as que lhes conferem contratilidade. Nas regiões mais externas do rim, eles se localizam principalmente em certas células que compõem o glomérulo (células mesangiais). Por ser o glomérulo um dos principais alvos do hormônio e a estrutura responsável pela filtração de líquidos no rim, quando o FNA age nos glomérulos, ocorre aumento da filtração de fluidos pelos rins. Na papila ou na medula renal (parte mais interna do rim), eles se localizam principalmente nas células intersticiais. Desconhece-se a função destas últimas, mas se sabe que são capazes de gerar uma substância (ou grupo de substâncias) que diminui a pressão arterial. É possível que os efeitos sobre as células intersticiais expliquem alguns dos efeitos do hormônio nessa região do rim, como aquele já descrito, de contribuir para o efeito natriurético através do aumento do fluxo sanguíneo medular. Todavia, evidências diretas nesse sentido ainda não foram obtidas. A ligação de FNA com seus receptores ativa uma enzima embutida na membrana celular, chamada guanilato-ciclase. Gera-se, então, GMP cíclico, o mensageiro secundário universal dos efeitos desse hormônio.

Recentemente, nosso laboratório descreveu um novo tipo de receptor de FNA que, ao invés de fazer a mediação de seus efeitos biológicos, tem como principal função a sua depuração do sangue. Tais receptores, chamados receptores C do FNA, distribuem-se por praticamente todos os tecidos e células em que se encontram os receptores B do FNA, mas em quantidades muito maiores. Esse mecanismo de inativação não foi descrito anteriormente para outros hormônios, mas é possível que a existência de receptores de depuração tenha ocorrência universal nos sistemas hormonais. A depuração mediada pelos receptores C do FNA é vital para manter o FNA endógeno em concentrações sanguíneas apropriadas.

Pesquisas recentes, inclusive em nosso laboratório, têm desenvolvido pequenos análogos (substâncias semelhantes ao hormônio natural, porém com algumas características funcionais diferentes) que se ligam

apenas aos receptores do tipo C (responsáveis pela retirada do hormônio de circulação) e dessa forma impedem que o FNA endógeno seja destruído. Isso resulta em aumento dos níveis sanguíneos do FNA com todas as suas consequências fisiológicas (aumento do volume urinário, da excreção de sódio e redução da pressão arterial). Partindo desse novo conceito de interação hormônio endógeno-análogo-receptor de depuração, seria possível (pelo menos do ponto de vista teórico) sintetizar substâncias semelhantes a esses análogos que, administradas por via oral, poderiam constituir-se em importante arma terapêutica em estados edematosos (retenção de sódio e água) e na hipertensão arterial. Tal artifício terapêutico, por elevar os níveis sanguíneos de uma substância natural, teria as vantagens de uma droga ativa, sem os efeitos indesejáveis inerentes a qualquer medicamento.

De uma descoberta tardia ao desenvolvimento rápido dos conhecimentos sobre um novo hormônio, descrevemos, de forma breve e simplificada, a bioquímica, a biologia molecular, algumas propriedades funcionais e os receptores do fator natriurético atrial. Este é, basicamente, um hormônio envolvido na regulação do volume plasmático e, possivelmente, da pressão arterial. A descoberta e os estudos sobre ele não respondem a todas as perguntas que ainda temos sobre o processo homeostático. Mas adicionam um novo elo — um elo funcional entre o coração, o sistema vascular e os rins. É mais um passo para o conhecimento do funcionamento dos organismos complexos, inclusive o do homem. Além disso, abrem-se novas perspectivas terapêuticas para os distúrbios da regulação do volume plasmático e da pressão arterial, distúrbios que são parte de doenças que afetam segmentos consideráveis da espécie humana.

SUGESTÕES PARA LEITURA

ALMEIDA F.A., 'Fator natriurético atrial: efeitos fisiológicos e implicações fisiopatológicas', *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, v. 11, n° 4, pp. 105-115, 1989.

GOETZ K.L., 'Physiology and pathophysiology of atrial peptides', *American Journal of Physiology* n° 254, 1988.

MAACK T., 'Atrial natriuretic factor: a physiological link between the heart and the kidney', in *Physiologie Aktuell*, Stuttgart e Nova York, Gustav Fisher Verlag, 1986.

MAACK T., SUZUKI M., ALMEIDA F.A., NUSSENZEIG D., SCARBOROUGH B.M., McENROE G.A. E LEWICKI J.A., 'Physiological role of silent receptors of atrial natriuretic factor'. *Science* n° 238, pp. 675-678.



SERMÃO, FOLHETIM E CRÔNICA

TRÊS GÊNEROS FORA DO LUGAR

LUIZ RONCARI

DEPARTAMENTO DE LETRAS CLÁSSICAS E VERNÁCULAS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

A crítica pode tratar o texto literário como um corpo vivo, transpirando influência, ou dissecá-lo, como a um cadáver. Esta segunda postura é muito comum quando o crítico se dirige ao texto de forma unilateral, como o único portador da luz, assumindo a função redentora de iluminá-lo. Mais que lançar perguntas e atentar para o que o texto tem a dizer, o crítico transforma-o numa espécie de 'cavalo-de-santo de terreiro', um suporte para suas próprias digressões eruditas. Desse modo, o texto torna-se apenas um pretexto para vozes que não a de seu autor.

A relação do leitor com o texto não é a mesma que se tem com um objeto inanimado. É antes a relação com uma outra consciência, a do autor, com quem estabelece diálogo e intercâmbio, confrontando experiências diferentes através do exercício da leitura. Reconhecer o que o texto tem a dizer e aprender com ele é a primeira tarefa do leitor, que então o projetará sobre outros textos de sua experiência, de forma a extrair dele novas revelações, à semelhança do banho químico da fotografia. E o crítico surge quando é capaz de, com sua voz, revigorar a voz do próprio texto, atualizando-a num novo texto, que, em última instância, se constituirá numa nova mediação para o reencontro com o texto original.

Para bem reconhecermos um texto na sua dinâmica concreta de vida, temos que ter clareza das relações dentro das quais foi produzido e que, por sua vez, realimentou, na medida em que se adequou às suas determinações e explorou suas possibilidades. Isso nos permitirá rever os três descaminhos mais comuns da crítica com relação ao texto: um, o de apreciá-lo como 'espelho' de uma realidade que já se perdeu e usá-lo como meio de recuperá-la, muitas vezes constituindo-se esta última no objeto efetivo de interesse; outro, o de reduzi-lo à sua realidade material ou lingüística, massa verbal a ser decomposta nos seus elementos constitutivos, intrínsecos e imanentes; e o terceiro, o que procura uma solução eclética, reunindo os dois procedimentos como complementares.

Numa outra visão, que observasse a natureza primeira de qualquer texto, comunicativa, a relação a ser estabelecida com ele não daria primazia nem a seus aspectos especulares nem objetificados, que antes seriam tomados como predicados e qualidades. Para essa visão apoiada na dimensão comunicativa do texto (bem mais que mera função), ele é reconhecido como a voz de alguém que precisa de um outro para despertá-la e revivê-la, e que a recebe, não passiva mas ativamente: comparando-a,

avaliando-a, complementando-a, concordando ou contestando-a. Nessa relação entre sujeitos — leitor e autor — e não mais entre sujeito e objeto, ambos saem enriquecidos: o leitor, porque recebe a influência de outra formação e cultura que modifica seu próprio pensamento; e o texto, porque é visto e revelado em aspectos ainda desconhecidos, pelo contato com uma nova experiência, o sujeito que o confronta com seu universo de leitura e concepções.

A dimensão comunicativa reintegra na compreensão do texto o autor, enquanto personalidade criadora, sujeito de sua concepção, escolhas e definições, e o leitor, presente virtualmente desde o primeiro momento da produção da obra, quando o autor começa a definir os elementos mais essenciais para a execução do texto: gênero, padrões estéticos, nível de registro do discurso, procedimentos etc. Elementos que selecionam, ampliam ou restringem o círculo de leitores, que interferirão mais ou menos diretamente na sua consciência. Desde o início o leitor trará ao autor seus padrões estéticos e axiológicos, com os quais ele tem que se haver e que não poderá ignorar, mesmo que sua intenção seja modificá-los. Assim o texto passa a ser o *medium*, o campo de encontro desses dois atores.

Essas reflexões dizem respeito ao tema geral deste artigo — a relação do texto literário com sua forma de circulação —, que contém algumas indicações metodológicas para o estudo de três gêneros literários na história da literatura no Brasil: o sermão e sua relação com a instituição do púlpito, no período colonial; o romance-folhetim e sua publicação na imprensa periódica do século XIX; e a crônica literária como um gênero desenvolvido em um meio não-literário, impróprio, senão hostil, à literatura. As indicações propõem o estudo desses gêneros no momento de suas gestações (investigando os limites, determinações e possibilidades que os meios de circulação respectivos poderiam trazer à criação) e circulação primeira, quando o texto ainda não era visto unicamente como peça literária, mas na sua dimensão comunicativa original.

Combinando fins mediatos e imediatos, o sermão, o romance-folhetim e a crônica literária voltam-se para públicos definidos e atuam na formação de opinião. Ao mesmo tempo, são também textos que ultrapassaram os horizontes dos meios, do público e da época, e por isso tornaram-se hoje apreciados sobretudo como obras literárias. No entanto, no momento de sua concepção e circulação primeira, eles combinaram a intenção literária com outros

fins: moralistas, publicistas, religiosos, e tiveram de se acomodar aos meios de circulação respectivos.

A propósito de um outro gênero literário, a biografia, Mikhail Bakhtin (russo, filósofo da linguagem e do romance) faz algumas observações que nos interessam metodologicamente muito de perto: "... É necessário precisar que essas formas autobiográficas e biográficas clássicas não eram obras literárias de caráter livresco, destacadas do acontecimento sociopolítico concreto de sua repercussão pública. Bem ao contrário, eram inteiramente definidas por esse acontecimento: elas eram atos verbais cívico-políticos, glorificação ou autojustificação pública de um homem real. Portanto, o que importa aqui não é unicamente (nem igualmente) seu *cronotopos* interior (o espaço e o tempo da vida evocada), mas antes de tudo seu *cronotopos* exterior real, dentro do qual se realiza esta vocação de sua própria vida ou da de algum outro, sob a forma de um ato cívico e político, de glorificação ou autojustificação pública. É nas condições em que se desenvolve (e se torna pública) sua vida pessoal ou a de um outro, que todas as facetas da figura do homem e de sua existência aparecem, e que recebem uma iluminação especial. Esse *cronotopos* real é a praça pública, a ágora. É lá que na antiguidade clássica apareceu e tomou forma pela primeira vez a consciência autobiográfica (e biográfica) do homem e de sua existência."

Em outro trecho, de caráter teórico, Bakhtin chama a atenção para a importância da imagem, presença e proximidade do interlocutor ou leitor, e para seu papel particular na definição da obra literária: "A concepção que o locutor (ou o escritor) se faz do destinatário de seu discurso é um problema de importância considerável na história da literatura. Cada época, cada movimento literário, nos limites de uma época e de um movimento, caracteriza-se por sua concepção particular do destinatário da obra literária, por uma percepção e uma compreensão particular do leitor, do ouvinte, do público, da audiência popular. O estudo histórico das mudanças que ocorrem nessa concepção é uma tarefa importante e de grande interesse. Sua definição, para ser produtiva, exige uma clareza teórica absoluta até na maneira de se colocar o problema." Um pouco à frente, ele continua: "As diversas maneiras típicas de se dirigir a alguém e as diversas concepções típicas do destinatário são as particularidades constitutivas determinantes dos diversos gêneros de discurso."

I

O sermão é um gênero previamente escrito, mas pensado para ser lido ou decorado, e pregado em um espaço (a igreja) e tempo (ocasiões de culto e datas comemorativas) bastante definidos, assim como é definido o seu público: os fiéis da paróquia ou circunscrição. A análise posterior — quando já publicado em livro (penso, por exemplo, no padre Antônio Vieira) —, tanto das suas escolhas temáticas como das escolhas estilísticas e composicionais, não poderia abstrair essas condições para as quais foi produzido e, principalmente, não poderia ignorar o ponto ou posição a ser ocupado pelo locutor: o púlpito, situado num espaço mais alto, de interseção do céu com a Terra.

No sermão, qualquer intenção literária do autor esbarra em sérios limites: desde a seleção do tema (imposto mais pelas circunstâncias e fatos de relevância social e coletiva do que pelas inquietações individuais e subjetivas do autor) até a escrita timbrada pelo fluxo da oralidade, como se a ressurreição do discurso só acontecesse quando traduzido na sua execução oral. Quando a oralidade se desgarra das finalidades precípuas do gênero e se acomoda à monotonia (literalidade) da escrita, Vieira chama a atenção: “Vai um pregador pregando a Paixão, chega ao pretório de Pilatos, conta como a Cristo o fizeram rei da zombaria, diz que tomaram uma púrpura e lha puseram aos ombros, ouve aquilo o auditório muito atento. Diz que teceram uma coroa de espinhos e que lha pregaram na cabeça, ouvem todos com a mesma atenção. Diz mais que lhe ataram as mãos e lhe meteram nelas uma cana por cetro, continua o mesmo silêncio e a mesma suspensão nos ouvintes. Corre-se neste passo uma cortina, aparece a imagem do *Ecce Homo*, eis todos prostrados por terra, eis todos a bater nos peitos, eis as lágrimas, eis os gritos, eis os alaridos, eis as bofetadas, que é isto? Que apareceu de novo nesta igreja? Tudo o que descobriu aquela cortina tinha já dito o pregador. Já tinha dito daquela púrpura, já tinha dito daquela coroa e daqueles espinhos, já tinha dito da quele cetro e daquela cana. Pois isto se então não fez abalo nenhum, como faz agora tanto? Porque então era *Ecce Homo* ouvido, e agora é *Ecce Homo* visto, a relação do pregador entrava pelos ouvidos, a representação daquela figura pelos olhos. Sabem, padres pregadores, por que fazem pouco abalo os nossos sermões? Porque não pregamos aos olhos, pregamos só aos ouvidos.”

A relação que estabelece Marshall McLuhan (canadense, teórico da comunicação) da escrita com o aguçamento da visão e da



Não se pode ignorar, no sermão, o ponto a ser ocupado pelo locutor: o púlpito, situado num espaço mais alto, de interseção entre o céu e a Terra.

palavra com o da audição — “o papel que tiveram o alfabeto e a tipografia na atribuição de função dominante ao sentido da vista na linguagem e na arte, e em toda a extensão da vida política e social” — aqui surge invertida. Isso se deve em parte a um dos descaminhos da crítica que apontamos no início deste artigo: a apreciação do signo separado do autor, do ato separado da execução e, em decorrência disso, de se apreciar a relação com o signo como a relação com um objeto e não com um campo. “Por que convertia Batista tantos pecadores? Porque assim como as suas palavras pregavam ao ouvido, o seu exemplo pregava aos olhos”, concluía Vieira, integrando o não-dito (portanto visto) ao dito e, sem dúvida, destacando o peso e a importância do gesto, da cena e de todo o circundante para a significação da palavra falada. Os acentos que não vemos com a leitura temos que procurá-los com os ouvidos, antenas que parecem se tornar muito mais aguçadas e importantes então com a palavra escrita.

Palavras, expressões, sintaxe, pontuação, tudo visa aos efeitos oratórios sobre um público presente e atento, a ser imediatamente atingido. Os recursos expressivos combinam o tom envolvente com o espaço envolvente das igrejas barrocas, fortemente emotivas, com a finalidade de evocar e provocar. O *Sermão da Sexagésima* — em que Vieira pergunta por que os sermões perderam sua finalidade primeira, quer dizer, a capacidade de convencer e converter — pretende ser um corretivo aos

excessos em que incorreram seus interlocutores imediatos: “Será porventura o estilo que hoje se usa nos púlpitos? Um estilo tão empecado, um estilo tão dificultoso, um estilo tão afetado, um estilo tão encontrado a toda arte e a toda natureza? Boa razão também é esta. O estilo há de ser muito fácil e muito natural. Por isso Cristo comparou o pregar ao semear: *Exiit qui seminavit, seminare* [Salva-se quem semeia, semeia]. Compara Cristo o pregar ao semear, porque o semear é uma arte que tem mais de natureza que de arte.”

Em sua relação com o interlocutor, o discurso a partir do púlpito se organiza em torno de dois eixos (no seu *cronotopos* exterior real): um, voltado para baixo, dirigido aos fiéis, indicando o caminho, distinguindo o bem do mal, condenando hábitos, ações, culpando e pregando o arrependimento; o outro, para cima, dirigido ao Senhor, pedindo pelos pecadores, rogando complacência, compreensão e perdão: “*Nunc autem repulisti et confundisti nos: et non egredieris Deus in virtutibus nostris*. Porém agora, Senhor, vemos tudo isso tão trocado, que já parece que nos deixastes de todo, e nos lançastes de vós, porque já não ides diante das nossas bandeiras nem capitaneais como dantes os nossos exércitos...”, dirige-se Vieira a Deus, ante os fiéis que o escutam, em seu *Sermão pelo bom sucesso das Armas de Portugal contra as de Holanda*. No entanto, a maior parte das vezes este segundo eixo aparece como uma formulação silenciosa, indicada pelas pausas e apenas expressa pelo

SERMOENS

DO
P. ANTONIO VIEIRA.
DA COMPANHIA DE IESV,
Prégador de Sua Alteza.

PRIMEYRA PARTE.
DEDICADA
AO PRINCIPE N. S.



EM LISBOA.
Na Officina de IOAM DA COSTA,
M. DC. LXXIX.
Com todas as licenças, & Privilégio Real.

1

2



SERMAM

DA
SEXAGESIMA

Prégado na Capella Real.

Este Sermão prégou o Author no anno de 1655, vindo da Missão do Maranhão, onde achou as difficuldades, que nelle se apontão: as quaes vencidas, com novas ordens Reaes voltou logo para a mesma Missão.

Semen est Verbum Dei. Luc. 8.

§. I.



SE quizesse Deos, que este tão illustre, & tão numerofo auditorio fahisse hoje tão defenganado da prégão, como vcm enganado

com o Prégador! Ouçamos o Euangelho, & ouçamolo todo: que todo he do caso, que me leuou, & trouxe de tam longe.

Ecce exiit, qui feminat, feminare. Diz Christo, que fahio o Prégador Euangelico a fenciar a pa-

laura

A segunda forma de circulação do sermão — impressa — faz do livro um novo púlpito, que atinge um círculo mais extenso de pessoas, embora chegue apenas a um leitor solitário de cada vez.

olhar e gestos, ficando seu registro ausente do texto escrito. Todo o discurso se estrutura em torno desses dois eixos que se orientam para fora do texto e só se tocam através do mediador, na pessoa do pregador e não no espaço de sua inscrição, no texto escrito.

A literalidade do discurso deve se dar no sentido de, por um lado, estabelecer o poder persuasivo, capaz de convencer os fiéis das vantagens do caminho reto e chamá-los ao arrependimento; e, por outro, de mostrar-se expressivo, capaz de enternecer e sensibilizar o Senhor (ou, pelo menos, deixar transparecer aos fiéis essa capacidade), convencendo-O a não abandonar o seu rebanho e distribuir sobre ele a graça. O contraste barroco dos sermões também se explica pelo paralelismo dos dois estilos voltados a interlocutores colocados em espaços diametralmente opostos: uns, na Terra, o Outro, no céu. Enquanto os primeiros devem ouvir a voz da autoridade e do guia, ao Outro se dirige o apelo do humilde demiurgo. O critério para avaliar-se o 'bom' sermão, portanto, será sua habilidade em compor os dois estilos contrastantes em um todo tenso mas convincente, capaz de trazer para o aprisco o rebanho e de atrair sobre ele a compaixão e a piedade divinas.

A preparação do texto para sua segunda forma de circulação — impressa — faz com que o pregador, nesse exercício de porta-voz, demiurgo e mensageiro, veja o livro como um novo tipo de púlpito, que atinge um círculo mais extenso, mas ape-



Ao sair da gráfica, o sermão perde algo de sua dimensão comunicativa original.

nas um leitor solitário de cada vez ou um público pequeno, nas leituras de sala. A ausência de elementos externos que acentuem a solenidade da fala (as naveas ricas das igrejas no momento do rito, o espaço sagrado no momento da missa) deve ser compensada pelo reforço estilístico expressivo das palavras: tanto as da divindade, de quem o autor se faz portador e intérprete para os fiéis, como as destes, que ele encaminha a Deus, apelando pelas suas salvaçãoes. Sem compreendermos essas relações entre Se-

nhor-demiurgo-fiéis, em posições rigidamente definidas e fixas, torna-se difícil analisar os aspectos estilísticos e composicionais, ou literários, dos sermões. A elaboração literária tem a função precisa de ampliar sua capacidade de tocar e sensibilizar, chamar para si e sobre si a responsabilidade de manter em contato os pólos diversos do cosmo, para que um não se perca e o Outro não o abandone, e com isso a ordem se mantenha, apesar da tensão e instabilidade da concepção barroca.

II

A importância de se diferenciar o romance-folhetim do romance-livro, no estudo tanto dos temas quanto dos aspectos composicionais, já foi muito bem ressaltada nos ensaios de Marlyse Meyer (professora de teoria literária da Universidade de São Paulo) sobre o assunto. No entanto, se Meyer lembra a adequação e a acomodação do folhetim à sua forma de circulação (os cortes em capítulos, a relativa autonomia destes, os suspenses finais, a primazia das peripécias, o espichamento extensivo sem correspondente aprofundamento ou adensamento etc.), apenas toca, sem considerar em toda a sua significação, um ponto que considero fundamental: o da forma de atuação do leitor (cuja face é dada pelo órgão de circulação) sobre o autor do romance-folhetim, isto é, como o autor responde a este personagem, não tão presente quanto o ouvinte do sermão, porém não tão distante quanto o leitor do romance-livro.

Meyer não deixa de observar como os leitores dos primeiros folhetins já tentavam interferir nos rumos da intriga e dos destinos dos personagens, através das 'Cartas do Leitor', mas essa forma de intervenção aparece como algo apenas esporádico e no plano do desenvolvimento temático. Existe, porém, uma outra forma de interferência de caráter permanente, que é a do leitor mais ou menos definido que o órgão jornalístico em questão carrega consigo, e para o qual o autor produz o romance-folhetim. Suas características estão estampadas por toda parte: nas obras veiculadas anteriormente e cujas lembranças conti-

A face do leitor do romance-folhetim é dada pelo jornal que ele lê habitualmente.

nuam ressoando, nos artigos e matérias que circundam o folhetim, no nome e logotipo da publicação etc. O autor se acomoda nesse espaço e responde às interrupções desses destinatários, não mecanicamente, como imaginou uma sociologia crítica que reduziu tudo à óptica de concessões e não-concessões, mas criativamente, e fica difícil imaginá-lo ignorando-os.

Aqui, também, cada caso deveria ser estudado concretamente: tal romance, enco-

mendado por tal órgão, destinado a tal público, analisando-se em conjunto as molduras temporais (os romances publicados antes e depois do referido) e espaciais, as características dos demais artigos que circunscrevem o espaço do folhetim. Acredito também ser esta a melhor forma de se articular objetivamente o texto literário com o contexto socioideológico, passando por todas as mediações culturais necessárias, das mais imediatas (o veículo e o âm-

Na edição de 30/09/1887 de *A Estação*, mais um capítulo de *Quincas Borba*, romance-folhetim de Machado de Assis.

30 DE SETEMBRO DE 1887

A ESTAÇÃO | Edição para o Brasil

ATA DO DIA 10

10

LITTERATURA

QUINCAS BORBA

LXXVIII

— Você o que precisa é casar, disse Sophia à prima, depois do almoço.

Maria Benedicta fez-se rubra, baixou os olhos, levantou-os, com o fim de dizer alguma coisa, — responder gracejando, — mas não lhe acudiu nada. O dito da prima podia ser vago, abstracto, um conselho, — mas podia ser também alguma insinuação, e, entre todas, só uma a faria realmente feliz. Não lhe achou no rosto expressão maliciosa. Naturalmente falla á toa, pensou ella. Entretanto, pôde sorrir e disse:

— Casar? Você já me deu piano e francez; agora

— Seguramente, e até mais facil de estudar: não tem escalas nem grammatica.

Sophia riu da sua propria agudeza; mas, como a outra ficasse séria e pensando, colheu as redeas ao riso, e repetiu que era preciso casar.

— Com quem? perguntou Maria Benedicta.

Aqui a outra hesitou. Era tão simples dizer Rubião, — a occasião era tão propicia, — mas a boca hesitou em articular o nome. Contára ao marido que já havia feito presentir á prima, alguma vez, o projecto Rubião, mas disse-o tão somente para o não aborrecer, fallando verdade; a verdade é que nunca lhe tocou em tal. Agora que a noticia vinha de si mesma, recuou: e teimando a outra que lhe dissesse com quem é que podia casar, nem assim lhe sabiu o nome da boca, por mais que tentasse proferir-o; nem o nome, nem algum indicio. Podia

deputado, e abi encartava o advento politico do Rubião... Nada; não lhe sabia nada. Em compensação, baten-lhe nas mãos, rindo; depois tocou-lhe com o dedo na testa, dando a entender que havia alli um segredo, que ella bem sabia o nome da pessoa, que toda a gente o conhecia, etc. Maria Benedicta entendeu o gesto, fez-se outra vez rubra, e desviou os olhos, medrosa.

Gosta de alguém! disse consigo Sophia. E, querendo descobrir quem era, imaginou citar os nomes conhecidos. Começaria pelo Rubião; fez um pequeno esforço, mas o nome desse homem que ella sabia que a amava em silencio, não chegava a sahir da boca. O que parece é que lhe custava dar á outra um homem que ella não queria para si, mais que lhe queria a ella, que a comia com os olhos, furtivamente; especie mui particular de ciúme, o de uma



RODOLFO AMOEDO / CENA DE CAFÉ EM PARIS / AQUARELA SOBRE PAPEL / ACERVO MNBA / REPROD. RAUL LIMA

bito de sua circulação) até o espaço social dentro do qual ele repercute ativamente, formando opinião, cristalizando novas visões de mundo, dialogando com formas arcaicas de gosto e comportamento.

Trata-se não de ver como a história penetra na obra, passando pela subjetividade do autor, mas de ver como a obra e a subjetividade penetram na história. Ao contrário das muitas tentativas de explicar o texto literário a partir do contexto histórico, vendo no primeiro um reflexo e procurando na subjetivação o quanto de valor objetivo ela organizou — elaboração esta incapaz de ultrapassar os limites do próprio meio e do próprio tempo, sem outra consequência que a representação mais ou menos aproximativa do presente —, essa outra perspectiva procura acima de tudo a articulação da obra literária com o contexto literário-cultural, o que não circunscreve suas relações apenas com o presente histórico-social, mas a observa nos modos subjetivos como se relaciona também com o passado e o futuro, sejam os das concepções de mundo, sejam os das representações.

O estudo da relação do autor também com o meio de circulação do romance valoriza o esforço consciente aplicado na construção do texto, a estratégia de sua elaboração, o que não acontece quando se busca apenas a leitura das manifestações latentes, as formas pelas quais o mundo representado se infiltra, interfere ou aparece no mundo das representações. Assim, podemos observar as formas criativas através das quais determinados autores procuraram sobreviver à brevidade do folhetim, construindo a narrativa com possibilidade de níveis diferentes de leitura, de forma a atender às determinações do órgão e dos primeiros leitores, mas com o outro olho no livro, verdadeira e permanente morada ou esfera superior onde viverá entre os pares efetivos, e não entre os vizinhos incômodos dos jornais e revistas.

Para se entender a combinação da intriga, como possibilidade de uma primeira leitura, e a densidade no tratamento de personagens e temas, como a segunda e mais profunda — a exemplo de certos romances de Machado de Assis e Dostoiévski —, creio ser fundamental essa relação com o meio, na forma de folhetins de jornais e revistas. É uma perspectiva que pode esclarecer muito questões como as que se colocam sobre o papel da intriga e as relações de Machado com o romance romântico, ou o uso da trama policial nos romances de Dostoiévski, como *Crime e castigo* e *Os irmãos Karamazov*, entre outros.

LXXIX

Entretanto, à mesma hora em que as duas andavam na praia, abrindo o apetite, Carlos Maria acordava, estirava os membros, e antes de ir para o banho, vestir-se e dar um passeio a cavalo, reconstruía a véspera. Tinha esse costume. De manhã ruminava o dia anterior, menos por philosophia que por amor-próprio; havia sempre nos successos da véspera algum facto, algum dito, alguma coisa que lhe ia bem á alma, como um par de suspensórios elásticos, que se accommodam ás ondulações e movimentos do tronco. Nesses é que o espirito se demorava; ali eram as estalagens do caminho, onde elle descavalgava o corpo, — *la bête*, — para beber vagarosamente um golpe d'agua fresca. Se não havia successos nenhuns de res, — ou se os havia só contrarios, nem por isso as sensações eram desconfortáveis; bastava-lhe o sabor de alguma palavra que elle mesmo houvesse dito, — de algum gesto que fizesse, a contemplação subjectiva, o gosto de se ter sentido viver, — para que a véspera não fosse um dia perdido.

Na véspera figurava Sophia. Parecia até que foi o principal da reconstrução, a fichada do effício, larga e magnifica. Carlos Maria saboreou de memoria toda a conversação da noite, e, quando se lembrou da confissão do amor, sentiu-se bem e mal. Era um compromisso, um estorvo, uma obrigação; mas a belleza da pessoa corrigiu o mal, e o espirito do rapaz ficou entre uma e outra sensação, sem plano. Quando recordou a noticia que lhe deu de ter estado na praia do Flamengo, na outra noite, olhando para a casa della, não pôde susten-er o riso, porque não era verdade. Nasceu-lhe a ideia da propria conversação; mas não lá foi nem pensará nisso. Afinal susten-er o riso, e até arrependeu-se delle; a ideia de haver mentido trouxe-lhe uma sensação de inferioridade, que o abateu. Chegou a pensar em rectificar o que dissera, logo que estivesse com Sophia, mas reconheceu que a emenda era peor que o segredo, e que ha muitos sonetos mentirosos.

Depressa arguiu a alma. Vin de memoria a sala, os homens, as mulheres, os leques impacientes, os bigodes invejosos, e distendeu-se todo a'um banho de inveja e admiração. De inveja albeia, noto se bem; elle carecia desse sentimento ruim. A inveja e a admiração dos outros é que lhe davam ainda agora uma delicia intima. A princeza do baile entregava-se-lhe... Definia assim a superioridade de Sophia, posto lhe conhecesse um deficit capital, — a educação. Achava que as maneiras polidas da moça vinham da imitação adulta, após o casamento, ou pouco antes, e ainda assim não subiam do meio em que vivia. De resto, o baile da véspera não passava de uma rídea sociedade de copistas. Carlos Maria achou-se tão humilhado que sem poder rir desta sua definição. Vingava-se em dizer que a princeza do baile era sua. Princeza, nada menos.

(Continua.)

MACHADO DE ASSIS.

INFANTILIDADE

Que rebolço nas as-meas de Marietta!
E' que fugiu Higonner, a guia dozeia.
E' tanto chora, e chora a pobre peregrina,
Que o papae manda pôr annuario na Gazeta.

Da viziçãe algum, com o alho na gargala,
A tran-fuga encontra, que andava de viti.
Ao d'uma de um mallos philosophico, que habita
Liv um caso de fígula e cãllida rebela.

Marietta se vê Higonner, sciendo-lhe as brachadas,
Da-lhe um banho de amor em helios e casibos,
Noveas, a selajar, e no mesmo tempo a rir.

E entre «fugas lio dila: «Banhora, fol preciso
Ficava em annuário! Veja a que a não ter jela!
E' todo o annuário lá para Higonner viri.

A.

dis, porém, notei que ella lancolica... Indaguel das (surprendia).

« Meu amigo, me disse: «sajos de pedir-lhe um favo

isso; no entanto, se na de

« Eu ha muito que lio a

rar-me para um convento.

Fiz quanto pude para co

foi inabalavel. Rogos, legri

multo, mas por fim acco

de *** onde raras vezes

pouca alegria que me re

amava já aquella mulher

exposa. O meu coração te

está occulto alli e só tu m

estimo de

Lastim:



Estes t
uma me
naufra
dominan
toda a fo
O suic
avustad
pondia
de pred
morreu
trangu
que leva
suicida
entretan
a fumo;
esta si
enlute
Entret
lencio u
annos, r
podé. Es
poi uma
lançou n
um tiro
tancame
Não h
mente ci
commoda
tivesse a
arrancar.
Não h
tante na
em S. Jo
Mas ai
operação
creosoto,
pacificos
tra a odo
Ha mu
suicidi
nha pro
malevole
cobriam

INFANTILIDADE

VARIEDADE

UMA PAGINA DE LAGRIMAS

FRAGMENTO DE UMA CANTA

(Cocholado)

« Fôra de mim, fugi daquella casa na firme resolução
de pôr termo aos meus dias. Corri ao precipício e lá a
despenhar-me quando vós me salvastes esta vida que
tanto me pesa. »

Acabou ella entre soluços a narração de suas desgraças,
e eu, com uma de suas mãos nas minhas, chorava a des-
ventura dessa mulher, que o céo fôra injusto em não fazer
feliz.

A convalescencia foi longa.

O mal daquella mulher cza no coração, e os males e as
dores do coração não se curam. O tempo só pôde fazer
esquecê-la. Quando voltando de meus trabalhos entrava
em casa, encontrava-se sempre lendo ou chorando. Um

senão o desejo de ser u

Eu considero-me feli

minhas considerações h

matam podem ter, por

algum suicida. Feliz de

humana!

Este caso de um moço

canastro por ter dor de

ridículo.

O Gabinete Portuguez

bello edificio da rua d

grande sorçista para o

achar lá dentre tanta co

O monumento, levant

de tanta economia e de

de gloria para a colonia p

e levadá á mão deomota

III

Se o romance-folhetim tenta sobreviver à existência breve dos jornais e alcançar o verdadeiro corpo no livro, a crônica literária faz o contrário: realiza seu verdadeiro ser na brevidade da imprensa, mas espera repousar dessa passagem agitada e curta no livro que a lembre e recorde como a imagem do que foi um dia. A vida real da crônica, desse modo, está no órgão para o qual foi pensada, por mais que o cronista mantenha um olho no futuro livro que a reunirá a outras em um novo corpo, como um conjunto de 'almas mortas' que receberam na criação algo mais do que as vizinhas irremediavelmente perdidas: as notícias diárias. É com elas o segundo diálogo da crônica.

Para se fazer ouvir e merecer maior respeito do leitor (que trata as notícias sem a menor cerimônia), a crônica antes de tudo tenta se diferenciar como se fosse um visitante ilustre num país bruto, inculto e insensível. Para isso tem que ser diferente em tudo: ocupa um lugar fixo, ao invés de ficar flutuando, perdida, seguindo a vontade do diagramador; trata dos fatos, não pela importância que têm por si mesmos, mas justamente pelo que passaria despercebido se não fosse o cronista; dispensa títulos e

manchetes para chamar a atenção, exibindo apenas o nome do autor, do escritor, como atrativo para o leitor em busca de uma voz ou um espírito que o coloque em relação emotiva com o mundo; ocupa uma coluna mais larga do que as tripas estreitas, que imprimem um ritmo de leitura mais rápido ao resto do jornal, como a exigir mais cuidado, reverência e atenção; usa linguagem diferente, fora dos padrões de registro da notícia, apelando para o *eu*, para o gosto e o capricho pessoais; abaixa ou eleva o registro da linguagem que a circunda, contrastando com a rigidez e a uniformidade que se dá no jornal ao material linguístico.

Constituindo-se em gênero heterogêneo e flexível, ao contrário dos gêneros jornalísticos, que se afirmam sempre por uma identidade bem definida (editorial, reportagem, artigo de fundo etc.), a crônica usa e abusa da variedade dos pequenos gêneros, dos mais simples aos mais complexos, na sua composição: diálogos do cotidiano, retratos, tipos, cenas cômicas e dramáticas, versos, sonetos, relatos, narrativas, casos, comentários, contos, confissões, descrições líricas, sátiras, paródias etc. Não existe ainda um estudo sistemático sobre a infinida-

de de gêneros não-literários que ela absorve na sua constituição. Erroneamente procuram-se na crônica os gêneros tipicamente literários, sem atentar para o fato de que ela mesma não chegou a se cristalizar em um gênero, que se mantém na fronteira, como um canal de comunicação ou uma zona de contato entre as esferas da alta e da baixa culturas.

O cronista é o sujeito que retrata o tempo (*cronos*), capta a imagem do turbilhão que remexe a ordem do mundo e não deixa nada fixo no lugar. Como o narrador do romance, vê o cotidiano com um olhar estranho, de alguém capaz de observar e julgar o movimento, a mudança, e alertar para o que há de extraordinário no que parece corriqueiro, sólido, estabelecido. Como o tempo da crônica é o presente, ela precisa de uma perspectiva para olhá-lo, daí a referência constante ao passado imediato, quase sempre com um sentimento de perda, como se fosse um pano-de-fundo sobre o qual pudesse contrastar o movimento e o sentido do momento. Se o jornal, pelo quadro do presente que oferece, cria a expectativa do futuro, o cronista só pode responder com o realismo de quem já viveu, portanto é mais sábio e já não espe-

Do cronista Alvaro Moreyra, em 1915: "Para mim, o Rio é a cidade dos jornais!... as esquinas estão atapetadas de jornais..."



A máscara do narrador da crônica parece essa figura composta: em uma primeira visão, a feição de alguém que vê, extremamente atento ao tempo, fazendo da crônica uma membrana sensível, capaz de captar a moda, os costumes, a mudança, no-



"... os transeuntes estão carregados de jornais. Os vendedores de jornais, portanto, são criaturas felizes, despreocupados dos crimes sensacionais que dão a ler..."

vas expressões e termos, a novidade e as marcas do tempo que não são notícias; e, numa segunda visão, o rosto de alguém que julga, que procura além das camadas superficiais do tempo o velho conhecido. Comentando o novo, confrontando-o com o velho e projetando o futuro, o cronista cria a perspectiva para construir a imagem do presente, revelada nos pequenos fatos banais da vida e da rua. Através do narrador, fixa uma posição ou um ponto a partir do qual observá-los, deslocando com isso o leitor de sua posição cômoda e neutra em que o coloca a notícia, obrigando-o também a parar e a refletir diante do fluxo.

Para o escritor, é um exercício difícil e delicado equilibrar-se em um ponto qualquer e a partir dele responder às contingências, sem deixar-se envolver ou sucumbir à imediatez. É aí que se revela o falso cronista: do ponto de equilíbrio difícil faz um palanque a partir do qual verbera a falsa segurança.

Vejo o cronista como o sobrevivente que, de um porto seguro, dificilmente alcançado, observa a torrente que a tudo desestabiliza e turbilhona; dali, chama a atenção dos que rodam no fluxo para que tenham, como ele, cair fora e se safar, que o acompanhem no julgamento do seu tempo, sal-

vos da catástrofe, cuja melhor imagem é o próprio jornal. Para o jornal, a crônica é o contrapeso, um mal necessário, algo que suporta para aliviar-se da má-consciência, lembrança ou resíduo do que nunca chegou verdadeiramente a ser, memória de um tempo em que escrever não era um ofício mecânico e constrangedor, mas uma flanação de um tipo específico de humorista, poeta e escritor: o velho escritor. A crônica é a sombra que atrai os sonhos de todo jornalista: assinar uma coluna, cujo título e chamada sejam seu próprio nome, e o assunto o *eu*, o estilo, o sujeito que sobreviveu ao ritmo acelerado das rotativas.

Só na relação escritor-jornal-leitor pode a crônica literária ser compreendida como gênero vivo, tendo seus elementos definidos a partir dos diálogos que estabelece. Nessa relação, o escritor corre riscos e vive desafios: é obrigado a produzir, sabendo como o característico da publicação para a qual escreve repercutirá em seu texto; por mais que tente se abstrair, terá sempre presente o fantasma incômodo e restritivo do leitor da publicação; terá que se acomodar em um espaço definido, uma coluna vertical, mais adequada à representação espacial da fotografia do que à temporal,

com a qual está acostumado; e a asfixia do tempo presente, obrigando-o a produzir uma imagem sem *continuum*, só admitindo a superposição e a simultaneidade, mas ao mesmo tempo negando-lhe a criação do emblema, da metáfora (o que transforma a crônica em parábola). Reduzido a esta condição, na qual toda visão de conjunto é negada, recorre o cronista ao isolamento do detalhe significativo, que se refere a um tempo mais profundo do que o do dia-a-dia, mas passando por ele, equilibrando-se nele, como uma folha entre as ondas do oceano, outra metáfora que convém à crônica no jornal.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- BAKHTIN M., *Questões de literatura e de estética*, São Paulo, Hucitec, 1988.
 MCLUHAN M., *A galáxia de Gutenberg*, São Paulo, Cia. Editora Nacional, 1977.
 MEYER M., 'Folhetim para almanaque ou rocambole, a ilíada de realejo', *Almanaque*, São Paulo, Brasiliense, 1982.
 ARRIGUCCI JR. D., *Achados e perdidos*, São Paulo, Polis, 1979.
 GOTLIB N.B. (org.), *Boletim bibliográfico da Biblioteca Mário de Andrade*, v. 46, n.º 1/4, janeiro-dezembro, 1985.

EDIÇÃO DE TEXTO MARIA IGNÊZ DUQUE ESTRADA

É em Ciência Hoje das Crianças. **A primeira revista mensal do Brasil** **que junta cientista e criança** **para descobrir o mundo.**

Seja um dos primeiros a assinar Ciência Hoje das Crianças.
Telefone hoje mesmo para (021) 270-0548 ou 590-7592, ou escreva para a
Avenida Venceslau Brás 71, fundos, casa 27, Botafogo, CEP 22290, Rio de Janeiro.



Onde é que
criança vira cientista
e cientista vira
criança?

PERFIL



A QUÍMICA COMO DESAFIO

GIUSEPPE CILENTO

Dois traços marcantes ressaltam na trajetória de Giuseppe Cilento: a dedicação absoluta ao trabalho de pesquisa e a persistência em vencer desafios. Filho de imigrantes italianos, ele se iniciou no estudo da química nos anos 40, no Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Teve a sorte de contar com grandes mestres, como Heinrich Hauptmann, de quem foi assistente, e sobretudo Heinrich Rheinboldt, orientador de sua tese de doutorado. Para Cilento, passar horas a fio num laboratório é o resultado natural de sua formação universitária.

A este prazer no trabalho, Cilento juntou uma verdadeira obsessão por vencer os desafios que a pesquisa muitas vezes lhe impõe. Foi o único de sua turma a trabalhar de forma interdisciplinar, primeiro por seu interesse por físico-química e mineralogia, em seguida pela bioquímica. Tornou-se conhecido internacionalmente pesquisando espécies químicas excitadas em sistemas biológicos. E atualmente, incansável, se dedica a demonstrar que as células podem realizar processos fotoquímicos mesmo na ausência de luz. É o que Cilento chama de 'fotobiologia sem luz'.

Agraciado com dois importantes prêmios de pesquisa científica no país, o Prêmio Nacional de Ciência e Tecnologia e o Moinho Santista, Cilento costuma imprimir ao seu trabalho um altíssimo padrão de qualidade. Além disto, há cerca de 40 anos, ele vem sendo um dos grandes responsáveis, no Brasil, pela formação de novas gerações de pesquisadores. O nome de Cilento já se tornou sinônimo de uma combinação preciosa: a do pesquisador apaixonado por seu ofício com o mestre capaz de transmitir esta paixão a seus alunos e colaboradores.

ENTREVISTA CONCEDIDA A

ANA LÚCIA TABET OLLER NASCIMENTO E HERNÁN CHAIMOVICH
INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

CARMEN LÚCIA WEINGRIL E VERA RITA COSTA
CIÊNCIA HOJE, SÃO PAULO

— *Conte um pouco sobre sua infância. Seus pais eram italianos. Quando imigraram para o Brasil?*

— Meu pai era médico e imigrou para o Brasil antes da Primeira Guerra Mundial. Ele cuidava do serviço de tuberculose da Santa Casa de Misericórdia em São Paulo. Minha mãe era nascida em Rio Claro (SP), neta de italianos e suíços. Logo após a deflagração da Primeira Guerra Mundial, o sentimento de solidariedade para com os meus avós e a pátria levou meu pai a regressar à Itália e servir como médico no *front*. Minha mãe e minhas irmãs também se mudaram para a Itália. Nasci em Sorrento, em 1923.

— *E quando retornaram ao Brasil?*

— Retornamos em 1933, atendendo a pedidos da família de minha mãe. Viemos, entretanto, em caráter provisório, razão pela qual, além de seguir o programa do ginásio brasileiro, cursei também as matérias do currículo italiano. No quarto ano, quando éramos obrigados a optar, escolhi cursar o liceu italiano. Após dois anos, por diversas razões, entre as quais estava a deflagração da Segunda Guerra, decidi completar o ginásio brasileiro. Em 1940, quando terminei o curso ginasial, já estava decidido a estudar química.

— *A que o senhor atribui a opção pela química?*

— Meu pai teve uma vida muito sacrificada como médico. Ele sempre nos aconselhava a estudar tudo que quiséssemos, menos medicina. No ginásio, eu estudava diária e sistematicamente química, física e matemática. Tornei-me um bom aluno nessas matérias e péssimo nas outras. Tanto assim que, quando prestei o vestibular em 1941, meu preparo em física, química e matemática era excelente, mas fui reprovado em ciências naturais. Meu desempenho nessa área foi tão ruim que um dos professores, indignado, me pôs para fora da sala, recomendando que eu frequentasse feiras livres e cozinhas para aprender mais sobre o assunto. Mas a sorte me acompanhou: pela primeira vez, foi permitida a segunda época no vestibular. Eu me preparei de maneira intensiva com o professor Erasmo Garcia Mendes, da Universidade de São Paulo, de quem me tornaria grande amigo. Hoje, se me perguntassem o que gostaria de estudar, eu continuaria a responder química, sem dúvida alguma. E começaria outra vez a carreira de pesquisador. Percorreria exatamente o mesmo caminho que percorri. A única diferença é que, tendo constatado minha maior vocação para a bioquímica, estudaria um pouco mais de biologia.

— *Não há nessa resposta uma idealização da carreira de pesquisador?*

— A carreira de pesquisador — não menos do que qualquer outra — é cheia de frustrações e satisfações. É uma carreira que exige dedicação. Ao sucesso que se pode obter como pesquisador corresponde sempre um grande esforço pessoal, às vezes obsessivo. Por isso, costumo recomendá-la apenas aos que colocam a criatividade acima do conforto. Como pesquisador, fiz sempre o máximo que era possível fazer. Se negasse tal fato, eu seria injusto com meus familiares, frequentemente sacrificados em razão dessa minha dedicação à pesquisa. É, porém, interessante que, mesmo estando ciente dessa exigência de dedicação, o cientista raramente espere recompensas. Mesmo porque, se esperasse, poderia não recebê-las... A quantidade de pessoas qualificadas a receber recompensas é sempre muito maior do que o número destas.

— *Como era o ambiente na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras na época de seu ingresso?*

— O curso de química era excelente. Foi um grande privilégio ter convívio com professores como Heinrich Rheinboldt, Heinrich Hauptmann, Giórgio Renato Levi, Ruy Ribeiro Franco, Abraão de Moraes, Paschoal Senise e outros. Lembro-me sempre da importância que esses mestres davam às aulas, da dedicação com que as preparavam. Aprendi com eles que ministrar aula é algo muito sério e que o raciocínio é mais importante do que o conhecimento. Este, de certa forma, sempre se encontra à disposição nas bibliotecas. O Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo me deixou ótimas lembranças e não preciso ressaltar a importância dessa escola para o desenvolvimento da química no Brasil. Já existem, em grande número, bisnetos científicos de Rheinboldt e de Hauptmann que atestam isso.

— *Quem eram seus companheiros de turma? Ligou-se a alguém em especial?*

— Mantenho uma boa lembrança do meu tempo de estudante de graduação e, portanto, dos meus colegas. Ao todo, éramos onze. A turma era excelente, bem acima da média. Havia uma certa competição entre os colegas e atribuo a isso o alto nível mantido. O trabalho experimental era intenso, sendo interrompido apenas pelas aulas. Trabalhava-se o dia inteiro e, com a carga de laboratório que nós tínhamos, era praticamente impossível ter outras atividades fora. Na química analítica quantitativa — em que era necessária habilidade manual — comecei a me atrasar. Com a afobação, o atraso começou a se dilatar. Decidi trabalhar com toda a calma, chegando ao laboratório ainda mais cedo e saindo ainda mais tarde. Deu certo e eu me recuperei no trabalho. Foi uma lição muito boa que aprendi sozinho: no laboratório a afobação é totalmente inadmissível.

Também frequentava nossas aulas o Alberto Carvalho da Silva. Ele era do corpo docente da Faculdade de Medicina da USP e decidiu acompanhar o curso como ouvinte. Hoje é diretor-presidente da Fapesp. Também foi meu colega de turma o Ernesto Giesbrecht, professor de química aqui do Instituto de Química. Com ele a convivência perdura até hoje.

— *Rheinboldt foi a principal influência na sua carreira? Como era trabalhar com ele?*

— Diria que sim, embora outros professores, principalmente o Hauptmann, também tenham me influenciado. Fiz o doutoramento sob orientação do professor Rheinboldt. Trabalhava-se todos os dias da semana — sábados e domingos também —, inclusive à noite. Não existiam bolsas de estudo para o doutoramento, o que explica a pressa em terminar o curso, para não continuar sendo sustentado pela família. Na realidade, com os recursos 'franciscanos' disponíveis, o que se produzia era excelente. A educação química que adquiri com o professor Rheinboldt foi fundamental para a minha carreira. Aprendi que acima de tudo deveriam estar a seriedade de propósitos, a honestidade científica e o trabalho rigoroso. Percebi que as idéias pouco ou nada valeriam se não as abordasse experimentalmente e que tudo deveria ser consolidado com dados e provas convincentes. A formação científica que se adquire durante o doutoramento é, em geral, mais importante que os próprios resultados de pesquisa. Acredito que o amadurecimento científico justifica a obtenção do doutorado, mesmo se eventualmente os resultados de pesquisa forem modestos.



FIGURA 1 Bacharelandos da turma de 1941 do Departamento de Química da USP, no pátio do Palacete Street, na Alameda Gleite. Da esquerda para a direita, sentados: Paschoal Senise, Jandyrá França, Elli Braun, Heinrich Rheinboldt, Lucy Brook Lacerda e Henrich Hauptmann. Na 2ª fila: Dino Agosti, Germinio Nazario, Gitla Frydman, Antonieta Bruno, Ernando Buratti, Giovanni Giuliani e Ernesto Giesbrecht. Na 3ª fila: Walter Loewenstein, Anatole Kajan, Carlos Perego, Alberto Carvalho da Silva (aluno-ouvinte), George Mantchouk e Giuseppe Cilento.

— Os resultados científicos de seu doutoramento foram modestos?

— O título da minha tese de doutoramento era *Isosterismo, isologia e isomorfismo*. De especial importância era averiguar a possibilidade de substituição isomorfa, ou seja, de cristalização num mesmo retículo, quando, em certas classes de compostos, ocorre que um átomo de oxigênio seja substituído por um de enxofre ou selênio. O método de investigação, chamado degelo-fusão, foi desenvolvido por Rheinboldt, quando ele ainda estava na Alemanha. Era um método simples, adaptado às condições disponíveis naquela época. Alguns dos resultados que obtive foram editados em revistas internacionais, mas a maior parte veio a público no próprio *Boletim da FFCL* [Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, da USP].

— O senhor sempre teve a pesquisa como perspectiva profissional?

— Sim. Quando entrei para a universidade já sabia que faria o doutorado. Não tive dúvida a respeito. Parecia-me que o cur-

so de química englobava o doutoramento. Na época, começávamos a pós-graduação lavando frascos, para os doutorandos mais velhos. Antes de abordar o seu próprio tema de pesquisa, a gente ficava encostado num doutorando, ajudando nos experimentos, limpando os frascos dele. Eu lavei muitos frascos.

— Para quem?

— Agora não me lembro, mas foi para mais de uma pessoa. Não me arrependo de tê-lo feito. Acho que o sistema até estava correto. Agora, vocês podem imaginar o choque que levei quando, depois de doutorado, fui trabalhar na Faculdade de Medicina da USP. Lá, o sistema era diferente. O Jaime Cavalcanti colocava o laboratório todo à disposição do Isaías Raw, que era, então, estudante de segundo ano. Claro que o Isaías sempre foi um estudante brilhante, mas essa postura contrastava violentamente com aquela na qual eu me educara.

— Como o senhor definiu os seus primeiros temas de interesse? Em que consistiam?

— Acabei o doutorado em 1946. No ano seguinte, fui convidado por Piero Manginelli a trabalhar na Fundação Andrea e Virginia Matarazzo, instalada na Faculdade de Medicina da USP e voltada para o estudo do câncer. Na Fundação, viria a interessar-me por carcinogênese química. Achava fascinante o fato de pequenas mudanças na estrutura de certas moléculas poderem conferir atividade cancerígena. Hoje, decorridos mais de 40 anos, vejo o quanto minhas abordagens eram simplórias. Mesmo assim, minha passagem pela medicina resultou em várias publicações no exterior e, não menos importante, despertou meu interesse pela bioquímica. Tornei-me muito amigo de Piero Manginelli. Saí da fundação quando fui convidado pelo professor Hauptmann para ser seu assistente na cátedra de química orgânica e biológica do Departamento de Química da USP, em 1951. Lá, acompanhando a tradição do departamento, interessei-me pelo estudo dos compostos de enxofre.

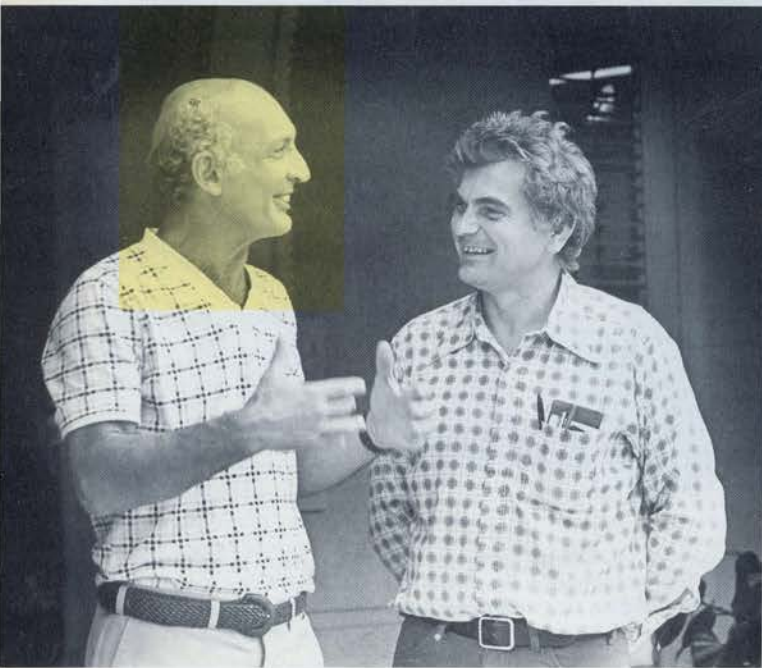


FIGURA 2 Giuseppe Cilento e Waldemar Adam (Universidade de Wurzburg, Alemanha Ocidental).

— Embora Rheinboldt e Hauptmann sejam reconhecidos como grandes químicos, considera-se que a química que ensinavam era a do século passado. Como era a pesquisa em química praticada naquela época?

— Fui aluno de ambos. Doutorei-me com Rheinboldt e fui assistente de Hauptmann. Conheci ambos muito bem e posso afirmar que essa crítica é imprecisa. Os professores Rheinboldt e Hauptmann estavam há relativamente pouco tempo no Brasil. Provinham da Alemanha, país que antes da Segunda Guerra Mundial já ocupava posição de grande destaque em química. Eles eram jovens e já tinham ocupado cargos importantes. Como poderiam dar aulas desatualizadas? O que pode ter gerado essa crítica é o fato de ambos darem muita importância aos aspectos históricos. Vou dar um exemplo: durante todo o primeiro mês

do curso de bioquímica, com duração de três horas por semana, Hauptmann — e eu posteriormente — ensinava química de carboidratos, principalmente estereoquímica. Ele seguia em grande parte o desenvolvimento histórico, um belíssimo exercício de raciocínio. Isso, a meu ver, tem um valor didático enorme. Da mesma forma, eles se esforçavam para que os estudantes adquirissem uma mentalidade analítica. No caso da química analítica isso chega a ser mais importante do que familiarizar-se com os métodos mais atuais.

Nos anos 50, já convivendo com Hauptmann, lembro-me de seu entusiasmo pelo mecanismo das reações orgânicas, campo que naquela década alcançava pleno desenvolvimento. Lembro-me que Hauptmann já fazia uso extensivo daqueles conceitos. Em suma, acho improvável que esses pesquisadores de alto nível ministrassem aulas antiquadas, porque, apesar das grandes dificuldades que encontravam no Brasil, continuaram a produzir e publicar nas principais revistas internacionais. Rheinboldt e Hauptmann deixaram uma mensagem bem clara: pode-se fazer bons trabalhos, apesar dos recursos serem escassos.

— A criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), em 1951, modificou em alguma coisa a trajetória da química no país?

— Não tenho credenciais para avaliar o impacto da criação do CNPq na ciência, particularmente na química, porque naquela época eu estava iniciando minha carreira. O que posso garantir é que a criação do conselho veio ao encontro das aspirações da comunidade científica.

— Que trabalhos o senhor desenvolveu na USP, nesse período?

— Estudei a expansão da camada de elétrons do enxofre. Normalmente, nos compostos sulfurados, o enxofre tem seus elétrons acomodados nos orbitais 's' e 'p', mas suspeitava-se que, em certos casos, o enxofre também poderia usar o orbital 'd'. Publiquei dois artigos sobre o assunto. 'The expansion of the sulfur outer shell', publicado no *Chemical Reviews*, em 1960, despertou considerável interesse e me rendeu o Prêmio Hans Feigl, destinado a pesquisas em ciências básicas. O prêmio havia sido instituído por Fritz Feigl e senhora, em homenagem ao filho que havia falecido.

— A que o senhor atribui a repercussão desse trabalho? Era realmente um trabalho inovador?

— Não fui eu, absolutamente, o primeiro a dizer que o enxofre poderia expandir sua camada de elétrons. O que fiz foi uma revisão crítica do assunto. Existiam poucos trabalhos e eu me debrucei sobre o tema. Concluí que é muito provável que, em certas classes de compostos sulfurados, o enxofre expanda sua camada exterior. O artigo publicado no *Chemical Reviews* foi minha despedida dessa linha de pesquisa. Desde 1956, eu estava migrando para a bioquímica.

— Por que o senhor optou pela bioquímica?

— A mudança para a bioquímica foi resultado dos meus interesses e das necessidades da cátedra. Em 1956, estive no laboratório de Frank Westheimer, na Universidade de Harvard, como bolsista da Fundação Rockefeller. Lá desenvolvi trabalho sobre a cinética da reação catalisada pela enzima álcool-desidrogenase. Quando voltei, me dediquei por mais de uma década ao estudo das coenzimas respiratórias de natureza piridínica.

Em 1960, o professor Hauptmann faleceu e eu assumi seu lugar interinamente na cátedra de química orgânica e biológica.

O fato de a cátedra ser dupla exigiu que eu fizesse exames de livre-docência e de cátedra em ambas, química orgânica e biológica. Estudar para esses exames ajudou muito minha vida profissional. Para obter o doutorado também eram exigidos dois exames, em disciplinas escolhidas pelo candidato. A maioria escolhia química orgânica ou inorgânica e uma segunda matéria, geralmente a chamada química superior, que existia naquela época. Eu escolhi físico-química e mineralogia. Chamaram-me de louco. Mas era apenas mais um desafio.

— *O senhor acha que aceitar desafios é uma característica sua ou acha que ela é inerente à atividade científica?*

— Acho que não é uma atitude comum. Meus colegas, geralmente, escolhiam coisas mais fáceis. Que eu me lembre, fui o único que optou por físico-química e mineralogia. O porquê de gostar de desafios, não sei, acho que é inato. Seria injusto dizer que não existem outros casos. Aqui mesmo no Instituto de Química da USP, existem diversas pessoas que abordam problemas que exigem muita coragem. Outros preferem atacar apenas as questões que sabem que irão render resultados.

— *O senhor aparenta ser uma pessoa totalmente identificada com a atividade científica...*

— Sim, de fato. Fora da atividade científica, não sei fazer nada. Isso me causa muita preocupação, principalmente agora que se aproxima — faltam poucos anos — a aposentadoria compulsória. Vejo a aposentadoria com preocupação. Não tenho nenhum *hobby*, nenhuma perspectiva, a não ser continuar a trabalhar. Não é brincadeira ou exagero. Realmente não tenho capacidade e habilidade para mais nada. A única coisa que sei fazer é o que faço aqui.

— *Como surgiu seu interesse pela produção bioquímica de estados eletronicamente excitados?*

— Em 1959, ao ler um livro sobre espectroscopia de biomoléculas, ocorreu-me que os hormônios da tireóide poderiam agir no nível submolecular via um efeito especial, ali descrito e chamado de 'efeito de átomos pesados'. Essa idéia implicava a existência de moléculas excitadas no estado triplete. A pergunta que nos fizemos foi se haveria formação de moléculas excitadas no estado triplete em sistemas biológicos e, em caso afirmativo, qual a função. Interessante que alguns meses mais tarde li um livro do famoso bioquímico húngaro Albert Szent-Györgyi, publicado em 1955, em que as mesmas idéias que me ocorreram eram citadas. Szent-Györgyi simplesmente as mencionava e eu, embora tenha tentado, por muito tempo quase nada consegui fazer a esse respeito.

No início dos anos 60, Emil White também aventou a possibilidade de sistemas biológicos formarem moléculas em estado triplete. O White era químico orgânico e trabalhava com dioxetanos (compostos peroxídicos intermediários de processos químicos e bioluminescentes) na Universidade Johns Hopkins (EUA). Foi ele quem demonstrou que os dioxetanos, ao se clivarem, produzindo moléculas em estado triplete, poderiam promover processos de tipo fotoquímico. Outros também trabalharam nesse assunto, como Angelo Lamola, dos Laboratórios Bell, nos Estados Unidos, que induziu a dimerização das bases do ADN (ácido desoxirribonucleico). Ambos, White e Lamola, levantaram a hipótese de se formarem estados tripletes em sistemas biológicos. White chegou mesmo a fazer uma lista de prováveis produtos gerados por processos do tipo fotoquímico em sistemas biológicos,

incluindo as lumicolchicinas, a vitamina D e a enzima que quebra os dímeros das bases do ADN.

Em 1974, White e eu, simultânea e independentemente, publicamos artigos a esse respeito. Inclusive, tivemos conhecimento dos trabalhos um do outro porque trocamos os manuscritos para avaliação.

Agora, a iniciativa de pesquisa em sistemas biológicos, tentando mostrar que em sistemas bioquímicos também podem se formar moléculas em estado triplete, é nossa.

— *Mais de dez anos foram necessários para que a idéia original começasse a ser pesquisada. A que motivos o senhor atribui essa demora?*

— Quando a idéia surgiu, estávamos no início da década de 1960. A dificuldade é compreensível. Em ciência, uma hipótese ou descoberta lançada prematuramente nada vale. Ela terá necessariamente que esperar o desenvolvimento de outros campos do conhecimento. No caso do estudo dos estados excitados em sistemas biológicos, foi fundamental o desenvolvimento da química dos dioxetanos, iniciada por Karl Kopecky e C. Mumford no Canadá, em 1969, e das alfaperoxilactonas (dioxetanonas), iniciada por W. Adam e C. J. Liu em Porto Rico, em 1972. A partir da demonstração desses pesquisadores de que a clivagem desses compostos é unimolecular e luminescente, devido à produção de compostos carbonílicos eletronicamente excitados, tornou-se possível, para nós, investigar as reações bioquímicas que procediam, pelo menos formalmente, através de intermediários desse tipo — dioxetanos e peroxilactonas — e verificar se os produtos se formavam no estado triplete. Curiosamente, a idéia original — que aventava a possibilidade dos hormônios da tireóide funcionarem por efeito de átomos pesados —, conhecida por alguns autores como hipótese de Szent-Györgyi e Cilento, embora fecunda, é provavelmente errônea. De fato, nos anos setenta foram sintetizados, na Universidade de São Francisco (EUA), compostos derivados da tironina — esqueleto básico dos hormônios da tireóide — desprovidos de átomos pesados e que mostraram atividade hormonal.

— *Como foi a receptividade da comunidade científica aos primeiros trabalhos que o senhor publicou sobre estados excitados em sistemas biológicos?*

— Como era de se esperar, nossos trabalhos sobre a formação de espécies tripletes em sistemas bioquímicos foram recebidos com muito ceticismo. Antes de abordar experimentalmente o problema, em 1972, escrevi um artigo teórico sobre a possibilidade de existência de espécies excitadas em sistemas biológicos para a *Chemico-Biological Interactions*. Passados seis meses, o que é um prazo muito longo para uma revista científica, escrevi ao editor cobrando uma posição sobre o artigo. Na resposta que recebi o editor confessava não saber o que fazer. Havia submetido o artigo a vários assessores, cujas opiniões oscilavam entre 'extremamente interessante' e 'um lixo'. Em vista disso, estava decidido a submetê-lo ao editor europeu. Depois de algum tempo, recebi carta desse editor, em que dizia que, embora possuísse méritos, meu artigo não poderia ser publicado por estar fora dos padrões editoriais da revista. Ou seja, de forma sutil, recusava meu artigo. Isso não me desanimou. Continuei trabalhando. Em 1973, submeti outro artigo mais atualizado e muito teórico para a *Quarterly Reviews of Biophysics*, um periódico não menos exigente que o anterior, e não houve dúvida, o artigo foi aceito prontamente.

— *A que o senhor atribui a primeira recusa?*

— À cautela da comunidade científica. Se alguma coisa nova surge, a comunidade reluta e aguarda provas para aceitá-la. No caso de nossas pesquisas, começamos a parte experimental em 1974 e somente dez anos após termos demonstrado a ocorrência do estado triplete em sistemas biológicos o ceticismo inicial começou a arrefecer. Também porque durante esses anos nossa meta se tornou mais abrangente.

— *Quais são os seus objetivos atuais?*

— Estamos interessados em demonstrar que a célula pode realizar certos processos fotoquímicos mesmo em ausência de luz. Essa potencialidade se expressaria tanto em processos normais como deletérios. Em outras palavras: é bem sabido que ocorrem *in vivo* emissões de luz. É o fenômeno da bioluminescência. Nesta, uma reação enzimática produz uma molécula excitada no estado singleto. Em seguida, a molécula volta ao estado fundamental emitindo luz. Existe, no entanto, um estado excitado chamado tripleto, cuja duração é bem mais longa do que o estado singleto. O tripleto poderia, portanto, ser química e biologicamente muito mais importante. Vários pesquisadores compreenderam a potencialidade deste novo campo, que chamamos de 'fotobiologia sem luz'. Entretanto, por se tratar de um campo de interesse multidisciplinar, ainda está por se manifestar com efusividade o interesse dos bioquímicos e biólogos.

— *Quem o está acompanhando nessa nova linha de pesquisa?*

— O fato de o projeto ter sido iniciado e ter tido sempre desenvolvimento bem satisfatório deve-se aos meus colegas. Refiro-me aos estudantes de pós-graduação, aos já graduados, daqui ou que vieram do exterior, e a alguns professores estrangeiros. É impraticável mencionar todos. Muitos contribuíram com idéias básicas. Atualmente colaboram no projeto três estudantes de pós-graduação e a Ana Lúcia Tabet Oller do Nascimento, que aqui se doutorou em 1987. Para 1991, esperamos a chegada do professor Hugh Brian Dunford, da Universidade de Alberta, Edmonton, Canadá, que deverá passar conosco metade do seu ano sabático.

— *Como o senhor vê essa demora em reconhecer a potencialidade das pesquisas que vocês estão desenvolvendo?*

— Como já mencionei anteriormente, a comunidade científica é muito cautelosa. A demora de reconhecimento e demonstração de interesse é compreensível, na medida em que o impacto de uma descoberta, não importa quão importante seja, também depende de sua divulgação e propagação. Existe ainda o fato que já mencionei de se tratar de um campo multidisciplinar. Idéias nada valem, se não forem divulgadas e investigadas. As dificuldades, o ceticismo e as frustrações são parte do preço que se paga quando não se é propenso ao conforto de continuar linhas de pesquisa já abertas e trilhadas.

— *O desenvolvimento dessa nova linha de pesquisa — a fotobiologia sem luz — exigiu uma metodologia específica?*

— Sim, nós tivemos que desenvolver toda uma metodologia e um instrumental apropriado. Foi necessário, por exemplo, desenvolver os detectores de estado tripleto, ou seja, sensibilizadores (sensibilizadores) apropriados que recebem a energia de espécies tripletes e a convertem em fluorescência. O contador de fótons que usávamos para estudar a emissão de energia foi construído por um pesquisador japonês, o Yoshiaki Shimizu, que,

devido à situação econômica instável da pesquisa no Brasil, acabou retornando ao Japão. Foi graças à montagem dessa aparelhagem que conseguimos provar a formação bioquímica de produtos excitados no estado tripleto. O contador de fótons é um aparelho que não existe à venda em nenhum lugar do mundo. Perder o Shimizu foi um grande golpe para todos nós.

— *Por mais barato que seja, o início de uma linha de pesquisa e a manutenção de um grupo de pesquisa são dispendiosos. Onde o senhor arrumou recursos para tal?*

— Parte dos recursos foi conseguida da Fapesp [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo], através do projeto Bioquímica-Fapesp. A Fapesp continua a nos ajudar. A Finep [Financiadora de Estudos e Projetos] nos ajudou muito, mas sua contribuição começou a minguar e presentemente é nula. O CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico] tem nos ajudado especialmente de forma indireta. Nesta última década tivemos uma esplêndida ajuda da Fundação Volkswagen, graças à cooperação que mantivemos com o professor Waldemar Adam, da Universidade de Würzburg. A Fundação Volkswagen, de forma totalmente inusitada, renovou duas vezes a doação. Em seguida, quem nos ajudou foi outra instituição alemã, a GTZ [Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit].

— *Quando vocês iniciaram os estudos sobre fotobiologia sem luz, previram as dificuldades que enfrentariam?*

— Nós antecipamos grandes dificuldades. Nós nos demos conta de que espécies tripletes são suprimidas por oxigênio, o que tornaria difícil sua detecção. Mais ainda: se uma espécie tripleto desempenhasse um papel, ela estaria engajada em tal função e seria muito difícil detectá-la. Tivemos sorte. A oxidação do isobutanal com acetona e ácido fórmico, catalisada por peroxidase de rábano — uma das primeiras reações que escolhemos para estudo e que viria a se mostrar uma das mais gratificantes — apresentou uma emissão de tal grandeza que foi possível fazer um espectro. Este indicou que a emissão provinha da acetona tripleto. Com o uso de sensibilizadores apropriados, confirmamos que se tratava mesmo de acetona tripleto. Assim ficou provada a formação de estados tripletes em sistemas bioquímicos apropriados. A partir daí foi possível inferir que, se as moléculas no estado tripleto transferiam energia para sensibilizadores, poderiam fazê-lo também para determinados aceptores, induzindo processos bioquímicos na ausência de luz. Demonstramos, por exemplo, que é possível promover a transformação de colchicina em lumicolchicinas por acetona tripleto gerada enzimaticamente.

— *Do ponto de vista biológico, qual a importância dessas pesquisas?*

— A principal questão que decorreu de nossas pesquisas — também apontada anteriormente por nós e por outros, entre eles o Emil White — foi se poderiam ocorrer processos biológicos na completa ausência de luz. Emil White, como já disse, apresentou em 1974 uma relação de processos tipicamente bioquímicos que ocorreriam *in vivo* e na ausência de luz. A transformação da colchicina em lumicolchicina, por nós conseguida, serve de modelo para explicar como a *Colchicum autumnale* (cólquico) faz essa conversão em completa ausência de luz.

A fotobiologia sem luz também pode explicar alguns processos deletérios importantes. Já foi demonstrado por Kendrick Smith e Neal Sargentini, na Universidade de Stanford (EUA), que,

em certas cepas de bactérias deficientes em reparo por excisão, a mutagênese espontânea está sob o mesmo controle genético da mutagênese produzida por radiação violeta. Kendric Smith acha que uma possível explicação para essa mutagênese espontânea é a formação endógena de espécies excitadas. Isso é bem provável, mas, em geral, é necessário tomar grandes cuidados ao tentar explicar certos processos pela fotobioquímica sem luz. Por exemplo, a formação da vitamina D em peixes que vivem na escuridão das grandes profundidades do mar poderia, segundo Emil White, ser explicada através da fotobioquímica sem luz, porque, de fato, normalmente, a formação da vitamina D se dá por um processo do tipo fotoquímico. Acredito, entretanto, que ela também possa ser explicada por um processo alimentar em cadeia, que se iniciaria na superfície do mar e que se propagaria até as profundidades. Existem, porém, certos casos de formação de vitamina D no escuro para os quais não existe explicação alternativa.

— *Que outros centros de pesquisa estão trabalhando nessa linha de pesquisa?*

— Exclusivamente em fotobioquímica sem luz, nenhum. Há vários laboratórios interessados na formação de estados excitados, mas sem ênfase nessa possível função, com exceção do caso do oxigênio singlete. Essa espécie tem sido muito estudada. Já ocorreram vários simpósios internacionais que abordaram o tema dos estados excitados em sistemas biológicos.

— *O senhor tem uma 'marca registrada', reconhecida por todos do Instituto de Química, e que denota sua relação especial com a literatura especializada. Que mistério é esse?*

— É que meu trabalho em fotobioquímica sem luz exige o

acompanhamento da literatura internacional em vários campos — bioquímica, físico-química, química orgânica, toxicologia, farmacologia, entre outros. Pelo menos duas vezes por semana sou obrigado a ir à biblioteca e, em certos períodos, passo por lá todos os dias. Em cada livro ou periódico que leio marco um 'X', no canto. Isso há mais de 15 anos, o que explica a 'marca' ter-se tornado conhecida.

Tenho um sistema muito primitivo de acompanhamento e registro de referências importantes. Anoto tudo em folhas soltas e as informações mais importantes também anoto num bloco que mantenho sobre a escrivaninha. Se me pedem uma referência ou se for preciso retomar alguma nota, sou obrigado a rever todas as anotações. Mas gosto do sistema que criei. Percorrendo sistematicamente minhas notas, encontro coisas inusitadas, que interessam a mim ou aos que trabalham no laboratório, e que, de outra maneira, ficariam esquecidas. Um computador seria certamente muito eficiente, mas não me permitiria essa revisão sistemática da informação.

— *O senhor divide a sua atividade atual entre o laboratório e a biblioteca?*

— Não, no laboratório não acendo mais nem um bico de gás. Há muitos anos não trabalho em laboratório e acho que não saberia lidar com os novos aparelhos. Dois fatores explicam isso: a tendência natural de com o tempo o pesquisador se dirigir para a escrivaninha e a minha deficiência visual.

— *Mas o senhor continua orientando...*

— Sim, mas são coisas distintas: um treinador de grandes nadadores não é necessariamente um grande nadador, de forma que posso orientar independente de lidar ou não em laboratório.



FIGURA 3 Giuseppe Cilento (1) no Laboratório de Fotobiologia com professores, estudantes e funcionários da USP. Entre eles estão os professores Roberto Casadei (2), Adelaide Faljoni-Alário (3) e Etelvino Bechara (4), a secretária Lydia Butturini (5) e a funcionária Jacira Martins (6).

— *Seu exemplo é apenas parcialmente adequado e, de certo modo, perigoso. No Brasil, temos vários casos de professores que nunca fizeram pesquisa ou formaram grandes cientistas. Não é o seu caso. O senhor é reconhecidamente um grande cientista e tem formado excelentes profissionais. Agora, sua fama é de ser extremamente exigente. É verdade?*

— Em parte. Aprendi desde cedo que não se pode agradar a todos, se queremos padrões razoáveis de qualidade. Lembro-me que, em 1941, antes de prestar o vestibular, encontrei o professor Hauptmann e, com a ingenuidade dos 17 anos, perguntei-lhe se o exame seria fácil ou difícil. A resposta foi imediata: 'Nós não dificultamos nem facilitamos.' Era este o princípio que norteava o departamento de química da USP naquela época e que eu herdei. Acredito que não se deve dificultar os exames, para que todos possam manifestar suas aptidões e realizar seus projetos. Mas não se deve também facilitá-los, para que a escola possa alcançar um bom nível e justificar sua razão de ser. No passado, algumas de minhas atitudes não foram compreendidas e cheguei a ser tachado de autoritário. Por outro lado, foram também poucas as vezes em que não houve reconhecimento e retribuição à minha liberalidade. Em maior ou menor grau, também fui considerado um liberal.

— *Fale um pouco sobre a criação do Departamento de Bioquímica da USP. Como avalia a experiência de 'fusão' da química e da bioquímica no Instituto de Química? Que benefícios trouxe à pesquisa?*

— A integração das várias 'químicas' na cidade universitária foi um acontecimento altamente benéfico, especialmente no que tange à pesquisa e, portanto, para o desenvolvimento da química no país. Felizmente, pelo menos para mim, na reestruturação da universidade, a bioquímica acompanhou as 'químicas'. Não tenho dúvida que alguns elementos teriam preferido as biociências. Na verdade, o assunto é discutível; pode-se encontrar a bioquímica integrando diferentes instituições.

A integração da bioquímica com as mais diferentes formações, habilidades e interesses foi extremamente salutar. A bioquímica da USP forma hoje um departamento cujo nível médio é bem alto. Sempre se encontra um colega para auxiliar, quando alguém se defronta com um problema bioquímico ou químico que foge à sua competência específica. A convivência fez também com que se desenvolvesse um sentido de responsabilidade ainda maior. Isso, por sua vez, fez com que vários colegas progredissem de forma excelente. O projeto Bioquímica-Fapesp veio cimentar essa integração. Dando-nos verbas que para os nossos padrões poderiam ser consideradas generosas e, ao mesmo tempo, fazendo a 'cobrança' devida, o 'publique ou pereça' de certa forma se estabeleceu. Considero-o um fator propulsor, se bem que pessoalmente não avalio os cientistas somente pelo número de publicações. Inicialmente a integração — como se poderia prever — deparou com algumas dificuldades, mas felizmente o bom-senso prevaleceu.

— *O Instituto de Química da Unicamp, de cuja criação o senhor participou diretamente, seguiu um modelo diferente. Fale um pouco dessa experiência.*

— Meu primeiro contato com o que viria a ser a Unicamp ocorreu em outubro de 1966 e visava à possibilidade de lecionar sem me desligar da USP. A Unicamp já havia sido concebida e o professor Zeferino Vaz convidou-me para organizar o futuro Instituto de Química. Aceitei com entusiasmo. A minha atuação em

Campinas durante 12 anos — sem deixar a USP — viria a constituir-se em motivo de grande satisfação pessoal.

Embora minha inclinação sempre tenha sido para a pesquisa, sou de opinião que existem outras atividades tão importantes quanto esta. Encarei organizar o Instituto de Química da Unicamp como uma excelente oportunidade para tentar evitar as partes negativas, comuns a tantas instituições. Procurei colocar na tarefa toda a minha experiência adquirida aqui e no exterior. Só foi possível criar um bom instituto graças ao descortino de Zeferino Vaz e à dedicação dos vice-diretores Jayr de Paiva Campello e Aécio Pereira Chagas.

No Instituto de Química da Unicamp, elementos inativos nunca foram tolerados. É claro que não se pode pretender que todos tenham inclinações ou habilidades para a pesquisa. No caso de não as terem, a solução é atribuir-lhes maior carga didática e outras responsabilidades. Dessa forma, acredito que incutimos a importância da pesquisa e acho que deu resultado: com frequência — e com grande prazer — vejo publicações da Unicamp na literatura internacional.

Não foi tarefa fácil criar um corpo docente de química na Unicamp. A não ser que eu fosse procurado, nunca aliciei elementos nacionais. De fato, naquela época, a falta de gente qualificada em química era notória e eu não queria desfalar nenhuma instituição. Por essa razão, periodicamente, anunciávamos em revistas internacionais a disponibilidade de posições. Havia sempre muitas respostas e começava a seleção. A princípio não se podia ser muito exigente, pois o Instituto pouco ou nada podia oferecer. Mesmo assim a maioria contratada era de bom nível. A fixação foi difícil. Muitos dos pesquisadores contratados, mais cedo ou mais tarde, voltaram ao país de origem ou se dirigiram a outros lugares. Outra característica da organização do Instituto de Química da Unicamp é que os melhores elementos nunca tiveram necessidade de solicitar promoção. A diretoria era a primeira a propô-la.

— *Como o senhor avalia a produção científica dos dois institutos, em relação aos outros do país e à pesquisa produzida no exterior?*

— Uma comparação entre os Institutos de Química da USP e da Unicamp seria para mim bastante embaraçosa. Explico-me: o Instituto de Química da USP engloba também o Departamento de Bioquímica, do qual faço parte. Deveria, pois, fazer uma comparação entre o Departamento de Química Fundamental do Instituto de Química da USP e o Instituto de Química da Unicamp. Limite-me a dizer que ambos têm grandes méritos e que, em conjunto, são os responsáveis por uma grande parte — senão a maior — das publicações internacionais do Brasil em química.

— *O senhor exerceu cargos administrativos na USP ou na Unicamp?*

— Por duas vezes fui eleito chefe do Departamento de Bioquímica do Instituto de Química da USP. Se eu me saí satisfatoriamente bem, foi graças à ajuda que tive dos colegas, entre eles o Walter Colli e o José Ferreira Fernandes. Atualmente sou vice-chefe do departamento. Na Unicamp fui organizador e coordenador/diretor do Instituto de Química, no período entre 1966 e 1978. Ocupar cargos administrativos é uma atividade normal da carreira acadêmica. É praticamente impossível que alguém durante toda a sua vida profissional não tenha exercido cargos administrativos.



O elo da automação com o seu processo

O projeto, a implantação e a supervisão de processos utilizando sistemas de controle rigorosamente confiáveis, a fabricação e a aplicação da família de Controladores Programáveis CP 3000 com tecnologia de vanguarda mundial e serviços dedicados à automação industrial, esse é o alvo de **atuação** da nossa empresa.

O controle de plantas nos segmentos de siderurgia, químico, cimento, metalurgia, alimentício, ferroviário, celulose e papel, petróleo, petroquímico, têxtil, entre outros, relatam anos de **experiência** vivenciada e oferecendo ao mercado soluções de automação completas, processo a processo.

Merece destaque uma das primeiras **aplicações** do Controlador Programável CP 3000 em sistemas de controle e parada de emergência em plataformas marítimas de produção e extração de petróleo, que utilizando técnicas de redundância, oferece maior garantia de segurança e confiabilidade a todo o processo.

A alta capacitação tecnológica da equipe de engenharia Sistema contribuiu para o fortalecimento do **Know how** da empresa, que, somado à qualidade de serviços prestados, fazem com que a Sistema seja um forte elo da automação com todo o universo industrial.

 **SISTEMA**
Talento em Tecnologia

S.A.I. AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL S.A.
SP. - R. MARIA PAULA, 270 - 7º AND - BELA VISTA - CEP: 01319 - SÃO PAULO - TELS.: 36-7191 - 37-0421 -
TLX: (11)26301 - FAX: (011)37-6246 - RJ. - AV. RIO BRANCO, 181 - 15º AND - S. 1509 - CEP: 20040 -
RIO DE JANEIRO - TEL.: (021)262-8638 - TLX: (021)30929 - MG. - R. SÃO PAULO, 1665 - 4º AND - S. 404 - CEP: 30170 -
BELO HORIZONTE - TEL.: (039)335-0355 - TLX: (039)1153 - BA. - AV. TANCREDO NEVES, 274 - S. 119 - BLOCO A -
PITUBA - CEP: 41826 - SALVADOR - TEL.: (071)358-8363 - TLX: (071)2757.

NÚCLEOS EXÓTICOS

NOVAS PERSPECTIVAS EM FÍSICA NUCLEAR

Os núcleos atômicos são compostos de prótons e nêutrons, genericamente chamados de núcleons. O número de prótons (Z), o número de nêutrons (N) e sua soma, que será o número de núcleons (A), caracterizam os núcleos. Em cada núcleo, os núcleons estão reunidos em um minúsculo volume de dimensões da ordem de 10^{-14} metro. [Em física nuclear utiliza-se frequentemente o férmio, igual a 10^{-15} metro, como unidade de distância.] Como os prótons possuem carga positiva, eles se repelem fortemente por estarem tão aglomerados. Além disso, segundo um princípio básico da física (Princípio da Incerteza de Heisenberg), partículas microscópicas, como os núcleons, apresentam necessariamente energia cinética (energia de movimento), quando confinadas em espaço limitado. Quanto menor o espaço de confinamento, maior será essa energia cinética.

Tanto a repulsão entre os prótons como a energia cinética decorrente do confinamento são forças desagregadoras do átomo. Para contrabalançá-las e mantê-lo coeso, existe uma força atrativa muito poderosa entre os núcleons, que é a força nuclear. Na realidade, a maior parte da força nuclear é utilizada para contrabalançar a energia cinética dos núcleons do núcleo. Seu papel pode ser comparado ao das paredes de uma panela de pressão, que impedem que as moléculas agitadas de vapor — e, portanto, com grande energia cinética — saiam do seu interior.

A força nuclear é aproximadamente a mesma entre dois prótons, entre um próton e um nêutron, e entre dois nêutrons. Mas nem todas as combinações de prótons e nêutrons são possíveis em um núcleo. Se os primeiros (Z) e/ou os segundos (N) forem muito numerosos, o resultado é um núcleo instável, que rapidamente deixa de existir e se desintegra emitindo núcleons, ou aglomerados de núcleons, ou transformando prótons em nêutrons (e vice-versa), por meio da emissão de partículas beta (elétrons ou pósitrons). Dizemos então que o núcleo tem um 'tempo de vida' curto.

A partir do estudo da força nuclear, a física nuclear teórica avalia em oito mil os núcleos existentes, sejam eles estáveis ou instáveis, isto é, com tempo de vida de alguns microssegundos apenas. Também há uma previsão teórica sobre a existência de 'ilhas' de núcleos superpesados, com Z

maior que cem e N maior que 150. Dos cerca de dois mil núcleos já identificados experimentalmente, em torno de 270 são estáveis. A figura 1 permite visualizar a relação entre o número de prótons e nêutrons e a estabilidade dos núcleos.

Durante mais de 50 anos, os físicos nucleares têm se ocupado de entender as inúmeras propriedades dos núcleos. No laboratório, isso é feito facilmente com núcleos estáveis, já que eles não se desintegram, ou com núcleos instáveis mas com tempo de vida razoavelmente grande. Ao se aglomerarem no núcleo, prótons e nêutrons formam uma estrutura rica em detalhes. Para se arrancar uma partícula do núcleo estável, é necessário carregá-lo com uma

plo, um fóton (raio gama), que carrega consigo a energia extra.

Os núcleos atômicos são descritos teoricamente pela mecânica quântica. Essa ciência prevê — e as experiências confirmam — que os núcleos só podem absorver quantidades discretas de energia, menores que a energia de separação. Nos estados excitados, em que energias discretas estão envolvidas, o núcleo só absorverá aquelas quantidades que o levem do estado normal ('estado fundamental') a um dos estados excitados. Como resultado, a partícula (fóton, elétron etc.), que o núcleo emite ao retornar ao seu estado fundamental, carrega uma quantidade de energia de excitação que pode ser medida experimentalmente.

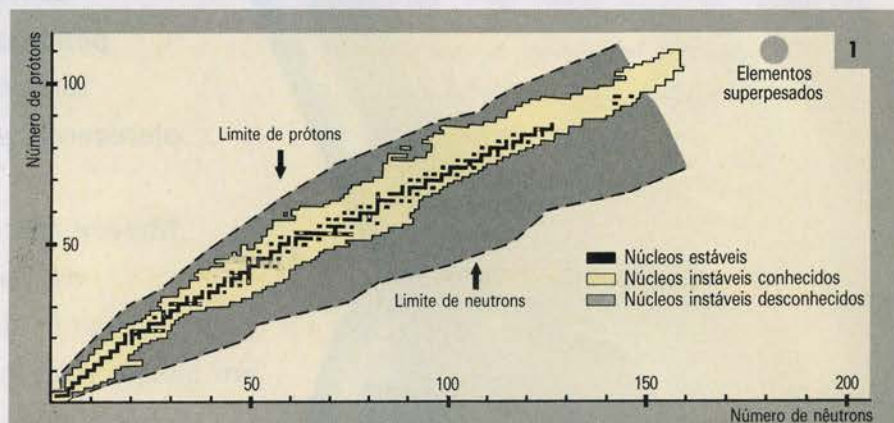


FIGURA 1 Carta de núcleos com número de prótons versus número de nêutrons. Os quadrados em preto representam os núcleos estáveis. A área delimitada pela linha cheia em zigue-zague representa a região de núcleos instáveis conhecidos. A linha tracejada delimita os núcleos teoricamente previstos, porém ainda não identificados experimentalmente. Na parte superior desta região estão os núcleos ricos em prótons; na parte inferior, os núcleos ricos em nêutrons. Os núcleos estáveis seguem aproximadamente a linha $N = \alpha Z$, na qual $\alpha = 1$ para núcleos leves e $\alpha = 1,5$ para núcleos pesados.

energia da ordem de 8 MeV (1 MeV = $1,6 \times 10^{-13}$ joules). Pode-se fazer isso disparando sobre ele uma partícula projétil (elétron, próton, fóton etc.). Essa partícula transferirá ao núcleo a energia necessária para arrancar o núcleon, isto é, um fragmento do núcleo. A energia mínima necessária para que essa emissão se verifique é chamada 'energia de separação' do núcleon (ou do fragmento). Quando a energia transferida pelo projétil é menor que a energia de separação, o núcleo fica excitado, ou seja, com mais energia do que precisa para existir. Os núcleos 'não gostam' de ficar excitados, e depois de um certo tempo voltam ao estado normal, emitindo, por exem-

Desta forma obtêm-se preciosas informações sobre a energia dos estados excitados do núcleo comparada à energia do estado fundamental. Essas informações experimentais são, por sua vez, comparadas às previsões teóricas baseadas na mecânica quântica. Tal processo tem sido a base do estudo da física nuclear durante mais de meio século.

No entanto, esta e outras técnicas experimentais tradicionais não podem ser adotadas no estudo dos núcleos muito instáveis, com tempo de vida extremamente curto. Para isso seria necessário dispor de uma amostra de alguns miligramas de um material composto de átomos desses núcleos,

que serviria como alvo para as excitações induzidas pelos projéteis. No entanto, tal amostra seria altamente radioativa e contaminaria outros materiais no laboratório. Além do mais, em pouco tempo já não existiriam mais os núcleos originais que se pretendia estudar. Por exemplo, o núcleo ^{11}Li (do lítio), com $Z = 3$ e $N = 8$, possui um tempo de meia-vida da ordem de sete milissegundos, o que significa que após cada intervalo de sete milissegundos o número de núcleos de ^{11}Li da amostra se reduzirá à metade.

O problema foi solucionado recentemente, através da utilização de feixes secundários provenientes da colisão de projéteis nucleares movendo-se a altas energias e incidindo sobre alvos fixos. Quando o núcleo projétil colide quase frontalmente com o núcleo-alvo, uma parte dele se desacelera e outra se movimenta com aproximadamente a velocidade original (figura 2). Os fragmentos desprendidos com a colisão terão aproximadamente a mesma razão N/Z que o projétil. Se o projétil for urânio, por exemplo, podem ser produzidos fragmentos com $N/Z \approx 1,6$ (ou mais).

Sendo, porém, núcleos mais leves, os fragmentos estarão fora da região de estabilidade nuclear, que corresponde, para esse tipo de núcleos, a $N/Z = 1$. Portanto, núcleos exóticos (muitos nêutrons e poucos prótons) podem se formar em colisões nucleares a altas energias. A parte do projétil que se desprende e se move com alta velocidade pode ser separada do feixe inicial. Fragmentos da mesma espécie (mesmo núcleo) podem se agrupar em um novo feixe, que será utilizado posteriormente em experiências. Essa separação é feita por meio de um magneto que deflete de forma diferente, em virtude da força magnética, núcleos de diferentes cargas e massas.

As experiências com feixes secundários são possíveis porque podem ser conduzidas antes que os núcleos decaiam radioativamente. As mais bem-sucedidas foram realizadas por um grupo de cientistas japoneses, liderados pelo professor Isao Tanihata, no laboratório RIKEN, em Wakohi, Saitama. Os cientistas utilizaram o acelerador de núcleos Bevalac, do laboratório Lawrence, em Berkeley, Califórnia. No ano passado, o professor Tanihata esteve no Brasil, participando do Congresso Internacional de Física Nuclear, em São Paulo, e do Encontro de Trabalho em Física Nuclear Relativística, no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro. Em ambos os encontros ele relatou os resultados mais recentes dessas experiências.

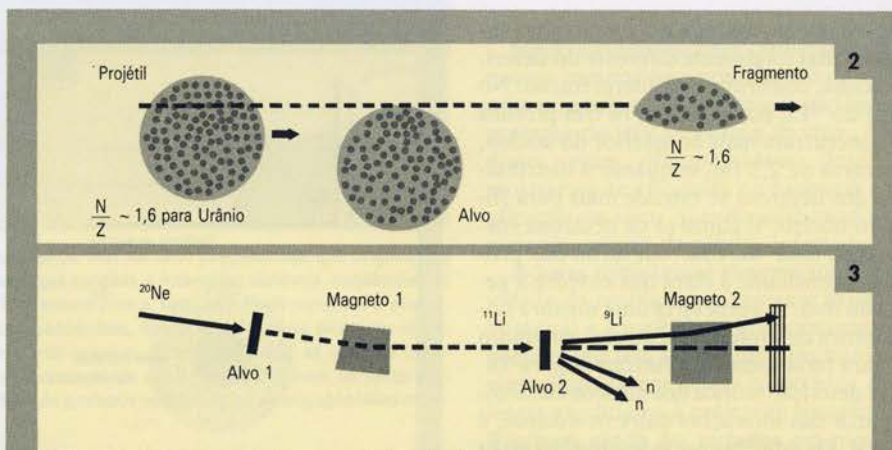


FIGURA 2 Colisão quase frontal de um núcleo de urânio com outro núcleo. Um pedaço do núcleo de urânio se desprende e continua, com velocidade aproximadamente igual à do projétil antes da colisão. Esse fragmento é, em geral, um núcleo exótico.

FIGURA 3 Arranjo experimental, onde um feixe de ^{20}Ne colide com o alvo 1 e produz uma variedade de núcleos. A partir destes, núcleos de ^{11}Li são selecionados magneticamente. A interação desses núcleos ricos em nêutrons com um outro alvo resulta em novos fragmentos, como por exemplo a separação de dois nêutrons fracamente ligados ao ^9Li .

A figura 3 mostra um arranjo experimental típico das experiências realizadas. Neste caso, um feixe de núcleos de ^{20}Ne (neônio, com $Z = 10$ e $N = 10$) a altas energias é atirado sobre um alvo, geralmente uma folha fina de determinada substância (chumbo, por exemplo), que pesa alguns miligramas por centímetro quadrado. Ao se chocarem com os núcleos atômicos do alvo, os núcleos projéteis de neônio se fragmentam, como vimos antes. Um magneto desvia do feixe núcleos de determinada espécie (no caso, o ^{11}Li). Este segundo feixe é usado para incidir sobre outro alvo. As partículas (núcleos de várias espécies e núcleons) produzidas nessas colisões são medidas por um detector (no caso, os núcleos são medidos no detector de ^9Li).

Um dos resultados dessas experiências tem a ver com o tamanho do núcleo e com a distribuição espacial de prótons e nêutrons dentro do mesmo. Os resultados indicam que os núcleos exóticos — como o ^{11}Li — são bem maiores do que os núcleos estáveis com o mesmo número de núcleons, como o ^{11}B (boro, com $N = 6$ e $Z = 5$). A distribuição espacial da matéria nuclear (quantidade de núcleons por unidade de volume) no ^{11}Li se estende até uma distância de 3,5 fm a partir do centro do núcleo, e depois cai rapidamente a zero. Para o ^{11}B , isso ocorre já a partir de 2,3 fm.

A figura 4 mostra o raio (medido em férnios) de núcleos de hélio (He), lítio (Li), berílio (Be) e boro (Bo), em função do número de nêutrons que eles contêm. Na natureza, os isótopos (mesmos Z , diferentes

N) de He, Li, Be e Bo mais abundantes são o ^4He , o ^7Li , o ^9Be e o ^{11}B , respectivamente. Observa-se que esses núcleos sofrem um aumento súbito dos seus raios a partir de um certo número de nêutrons. Esse interessante resultado pode ser explicado admitindo-se que a distribuição de prótons e de nêutrons no interior dos núcleos exóticos leves seja bastante heterogênea. Os nêutrons se misturariam aos prótons até um certo valor de N . A partir daí, os nêutrons adicionais se localizariam na parte mais externa do núcleo. Um outro tipo de medida

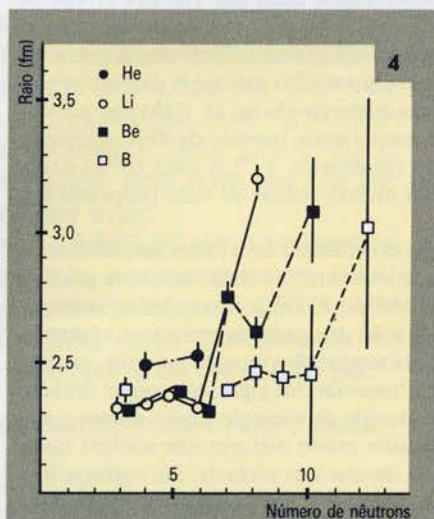


FIGURA 4 Raio de distribuição de matéria nuclear nos núcleos de hélio ($Z = 2$) e de lítio ($Z = 3$), em função do número de nêutrons desses núcleos.

experimental, baseada em um arranjo experimental totalmente diferente do descrito acima, confirma essa interpretação. No caso do ^{11}Li , por exemplo, os três prótons se concentram mais no interior do núcleo, até cerca de 2,5 fm, enquanto a distribuição dos nêutrons se estende mais para fora do núcleo. É como se os nêutrons formassem uma 'auréola' em torno dos prótons, semelhante à clara que envolve a gema do ovo. A gema seria uma mistura homogênea de prótons e nêutrons, enquanto a clara teria somente nêutrons (figura 5).

A descrição teórica dos núcleos exóticos, a partir das interações entre os núcleos, é difícil. Os estudos com esse objetivo estão apenas no início. No entanto, a análise das experiências já tem fornecido fortes indícios de que os mesmos possuem características totalmente novas e distintas dos núcleos estudados até agora. Há indícios, por exemplo, de que os nêutrons na auréola dos núcleos exóticos possam formar aglomerados. Este aspecto é muito relevante, porque nunca foi detectada experimentalmente a existência de núcleos formados por dois ou mais nêutrons, sem prótons. No entanto, mesmo que tais núcleos (chamados de polinêutrons) não existam livremente, poderiam existir em um núcleo exótico. O ^{11}Li pode ser descrito como um núcleo composto de um aglomerado de dois nêutrons (sistema dinêutron) ligados fracamente ao núcleo de ^9Li ($Z = 3$, $N = 6$). A distribuição espacial do sistema dinêutron é responsável pela auréola do ^{11}Li . A energia de ligação do dinêutron ao ^9Li é experimentalmente dada por 190 keV (1 keV = 10^{-3} MeV). A distribuição de nêutrons se estende até grandes distâncias a partir do centro do núcleo porque o dinêutron está fracamente ligado ao Li. Cálculos teóricos baseados nesse modelo de dois aglomerados (dinêutron + ^9Li) para o ^{11}Li explicam muitas outras de suas propriedades.

As experiências com feixes secundários radioativos também demonstram a possível existência de um modo coletivo suave de vibração dos prótons contra os nêutrons. Esses modos de vibração coletiva, chamados 'ressonâncias gigantes', seriam dotados de energia de vibração muito menor e amplitudes muito maiores nos núcleos instáveis do que nos estáveis. Na maioria destes, a energia das ressonâncias gigantes fica em torno de 10 a 20 MeV, enquanto que no ^{11}Li , por exemplo, ela seria da ordem de 1 MeV (ver 'Ressonâncias nucleares gigantes', em *Ciência Hoje* nº 39). Os modos suaves de vibração coletiva (figura 6)

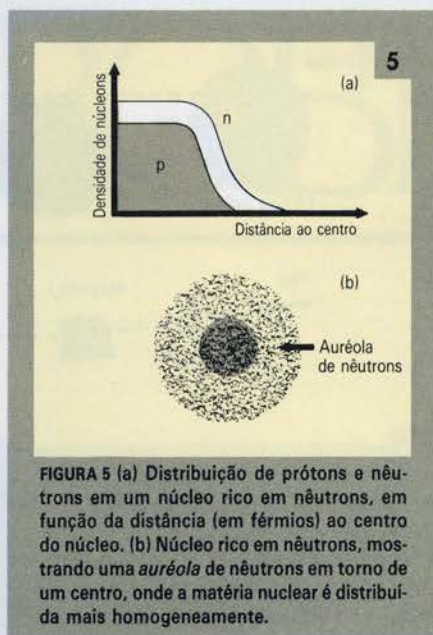


FIGURA 5 (a) Distribuição de prótons e nêutrons em um núcleo rico em nêutrons, em função da distância (em férmios) ao centro do núcleo. (b) Núcleo rico em nêutrons, mostrando uma auréola de nêutrons em torno de um centro, onde a matéria nuclear é distribuída mais homogênea.

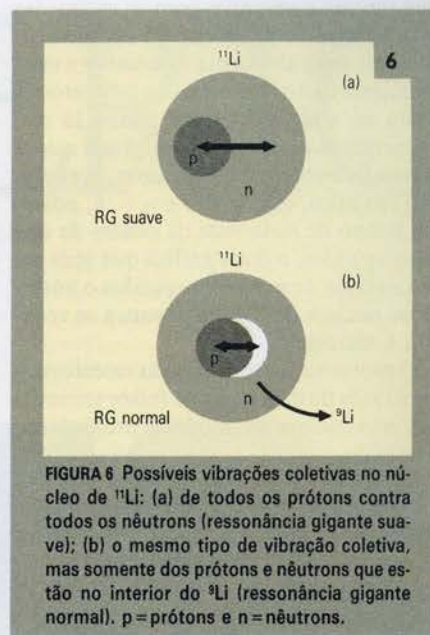


FIGURA 6 Possíveis vibrações coletivas no núcleo de ^{11}Li : (a) de todos os prótons contra todos os nêutrons (ressonância gigante suave); (b) o mesmo tipo de vibração coletiva, mas somente dos prótons e nêutrons que estão no interior do ^9Li (ressonância gigante normal). p = prótons e n = nêutrons.

seriam uma das principais maneiras de absorção de energia dos núcleos exóticos, impedindo a sua fragmentação imediata. Somente após algum tempo a energia de vibração é transferida para alguns nêutrons, que são emitidos do núcleo e carregam consigo essa energia. O estudo das ressonâncias gigantes suaves é de grande importância para as futuras aplicações de núcleos altamente radioativos.

Nos parágrafos acima, descrevemos apenas algumas das novas e surpreendentes características dos núcleos exóticos leves, descobertas em pelo menos uma dúzia de experiências. Mas o uso de feixes de núcleos radioativos proporciona ainda uma excelente oportunidade para o estudo sistemático da estrutura nuclear de um grande espectro de núcleos. Esse estudo abre grande perspectiva para a física nuclear no futuro próximo. Não resta dúvida de que novos núcleos aparecerão na carta dos núcleos nos próximos anos, à medida que experiências mais detalhadas forem conduzidas e características inteiramente novas sejam descobertas.

Como afirmou um astrofísico, os núcleos ricos em nêutrons são os objetos mais parecidos com uma estrela de nêutrons que podem ser obtidos em laboratório. Estruturas análogas aos núcleos ricos em nêutrons também existem na física atômica e molecular. Supõe-se que a atração entre dois átomos de hélio, embora muito fraca para constituir uma molécula ligada de He_2 (dois átomos de hélio) é suficiente pa-

ra fazer com que a molécula de He_3 (três átomos de hélio) seja ligada em baixas temperaturas. Esta molécula seria similar ao núcleo de ^{11}Li , para o qual o sistema de três partículas ($^9\text{Li} + n + n$) é fracamente ligado, enquanto que nenhum dos outros dois subsistemas de duas partículas ($^9\text{Li} + n$ e $n + n$) possui estado ligado.

No acelerador de núcleos 'Pellettron', do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, está em estudos um projeto do dr. A.C.C. Villari, que visa à criação de núcleos exóticos através de uma nova técnica, baseada nas reações de fusão entre núcleos leves. Quando núcleos projéteis leves são atirados, a baixas energias, contra alvos de núcleos leves, eles podem se fundir por curto tempo e formar um núcleo pesado, fora da linha de estabilidade nuclear. Tais núcleos seriam, nesse caso, ricos em prótons, em contraste com as reações de fragmentação a altas energias. Os núcleos ricos em prótons também devem revelar propriedades nucleares novas e possuir aplicações de grande interesse em astrofísica, física dos materiais e outras áreas. Embora as aplicações dos núcleos radioativos sejam bem conhecidas, no caso dos núcleos exóticos muitas delas ainda estão no reino da imaginação e dependem de intensos estudos, que provavelmente se concretizarão na década que se inicia.

CARLOS A. BERTULANI
INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

EM DEFESA DO FEIJÃO

Quando adulto, ele tem aproximadamente seis milímetros de comprimento e apresenta corpo verde, cabeça castanha e manchas amarelas nas asas. Conhecido popularmente como vaquinha, seria apenas mais um pequeno besouro, entre tantos existentes no campo, se não tivesse o hábito de se alimentar das folhas do feijoeiro, planta de grande importância para a alimentação dos brasileiros.

No Paraná, este inseto da família dos criomelídeos, que recebeu o nome científico de *Diabrotica speciosa* (figura 1), tem sido responsável por elevadas perdas nas safras de feijão, em todo o estado, e pela utilização crescente de agrotóxicos na cultura. Em alguns casos, a infestação da lavoura exige quatro aplicações de inseticida, com prejuízos evidentes para o meio ambiente e a população humana.

Indesejável do ponto de vista ecológico, o controle químico da praga também vem se revelando insatisfatório. Observações e experimentos demonstraram que as migrações de insetos adultos representam a principal forma de infestação, já que o desenvolvimento de gerações de *D. speciosa* no feijoeiro é muito reduzido. Assim, a população eliminada pelos inseticidas é rapidamente substituída.

Diante dessa constatação, o Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) está pesquisando alternativas biológicas que diminuam o emprego de defensivos químicos, substituindo-os por produtos mais eficientes, atóxicos, biodegradáveis e de baixo custo para os agricultores. Uma das opções em estudo — a pulverização da lavoura infestada com um extrato de vaquinhas trituradas, diluído em água — tem apresentado resultados promissores nos testes efetuados.

Essa técnica, aplicável também no combate a outras pragas, é recomendada pelos defensores da chamada agricultura orgânica, que evita insumos químicos. Os mecanismos responsáveis pela redução da infestação não estão definidos, mas acredita-se que os feromônios, substâncias voláteis através das quais os insetos de uma mesma espécie se comunicam (ver 'Feromônios no controle de pragas', em *Ciência Hoje* n.º 60), estejam envolvidos, atuando como fator de atração ou repulsão.

As migrações de insetos são determinadas justamente por esses dois fatores básicos: o comportamento de repulsão, que resulta da pressão de seleção para maximizar

a disponibilidade dos recursos necessários à sobrevivência, e o comportamento de atração, que decorre da pressão de seleção para maximizar a utilização desses recursos. A relação entre as tendências conflitantes define a movimentação e, portanto, a densidade populacional em uma determinada área.

Os estudos sobre o uso de feromônios para controle de insetos concentram-se nos feromônios sexuais, exceto no caso de espécies com comportamento de agregação ou dispersão evidente, e não há comprovação de que isso ocorra na espécie *D. speciosa*. Os resultados preliminares das pesquisas do Iapar, porém, conduzem à hipótese de que o feromônio de dispersão atua na redução da população da vaquinha, quando é aplicado o extrato de animais triturados.

A distribuição populacional de insetos adultos na lavoura do feijão segue um padrão levemente agregado, o que sugere a presença do feromônio de agregação. No entanto, pesquisas recentes no Japão e nos Estados Unidos mostram que a mesma substância química envolvida na agregação dos indivíduos pode ter efeito inverso, quando liberada em doses mais elevadas. O comportamento de dispersão observado nas pesquisas com o feijoeiro provavelmente obedece a esse mecanismo.

Obtido pela trituração dos animais em liquidificador, o extrato foi coado em tecidos finos, diluído em concentrações predefinidas e utilizado em testes de campo que comprovaram a redução da infestação. Um dia após a pulverização, em concentrações de 1,25% e de 0,005%, houve drástica redução na população infestante (figura 2), em relação à área não pulverizada (testemunha). O efeito foi mais forte na área tratada com o extrato mais concentrado, mantendo-se por período prolongado (uma semana na menor concentração e todo o período de observação, no caso do extrato mais concentrado). Só após 20 dias o declínio natural da população igualou a densidade nas três áreas.

Outros experimentos demonstraram que pequenas variações na concentração, quando esta é menor que 0,05%, alteram consideravelmente a população infestante, mas em concentrações maiores as alterações foram pouco expressivas, restando uma população residual. As concentrações ideais para uso agrícola estão relacionadas aos níveis de infestação. Concentrações de 0,0045%, que correspondem à trituração de 700 insetos adultos por hectare, proporcionaram reduções significativas, mas níveis de infestação mais severos exigiram extratos mais concentrados. Essa relação ainda não está quantificada.



FIGURA 1 A vaquinha (*Diabrotica speciosa*) infesta as plantações de feijão, alimentando-se de suas folhas e provocando severas perdas de safra. Na foto, vaquinhas sobre ramos do arbusto *Cayaponia martiana*.

FOTOS CEDIDAS PELA AUTORA

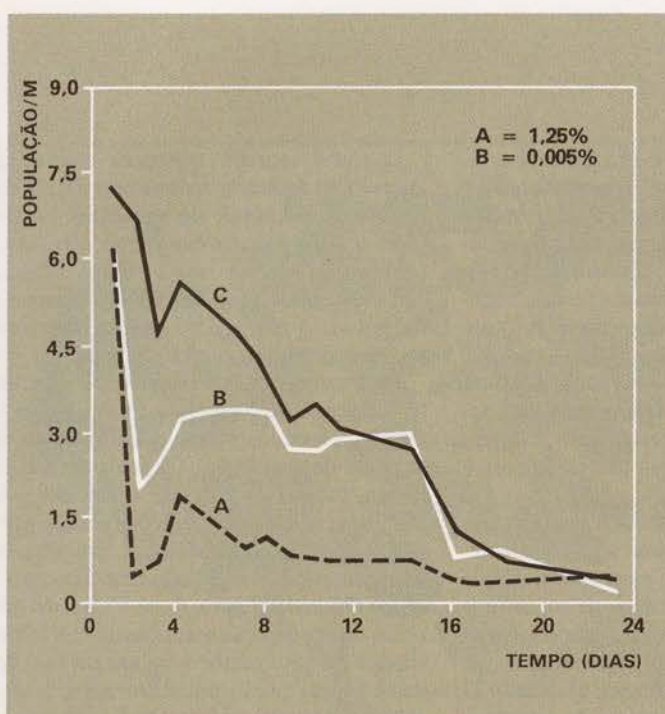


FIGURA 2 Efeito da pulverização com extrato de vaquinha na população infestante em feijoeiro (Londrina, PR).



FIGURA 3. Exemplar de *Cayaponia martiana*, do grupo das taiuiás, plantas que exercem forte atração sobre a vaquinha.

A pesquisa evidencia a quantidade extremamente baixa das substâncias que atuam no processo, pois concentrações de grande eficiência equivalem à trituração de apenas oito gramas de insetos por hectare de lavoura. Além disso, o componente ativo existe em pequena proporção no corpo do inseto. Isso reforça a idéia de que há feromônios envolvidos, pois esse tipo de substância atua a baixas concentrações e pode atingir longas distâncias. O Iapar está realizando testes em laboratório para identificar o processo biológico e as substâncias químicas envolvidas.

A viabilidade do uso desse método de controle, em grande escala, está condicionada à obtenção de vaquinhas em quantidade suficiente para a preparação do extrato. A solução para essa dificuldade está nas espécies da família das cucurbitáceas, arbustos ou trepadeiras (como por exemplo a aboboreira) que exalam um composto químico, a cucurbitacina, atraente para os insetos adultos do gênero *Diabrotica*.

Uma dessas espécies é a *Cayaponia martiana* (figura 3), do grupo das taiuiás ou tajuás, nativa do Sul do país e bastante rústica. As raízes de diversas taiuiás já são uti-

lizadas, em pequenas propriedades, em armadilhas destinadas à captura das vaquinhas. *C. martiana*, entretanto, exerce atração também pelas folhas e ramos, o que facilita seu uso como planta-isca. A capacidade de atração da planta sobre a vaquinha e sua associação com métodos biológicos de controle da praga também estão sendo investigadas pelo Iapar.

SUELI MARTINEZ DE CARVALHO
INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ

SANTA-BÁRBARA CONTRA A VAQUINHA

A produção de alimentos enfrenta dificuldades em todo o mundo, principalmente nos países em desenvolvimento, onde vem se revelando insuficiente para acompanhar a demanda da população crescente. Entre os fatores responsáveis por esta situação crítica estão as pragas agrícolas, que reduzem em um terço a produção mundial de alimentos, segundo estima a Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), vinculada às Nações Unidas.

Atualmente, em todo o mundo, o combate às pragas vem sendo feito através da aplicação de inseticidas, principalmente os organossintéticos. Esse método, entretanto, não está conseguindo reduzir as perdas, apesar da grande quantidade anualmente despejada nas lavouras. Só no Brasil, por

exemplo, em 1987, o volume chegou a 21 142 toneladas de ingrediente ativo, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As consequências negativas do uso de inseticidas químico-sintéticos têm sido cada vez mais discutidas: desenvolvimento de resistência e reaparecimento de pragas, toxicidade também para inimigos naturais dos insetos, contaminação ambiental e magnificação biológica (maior acúmulo em organismos superiores, como o homem, através da alimentação). Os problemas aumentam substancialmente no Terceiro Mundo com seu uso indiscriminado, a regulamentação e a fiscalização insuficientes, a falta de conhecimento técnico e de equipamentos adequados e o alto custo envolvido (ver

'Defensivos agrícolas ou agrotóxicos?', em *Ciência Hoje* n° 22).

Esta situação torna evidente a necessidade de métodos de controle alternativos, mais eficientes, menos tóxicos e adequados às condições socioeconômicas dos agricultores brasileiros. Uma opção que atende a essas condições é o aproveitamento de princípios ativos de origem vegetal — há relatos na literatura científica sobre cerca de 1 600 espécies de plantas, em todo o mundo, que atuam sobre insetos, fungos e nematóides (vermes) prejudiciais à agricultura. Os estudos nesse sentido reduziram-se com o surgimento dos inseticidas sintéticos, mas recomeçaram nos últimos anos.

Um país como o Brasil, com condições climáticas e flora tão diversificadas, preci-

sa conhecer e explorar melhor seu potencial nessa área. Isso está sendo feito pelo Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e pelo Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina, que estão pesquisando substâncias de origem vegetal com ação antialimentar ou inseticidas de ação indireta.

Ainda em andamento, o projeto aqui relatado visa avaliar o potencial da espécie *Melia azedarach*, conhecida como santa-bárbara ou cinamomo, como fonte de inseticidas naturais. A pesquisa representa mais uma opção para evitar as perdas provocadas pela vaquinha (*Diabrotica speciosa*) do feijoeiro.

De origem asiática, a santa-bárbara é uma árvore de flores aromáticas geralmente utilizada para ornamentar parques e jardins. Pertence à família das meliáceas — com 51 gêneros e cerca de 550 espécies, quase todas lenhosas, nativas das regiões tropicais e subtropicais, nos dois hemisférios terrestres. Diversas meliáceas possuem madeira de grande valor comercial, como o mogno, e algumas atingem grande altura e diâmetro, como o cedro.

Do ponto de vista químico, uma característica comum a todas as espécies dessa família é a presença de triterpenos oxigenados, conhecidos como meliacinas. Entre as meliacinas está o mais promissor agente antialimentar descoberto até agora, a azadiractina, presente em folhas, frutos e sementes, e isolada inicialmente a partir do *neem* indiano (*Azadirachta indica*).

A elucidação da estrutura da substância (figura 1) demorou 18 anos, em função de sua complexidade. Solúvel em água com álcool, muito sensível em relação aos raios ultravioleta e a meios mais ácidos ou básicos, a azadiractina exige cuidados especiais em sua aplicação. Também apresenta rápida biodegradação, mantendo o efeito antialimentar por, no máximo, duas semanas. Estudado em países como Alemanha Ocidental, Austrália, Índia, Estados Unidos e China, este princípio ativo é o responsável pela atuação do *neem* sobre os insetos.

Cerca de 30 espécies de insetos, pertencentes às ordens dos ortópteros (gafanhotos), coleópteros (besouros), lepidópteros (mariposas e borboletas), homópteros (cigarras e pulgões), isópteros (cupins) e himenópteros (abelhas, vespas e formigas), são afetados pela azadiractina. Para esses insetos, a substância tem efeito repelente, regulador do crescimento e antialimentar, agindo por contato ou ingestão, e para certos fungos, vermes e ácaros é fatal.

A azadiractina pode tornar-se importante no controle de pragas, pois tem largo espectro de ação, é compatível com outras formas de manejo, não tem ação fitotóxica, é praticamente atóxica ao homem e não agride o ambiente. Da mesma forma, a santa-bárbara pode ser uma excelente fonte desse e de outros princípios ativos promissores, por apresentar certas características desejáveis: é agressiva, rústica e perene, pode ser usada em reflorestamento, fornece madeira e não precisa ser destruída para a extração dos compostos.

Para que esse potencial se transforme em realidade, falta determinar as especificidades e doses necessárias para o controle de cada tipo de praga, os níveis de concentração dos princípios ativos no ecotipo disponível e em cada fase fenológica (isto é, em cada etapa do ciclo biológico associado às estações do ano), as técnicas de extração,

O efeito, porém, diminuiu quando a imersão foi realizada após armazenagem do extrato de folhas por algum período. Aplicado o extrato armazenado por oito dias, o consumo medido em 24 horas atingiu 1,55%, subindo para 8,62% com o extrato de 16 dias. A diluição do extrato prensado também diminuiu o efeito (figura 2).

Para a avaliação da persistência do efeito dos extratos, feijoeiros foram pulverizados e mantidos protegidos da vaquinha em casa de vegetação. Círculos de folhas foram retirados a cada dia e oferecidos aos insetos, verificando-se uma diminuição gradativa do efeito antialimentar. Em relação à testemunha, porém, o consumo permaneceu reduzido (figura 3) até o final do período de observação (oito dias). A eficiência dos extratos também variou em função da época em que foram elaborados. Experiência realizada em setembro, novamente

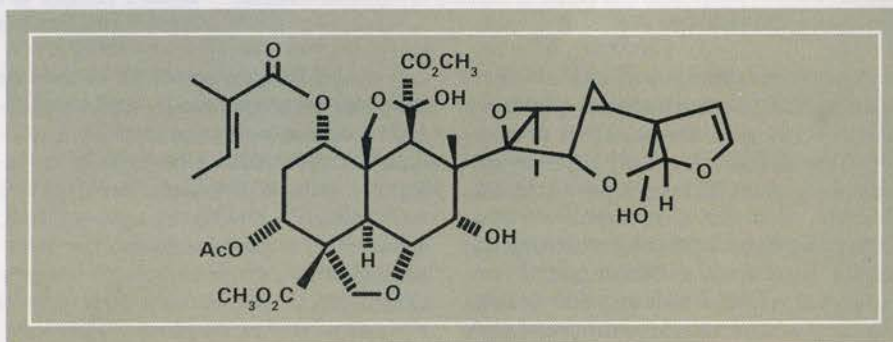


FIGURA 1 Estrutura molecular da azadiractina, agente antialimentar do grupo das meliacinas, extraída do *neem* indiano.

a metodologia de uso e armazenamento e outros aspectos. Estas têm sido as principais linhas de pesquisa desenvolvidas no Paraná.

Os extratos de *M. azedarach* foram obtidos, por prensagem ou trituração em liquidificador, a partir de folhas, frutos ou sementes da árvore. Círculos de folhas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) foram tratados através de imersão nos extratos e oferecidos a insetos adultos de *D. speciosa*. Após 24 horas, o consumo foliar foi avaliado, em relação a círculos de folhas não tratados (testemunhas).

O efeito antialimentar ficou evidente na vaquinha, e os extratos obtidos por prensagem, mais concentrados que os obtidos por trituração, mostraram-se mais eficientes. O consumo do alimento tratado com o extrato de folhas elaborado em abril, por prensagem, foi de 0,57%, em relação à testemunha, enquanto o extrato feito com os frutos, na mesma época, suprimiu totalmente o consumo foliar.

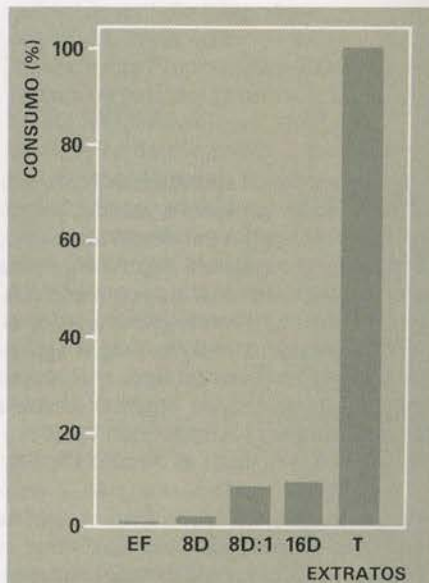


FIGURA 2 Efeito do extrato de folhas de *Melia azedarach* sobre o consumo foliar (folhas de feijoeiro) da vaquinha *Diabrotica speciosa*.

DIAS APÓS A APLICAÇÃO	EXTRATO DE FOLHAS	EXTRATO DE FRUTOS
1	0,83	0,33
2	4,46	4,64
3	10,59	3,18
4	16,00	14,92
6	37,69	27,37
8	22,63	36,68

Obs.: os valores indicam percentagem de consumo foliar, em relação à testemunha.

FIGURA 3 Persistência do efeito antialimentar do extrato de *M. azedarach* sobre o consumo foliar de *D. speciosa*.

EXTRATO DE FOLHAS		EXTRATO DE FRUTOS	
CONCENTRAÇÃO (g/100 ml)	CONSUMO (em %)	CONCENTRAÇÃO (g/100 ml)	CONSUMO (em %)
50,0	13,33	30,00	34,18
10,0	47,86	15,00	36,84
5,0	100,00	3,00	58,24
1,0	76,00	1,50	61,05
0,5	85,96	0,30	76,84
0,1	72,98	0,15	64,21
TESTEMUNHA	100,00	TESTEMUNHA	100,00

FIGURA 4 Efeito de diferentes concentrações do extrato de *M. azedarach* sobre o consumo foliar de *D. speciosa* (setembro/86).

com folhas e frutos, mostrou efeito menor em todas as concentrações (figura 4).

Por se tratar de uma espécie caducifolia, ou seja, que troca as folhas periodicamente (o enfolhamento começa em meados de março e atinge valores máximos em agosto-setembro), as diferenças encontradas no efeito dos extratos sugerem que a concentração — ou a disponibilidade — dos princípios ativos provavelmente varia nas diferentes partes da santa-bárbara e em suas fases fenológicas. Para avaliar esses parâmetros, pesquisas estão sendo desenvolvidas com extratos elaborados de várias partes da árvore e em épocas bem definidas de seu desenvolvimento sazonal, buscando-se a identificação e a quantificação das meliácinas presentes em cada amostra do extrato.

SUELI MARTINEZ DE CARVALHO
INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ

DALVA TREVISAN FERREIRA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA,
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

TRÊS BOAS RAZÕES PARA VOCÊ SE TORNAR SÓCIO DA SBPC:



Você ganha desconto ao assinar *Ciência Hoje*



Você recebe de graça o *Jornal da Ciência Hoje*



Você recebe de graça *Ciência e Cultura*

Você não precisa ser cientista para ser sócio da SBPC. Basta ser apresentado por um sócio. O importante é você apoiar o desenvolvimento científico.

INFORMAÇÕES: Rua Pedroso de Moraes, 1.512, Cx. Postal 11008, 05499 São Paulo - SP - (011) 211-0495/212-0740.



A TECELAGEM DOS CONFLITOS DE CLASSES NA CIDADE DAS CHAMINÉS, de José Sérgio Leite Lopes, UnB/Marco Zero, 623pp.

Este é um livro sob muitos aspectos inovador nas ciências sociais. Seus méritos podem, entretanto, ser mal avaliados. Antes de mais nada porque o trabalho é apresentado apenas como um estudo de caso. Trata-se, é certo, de análise de uma dada forma de dominação, segundo o padrão 'fábrica com vila operária', de sua formação e ruptura, numa empresa da cidade de Paulista, hoje subúrbio de Recife. Um estudo ambicioso, certamente, que examina, com base em documentos, jornais e memórias de antigos trabalhadores, o sistema social de Paulista ao longo de mais de 50 anos, mas que se restringe a um estudo de comunidade.

O livro é isto, mas a meu ver é bem mais. É também uma contribuição — incompleta é verdade — para o entendimento da constituição da classe trabalhadora das cidades industriais menores, que ocorreu junto com as profundas mudanças em curso nas principais metrópoles brasileiras, à medida que se desenvolvia o capitalismo industrial no país. Pode um estudo de caso ser contribuição importante para a análise desse processo? Parece-me que sim.

Na primeira e segunda partes do seu trabalho, e com base numa variedade de documentos e em entrevistas, Leite Lopes mostra a constituição do que chama de 'sistema Paulista', no qual o aliciamento direto de trabalhadores pela companhia, os roçados-operários, a feira com preços fiscalizados e sobretudo a construção da vila operária se combinam para constituir uma forma peculiar de dominação fabril (atra-

A FORMAÇÃO DA CLASSE OPERÁRIA EM PAULISTA

vés de cuja teia se deixa entrever o seu fundamento último, a força da numerosa polícia privada da empresa). Mostra ainda, numa primorosa análise da formação e destruição do sindicato operário no início dos anos 30, a incompatibilidade básica entre o 'sistema Paulista' e a associatividade sindical de seus operários.

Na terceira parte — a meu ver o cerne do livro —, analisa, cuidadosa e detalhadamente, como foi destruída aquela forma de dominação fabril, de um lado pela construção da consciência de classe e pelo renascimento do sindicalismo no início dos anos 50, mas também, do lado patronal, pelo deliberado desmantelamento da 'cultura fabril' e pela negação ao seu operariado das garantias materiais de existência antes dadas. Finalmente, na última parte, Leite Lopes estuda a luta dos trabalhadores pela apropriação da vila operária como parte da luta global contra a companhia, desfecho que pode ser visto como vitória parcial.

O raciocínio de Leite Lopes, construindo o 'tempo do trabalho para todos', coluna vertebral do 'sistema Paulista' e das mudanças que se seguem, não parece, à primeira vista, diferenciar-se do esquema comum, que coloca a constituição da consciência de classe e do movimento sindical, a partir da quebra de uma sociedade tradicional, num processo de modernização. Entretanto, a semelhança é superficial, e o essencial é que, para o autor, a situação tradicional dos anos 30 é resultado específico de um processo histórico determinado, reconstruído a partir de uma análise metódica de documentos e memórias. Ao historiar assim a mudança, Leite Lopes destrói ao mesmo tempo a possibilidade de enxergar-se nela uma unilinearidade simples.

Há vinte e tantos anos, Touraine podia censurar o simplismo da idéia, onipresente nos nossos trabalhos de então, de que a formação da classe operária brasileira tendia a repetir as atitudes e formas de ação da classe operária europeia do final do século XIX, retardada apenas pelo apego a formas de vida e pensamento características do meio pré-industrial de que provinha (ver *Sociologie du Travail*, 4/61, p. 79). Aquele pressuposto criticado por Touraine não está ainda totalmente ausente nos estudos atuais do movimento operário e do sindicalismo no Brasil. Abandonando tais simplificações e tomando como tarefa reconstruir o itinerário real dos trabalhado-

res ao largo de um longo período, o estudo de Leite Lopes constitui um significativo avanço para entender-se o desenvolvimento do sindicalismo entre nós, de suas novas atitudes e orientações, em circunstâncias sociais concretas. Não deixa, no entanto, de apresentar limitações.

A sua análise tem grandes dificuldades em apreender aspectos da causalidade do processo de mudança que se liguem ao lado patronal. Como já dito, o esquema de dominação da fábrica Paulista é quebrado em primeiro lugar pelos patrões. São eles que, a partir de certo momento, passam a perseguir a eficiência e a racionalização da produção e, dessa forma, abandonam práticas com que antes procuravam prender o operariado à Companhia de Tecelagem Paulista (CTP), como o aliciamento direto, o emprego de familiares, a feira, o fornecimento de casas etc. Por que — deve-se perguntar — procuraram em dado momento substituir o padrão de dominação? É interessante especular por que Sérgio Leite Lopes pouco nos adianta para o entendimento desses fatos; por que quase não toca em coisas tais como a concorrência intercapitalista enfrentada pela CTP nos mercados de mão-de-obra e de tecidos? Ele usa longamente, por exemplo, as controvérsias da CTP com os sindicatos patronais do Rio e de São Paulo, a respeito dos salários mais baixos que seriam nela pagos. Essas informações são, no entanto, usadas para mostrar (com maestria) as orientações distintas da companhia, num e noutro momento (nos anos 30 e nos anos 50), referentes à sua mão-de-obra. Não há preocupação em verificar qual era, de fato, a situação dela nesse mercado de mão-de-obra e em outros. Assim, na questão dos salários, o que importa não é tanto os seus valores absolutos, mas os diferenciais entre as várias regiões. Questões como essas são indispensáveis para compreensão da mudança nas atitudes e orientações patronais que, ao lado de outros fatores, estão na raiz da ruptura do padrão de dominação e no deslanchar das novas formas de conflito. Ora, num ótimo livro como este, pontos-chaves para a sua problemática primam pela ausência. Quais são as razões disto?

Cumprir lembrar o fato prosaico, mas nem por isso de somenos importância, de que o autor não teve acesso, como de início nos declara, ao lado patronal, aos documentos da fábrica ou a entrevistas com

os seus proprietários, diretores e prepostos. Leite Lopes busca remediar essa deficiência e o faz com grande inteligência, utilizando, por exemplo, os relatórios anuais da companhia encontrados em bibliotecas públicas, examinando-os com lupa para perceber todas as suas nuances e inflexões. Entretanto, a ausência do lado patronal influencia a sua explicação final do processo de mudança mais do que chega a dar-se conta.

Por isso, pensamos que ao método de análise que privilegiou, centralizado no discurso e na fala (método manejado, seja dito, com grande competência, e responsável, sem dúvida, pela riqueza de sua interpretação cultural e histórica), estão asso-

ciados pontos cegos. No caso, foram deixados de lado processos socioeconômicos mais amplos (caracterizáveis com estatísticas gerais), que ajudariam a entender, junto com as mudanças socioculturais que foram meticulosamente examinadas, a transformação do padrão de dominação.

Talvez estejam aí, também, as razões por que Leite Lopes não tenha ultrapassado os limites de um estudo de caso, ou delineado, a partir dele, hipóteses sobre um processo de transformação mais amplo. O seu livro, entretanto, apresenta subsídios básicos para complementar o quadro de mudanças nas relações de trabalho nos últimos 50 anos no Brasil, quadro sempre parcial quando olhado apenas do ângulo das

massas de trabalhadores nas grandes metrópoles e nos grandes sindicatos. (Sobre os anos 50 e 60, cotejem-se, em particular, os dados e conclusões que nos apresenta sobre os efeitos da legislação trabalhista como fator positivo, fundamental, de transformação das relações de trabalho em cidades industriais como Paulista, com as generalizações freqüentemente feitas sobre o seu papel amortecedor de conflitos de classe nos grandes centros urbanos.)

JUAREZ BRANDÃO LOPES

INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP)



DE NEWTON A COPÉRNICO

• A publicação do *Commentariolus* de Nicolau Copérnico é a terceira de uma série de co-edições da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe) sobre os fundamentos da mecânica newtoniana. Em 1987, foi lançado o primeiro livro da série, *300 anos dos 'Principia' de Newton*, em co-edição com a Livraria Dazibao (RJ), seguindo-se a publicação, em 1988, de *350 anos dos 'Discorsi Intorno a due Nuove Scienze' de Galileo Galilei*, junto com a Editora Marco Zero. Presumidamente escrito em 1510, o *Commentariolus* (ou 'pequeno comentário') é uma obra curta, com apenas oito folhas manuscritas em latim, mas de compreensão difícil. Para facilitar o entendimento, o livro, co-editado em 1989 com a Editora Nova Stella, apresenta uma longa introdução de Roberto de Andrade Martins, da Unicamp, que descreve a evolução das idéias e métodos astronômicos até a chamada revolução copernicana. A edição fornece ainda a cronologia dos principais fatos da vida de Copérnico, de seu nascimento em 1473 à sua morte em 1543.

NA ESTANTE

PASCAL E O VÁCUO

• Com a publicação de artigos especializados e a tradução de alguns textos científicos clássicos, os *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, publicados pelo Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), têm oferecido uma contribuição valiosa ao desenvolvimento dessa área de estudo no país. É o que acontece com a tradução, nesse número especial, das obras do francês Blaise Pascal sobre física, escritas entre 1647 e 1654 (essencialmente sobre vácuo, pressão atmosférica e estática dos fluidos). Uma introdução geral apresenta a descrição histórica das idéias sobre o vácuo, da antiguidade até o século XVII. Os interessados podem solicitar o livro à CLE, Unicamp (Caixa Postal 6 133, CEP 13081, Campinas, SP).



O DESAFIO DA INFORMÁTICA

• Editado pela Associação Brasileira da Indústria de Computadores e Periféricos (Abicomp), *O crime de Prometeu*, do jornalista Marcos Dantas, traz um levantamento cronológico do esforço de pesquisa e desenvolvimento efetuado por empresas brasileiras na polêmica área de informática. O livro defende a atuação da indústria nacional em busca de capacitação tecnológica e a manutenção temporária da reserva de mercado, como garantia da consolidação do setor.

A FÍSICA ATUAL

• Em dezembro de 1987, professores de primeiro e segundo grau e alunos de graduação de 21 municípios do Rio Grande do Sul participaram do I Encontro Regional de Atualização em Física, promovido pela Universidade Federal de Santa Maria. Durante quatro dias, professores e pesquisadores procuraram transmitir a esses participantes, em linguagem acessível, seus conhecimentos sobre alguns dos atuais campos de estudo da física. Tais cursos foram reunidos em um volume de 257 páginas, intitulado *Tópicos da física contemporânea*, editado pelos organizadores do encontro. Entre os temas abordados incluem-se teoria quântica, supercondutividade, magnetismo de sólidos, física de filmes finos, energia nuclear, partículas elementares e radioastronomia, além de uma detalhada exposição dos prováveis efeitos de uma guerra nuclear sobre o clima planetário.

NO EL FIN SINO EL COMIENZO

El mundo está atravesando profundos cambios políticos y económicos. Sus manifestaciones más evidentes son el derrumbe de los regímenes autoritarios en América Latina y en Europa del Este y la primacía de la tecnología basada en la ciencia como factor determinante de la riqueza de las naciones.

Los científicos han tenido un papel importante en estos cambios. Las industrias basadas en la tecnología como la informática, los nuevos materiales, y la biotecnología, son consecuencia de décadas de trabajo silencioso de miles de laboratorios. La ciencia también ha participado en los cambios políticos: los criterios de selección arbitrarios aplicados por las dictaduras conducen inevitablemente a la marginación de los mejores científicos. Puede por lo tanto conjeturarse que en el colapso de los gobiernos dictatoriales han participado los efectos negativos de estas acciones sobre su capacidad de adaptarse con eficacia a la economía mundial.

La incorporación de América Latina a los cambios mundiales sólo se ha expresado en su faz política. La mayoría de nuestros dirigentes consideran que la inserción en el mundo se agota en la apertura comercial. Esto es una ilusión peligrosa: un esfuerzo de modernización basado solamente en el acceso a tecnologías importadas no creará riquezas y no evitará que amplios sectores de nuestra sociedad prosigan en estados de marginación y pobreza extrema con el consiguiente peligro para la consolidación de nuestras nacientes democracias.

Nuestros países sólo participarán en una economía global basada en la tecnología si desarrollan una capacidad local para evaluar, negociar, adquirir, copiar, adaptar y generar tecnologías apropiadas. Esto es imposible sin sistemas científicos adecuadamente insertados en la sociedad. Además ningún país de la región puede lograr esto actuando aisladamente. Por lo tanto la integración científica de América Latina debe dejar de ser una expresión de deseos abundante en palabras y escasa en hechos y concretarse en la urgente puesta en marcha de mecanismos prácticos y eficientes para lograrla. Para ello es nuestro deber convencer a los gobiernos que la ciencia no es um 'lujo' que puede ser postergado hasta que sobrevengan épocas mejores y que las erogaciones en ciencia y tecnología son inversiones y no gastos. Los presupuestos nacionales de ciencia deben contemplar de



manera realista y con continuidad las necesidades de sus propios sistemas científicos y una parte de ellos deben canalizarse en proyectos de cooperación regionales. Estoy además convencido de que los científicos tienen una idea más acabada que otros sectores de la sociedad de lo que nuestros países requieren para lograr su genuina inserción en el mundo y que las organizaciones de científicos han demostrado mayor continuidad que los gobiernos. Esto debe ser aprovechado: las organizaciones de científicos deben asumir un papel activo en la búsqueda de la cooperación científica latinoamericana y no contentarse con aprovechar los habituales mecanismos de cooperación de gobierno a gobierno.

Es preciso crear una organización regional no gubernamental que proponga mecanismos eficaces de cooperación, busque fondos locales regionales e internacionales y los canalice y controle.

Quisiera también expresar el profundo agradecimiento mío y del resto de mis colegas de América Latina por la generosidad y visión de la SBPC al convocar la 42ª Reunión Anual bajo el signo de la integración científica de América Latina.

Hemos aprendido mucho de la SBPC. La Reunión combinó calidad científica, fuerte interacción interdisciplinaria y un pro-

fundo y serio compromiso social. Ningún otro país de América Latina tiene eventos como este, los científicos de los otros países de la región deberíamos adquirir el compromiso de que reuniones como las de la SBPC también ocurran en nuestros países. Comprometo en ese sentido al Foro de Sociedades Científicas Argentinas y de la Asociación Ciencia Hoy.

Se ha dicho, no sin razón, que en los actos de cierre de encuentros siempre está presente la tristeza que acompaña a algo que finaliza. Sin embargo me gustaría decir que en caso de la Reunión de la SBPC en Porto Alegre esto no fué el fin sino el comienzo. Durante toda una semana hemos sembrado una semilla que seguramente fructificará en la creación de una auténtica comunidad científica latinoamericana que asuma con responsabilidad el protagonismo que le corresponde para que nuestros países, a través de un sostenido desarrollo científico y tecnológico, logren un progreso sostenido, justo y democrático.

PATRICIO J. GARRAHAM
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
CIENCIA HOY

FETEC'90



3ª FEIRA DE TECNOLOGIA DE CAMPINA GRANDE

13 A 16 DE SETEMBRO - NO SPAZZIO

**FATOR DE INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE/EMPRESA
EXPOSIÇÃO DE PROTÓTIPOS, PRODUTOS E PROCESSOS**

DESENVOLVIDO POR:

Empresas de Base Tecnológica

Universidades e Centros de Pesquisa

Empresas Incubadas ou Associadas ao PaqTc - Pb

PROMOÇÃO:

PaqTc-Pb - Fundação Parque Tecnológico da Paraíba

UFPB - Universidade Federal da Paraíba

PMCG - Prefeitura Municipal de Campina Grande

ATECEL - Associação Técnico Ernesto Luiz Oliveira Júnior

CEAG - Centro de Apoio a Pequena e Média Empresa da Paraíba

INFORMAÇÕES:

Fundação Parque Tecnológico da Paraíba

Secretaria Executiva da FETEC'90

Florian Peixoto, 715 - 3º andar / centro

Fones: (083) 341-2210 e 321-7424 / Telex: (083) 3173

CEP: 58100 / Campina Grande (Pb)

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, 275-8795. Telex: (21) 36952.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas/RJ).

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Luis Rodolpho R. Travassos (Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia/EPM), Luiz Bevilacqua (Coppe/UFRRJ), Marco Antonio Raupp (Instituto Politécnico/RJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UFRRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Sérgio Miceli (Departamento de Sociologia/USP), Silviano Santiago (Departamento de Letras/UFRJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho; Alicia Palacios (assistente).

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraia Araújo (secretária); Guilherme Frederico da Silva.

Edição de Texto: Maria Inez Duque Estrada, Marília Martins e Luiz Ricardo Menandro; Regina Ferreira (coordenadora de revisão).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich e Luisa Massarani.

Edição de Arte: A3/Ana Lucia Escoré e Evelyn Grumach (direção de arte); Christiane Abbade e Claudia Fleury da R. Borges (programadoras visuais); Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista); Marta Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Sônia M. de Mendonça Corrêa (gerente), Neuza Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Edson Raposo Pinheiro, Cláudio Costa Carvalho, Pedro Paulo de Souza, Carmen Lúcia Gonçalves Leal, Maria do Rosário, Charle Gonçalves dos Santos, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lucia da G. Pereira, Moisés V. dos Santos, Luciene dos Santos Azevedo, Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Janair do Nascimento Fonseca, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio Grozima Aguiar; tel.: (021) 270-0548.

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



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

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação frutuosa ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda três projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, e o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber a revista *Ciência e Cultura* e o *Jornal da Ciência Hoje*, e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*.

Sede nacional: Rua Pedrossa de Moraes, 1512, CEP 05420, São Paulo, SP (C. Postal 11008 - CEP 05499), tels.: (011) 211-0495, 212-0740.

Regionais: **AC** - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134 (Região Fernando F. de Castella); **AL** - Depto. de Biologia/UFAL, Praça Afrânio Jorge s/nº, Prado, CEP 57010, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613, r. 08 (Fábio José C. Branco Costa); **AM** - Depto. de Ciências Agrônomicas/INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083, Manaus, AM, tel.: (022) 236-9733 (Hiroshi Noda); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação,

Encarte Infantil (bimestral): Guaracira Gouvêa (coordenadora), Ângela R. Viana (editora de texto).

Colaboraram neste número: Maria Luiza X. de A. Borges (edição de texto); Rachel Valência, Edna Cavalcanti, Mirian da S. Cavalcanti e Constantino Kouzmin-Korovaef (revisores); Sonia Regina P. Cardoso (pesquisa iconográfica); Edna de Assis Ferreira (bibliotecária); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistemas); Ildeu de Castro Moreira (editor).

Capa: Antônio Ribeiro/Abril Press.

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur/França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weyff (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EMP), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Cívian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moyses Nussenzveig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica/Unicamp), Otávio Elisio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia/PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia/UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31160, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lúcia Maciel, Luiz Martins, Margareth Marmori - ICC, Ala Sul, sobreloja 301, Asa Norte, Campus Universitário, UnB, CEP 70910, Brasília, DF, tel.: (061) 273-4780.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina del Vecchio de Lima - Rua Eurípedes Garcez do Nascimento, 430, CEP 80530, Curitiba, PR, tel.: (041) 233-8619.

CEP 40210, Salvador, BA, tels.: 247-2714, 247-0646 (Dionarcos Soares de Vasconcelos); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-8047 (Maria Sulamita de A. Vieira); **Curitiba** (seccional) - Depto. de Planejamento e Administração Escolar/UFPR, Rua Gal. Carneiro, 460, CEP 80001, Curitiba, PR, tels.: (041) 222-7870 ou 264-2522, r. 277/292 (Eivaldo Antonio M. Ferreira); **DF** - Depto. de Antropologia/UnB, Campus Universitário, CEP 70910, Brasília, DF, tel.: 273-3264 (Gustavo Lins Ribeiro); **GO** - Instituto de Ciências Biológicas/UFGO, Campus Universitário, CEP 74000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 152 (João Tomé de Sousa); **MA** - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/UFMA, Largo dos Amores, 66, CEP 65000, São Luís, MA, tels.: (098) 232-3370, 232-3807 (Othon de Carvalho Bastos); **Maringá** (seccional) - Depto. de Análises Clínicas/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020, Maringá, PR, tel.: (0442) 26-2727, r. 215/313 (Rafael Campos Bezerra); **MT** - Depto. de Geologia/UFMT, Av. Fernando Correa s/nº, CEP 78000, Cuiabá, MT, tel.: (065) 315-8751 (José Domingues de Godói Filho); **MS** - Depto. de Química/UFMS, Cidade Universitária, CEP 79100, Campo Grande, MS, tel.: (067) 387-3311, r. 346 (Dario Xavier Pires); **MG** - Depto. de Física/UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, CEP 31270, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 441-9466, r. 219/225 (Márcio Quintão Moreno); **PA** - Depto. de Geofísica/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Depto. de Física/UFPB, C. Postal 5008, CEP 58051, João Pessoa, PB, tel.: (083) 224-7200, r. 2435 (Mauro Kyotoko); **PR** - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051, Londrina, PR, tel.: (0432) 27-5151, r. 247/477 (Ana Odete Santos Vieira); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Zoologia e Genética/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96001, Pelotas, RS, tel.: (053) 221-2033 (Maria da Graça M. Roth); **PE** - Depto. de Economia/UFPE, Av. Luís Freire s/nº, Arã II, Cidade Universitária, CEP 50000, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 6844

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima, Vania Aparecida Mattoso - UFSC, C. Postal 476, CEP 88049, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 33-9594, telex: (482) 240.

Sucursal Porto Alegre: Gilberto Carvalho Ferraz - Travessa Luiz Englert s/nº, prédio 20, sala 09, Campus Central/UFGRS, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal Recife: Sergio M. Rezende, Cristina Teixeira V. de Melo (estagiária) - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área II, Cidade Universitária, CEP 50739, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine, Angelo César Piasse - Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC/USP, Rua Nova de Julho, 1277, CEP 13560, São Carlos, SP, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita Costa, Wilson Racy Jr., Carmen Lúcia Visconti Weingrill, Gláucio C. Lóvão - Av. Professor Luciano Gualberto, 374, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05508, São Paulo, SP, tels.: (011) 814-6656 ou 813-3222, r. 2713.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabioli de Oliveira - Av. dos Argonautas, 1758, C. Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos, SP, tel.: (0123) 22-9977, r. 593.

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

Assinaturas para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea) e US\$ 50 (via superfície).

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

Para a publicação desta revista contribuíram: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp); Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj); VI-TAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção; e Fundação Banco do Brasil. *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Publicidade: Álvaro Roberto S. Moraes - Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, CEP 22290, Rio de Janeiro, RJ, tels.: 295-4442, 295-4846, 295-9443, telex: (21) 36952.



(Abrahan Benzaquen Sicsu); **PI** - Depto. Biomédico/UFPI, Campus Universitário, CEP 64000, Teresina, PI, tels.: (086) 232-3913, 232-1729 (Manoel Chaves Filho); **RN** - Depto. de Informática e Matemática Aplicada/UFRRN, C. Postal 1527, CEP 58072, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 257 (Pedro Fernandes Maia); **RS** - Campus Central/UFGRS, Prédio 20, Sala 9A, Travessa Luiz Englert s/nº, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Gilberto Ferraz Carvalho); **RJ** - Depto. de Engenharia Mecânica/PUC, Rua Marquês de São Vicente, 225, CEP 22453, Rio de Janeiro, RJ, tels.: (021) 259-5197, 529-9578 (Eloí Fernandez y Fernandez); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78900, Porto Velho, RO (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **SP** (subárea I) - Depto. Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 01051, São Paulo, SP, tel.: (011) 211-5008 ou 210-2122, r. 593 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 22-3087 ou 33-0011, r. 2251 (Aline Aparecida Pizzirani Kleiner); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Genética, Instituto de Biociências/UNESP, Campus Universitário, CEP 18610, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 229 (Romeu Cardoso Guimarães); **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Carlos Tonani, Km 05, CEP 14870, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000, r. 254/255 (Márcia Justino R. Mutton); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia/UFSC, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tels.: 22-4164, 33-9491 (Therese Cristina M. de L. Nogueira); **Santa Maria** (seccional) - CPG Extensão Rural/UFMS, Campus Universitário, CEP 97100, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 235/2165 (Gustavo Martin Quesada); **SE** - Depto. de Serviço Social/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000, Aracaju, SE, tel.: 224-1331, r. 347 (Maria Helena S. Cruz); **Víçosa** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UFV, CEP 36570, Viçosa, MG, tel.: (031) 899-2512 (Lucio Antonio O. Campos).



CIÊNCIA, O PATRIMÔNIO DA COPERSUCAR. TRANSPARENTE E SEM FRONTEIRAS.

A ciência da Copersucar é sempre acreditar em tudo o que faz. Assim, a necessidade de aprimorar a tecnologia, reduzir custos de produção, elevar a produtividade e gerar novos produtos no setor da agroindústria da cana-de-açúcar motivam a Copersucar a investir expressivos recursos no desenvolvimento e na transferência de tecnologia.

Profissionais do mais alto nível fazem do Centro de Tecnologia Copersucar a principal fronteira na absorção e disseminação de novas técnicas a serem utilizadas na agricultura e na indústria da cana, do açúcar e álcool.

No entanto, o objetivo de gerar novos conhecimentos só se completa quando são incorporados ao sistema de produção. Além de assistência direta, iden-

tificando problemas e atendendo às necessidades específicas, a transferência de tecnologia se realiza também através de palestras, cursos, treinamentos, ampla coleção de publicações técnicas importantes convênios firmados no Brasil e no Exterior.

Mas a ciência é transparente. E todo este privilégio vai muito além das fronteiras da Copersucar e suas cooperadas. A constante busca pelas soluções através do estudo e desenvolvimento alcança universidades, centros de pesquisas e mesmo outras culturas e atividades do setor agrícola.

Para a Copersucar, isso é parte de uma iniciativa séria. Iniciativa de acreditar nos avanços da ciência como um patrimônio sem fronteiras. Onde os limites são traçados dia-a-dia. Safra após safra.

UNIVERSIDADE - INDÚSTRIA UMA PARCERIA QUE RENDE FRUTOS



Que há em comum entre o desenvolvimento de fibras ópticas, variedades de tomates mais resistentes e um disco rígido para armazenamento de informações? Muito investimento em pesquisa e uma estreita parceria entre universidades paulistas e empresas brasileiras.

Os três produtos são parte da safra de desenvolvimentos que USP, UNESP e UNICAMP articulam com as indústrias. A Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico, à qual se ligam as universidades, apóia este esforço criativo de integração.

Do qual brotam produtos, processos e serviços que contribuem para o crescimento econômico do país. E que, ao mesmo tempo, ajudam a ampliar os horizontes e a qualidade da pesquisa brasileira.



SECRETARIA DA CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
ECONÔMICO.

NOVO TEMPO



TRABALHO E DESENVOLVIMENTO