

# CIÊNCIA HOJE



Os **500** anos  
do Tratado de Tordesilhas



DE PORTINARI



A PORTINARI

## UMA HISTÓRIA DE ARTE E EMPRESAS

De quando em quando tomamos conhecimento da criação de um novo espaço cultural desenvolvido a partir de recursos oriundos de empresas das mais diversas. Conscientes da importância da iniciativa, tais entidades provocam a possibilidade de manifestação diversificada das artes, ratificando assim sua fé no poder da ação cultural como elemento dos mais essenciais ao desenvolvimento do País.

Através destas iniciativas resgatam-se vultos nacionais, revelam-se novos talentos, levando à nação as realizações de sua intelectualidade e de sua arte ao longo da história.

Quando João Candido Portinari, filho do famoso pintor, lançou-se no resgate da produção artístico-cultural em 1979, pela criação do Projeto Portinari, guardava como maior desejo o de garantir a visão integrada do artista e de sua geração sobre o Brasil de sua época, pulverizada pela dispersão geográfica de seus trabalhos.

A necessidade de construir um documento que referenciasse cronologicamente toda a trajetória do pintor, explicitando cada obra com todas as informações correlacionadas, sob a forma de um catálogo "raisonné", resultou em um projeto de equipamentos comprometidos com uma tecnologia de ponta.

Para enfrentar os elevados investimentos, após rigorosa negociação com a FINEP, através de seu programa ADTEN, foram levantados os recursos financeiros. A necessidade de saldar o compromisso assumido levou João Candido a presidir um moderno parque de produção de fotolitos digitais, o STUDIO PORTINARI Matrizes Gráficas.

Equipado com um sistema SCITEX de última geração, definindo uma planta instalada internacionalmente comparável às mais completas e reunindo profissionais de alto nível, nasce um empreendimento capaz de atender aos clientes mais exigentes, quando desejando-se um fotolito de alta qualidade, em curto espaço de tempo e a preço favorável.

Localizado no 27º andar da Torre Rio Sul, no Rio de Janeiro, o STUDIO PORTINARI pretende valorizar de forma marcante o parque gráfico nacional.

Assim, partindo da localização de telas famosas, João Candido trilha caminhos desafiadores, resultando na criação de uma empresa que guarda na excelência o compromisso imposto pelo próprio nome.

Visite-nos e comprove nossas afirmações.



Torre Rio Sul  
27º andar - RJ  
Tel.: (021) 542-7979  
Fax: (021) 542-7692

## Populações a caminho do Cairo

**E**m setembro deste ano, será realizada no Cairo a Conferência Mundial sobre População e Desenvolvimento (Cairo'94). Os documentos para essa Conferência, elaborados em reuniões preparatórias, encontram fortes resistências de correntes conservadoras ligadas à cúpula da Igreja Católica.

No dia 28 de setembro de 93, realizou-se em Brasília o "Encontro Nacional Mulher e População — Nossos Direitos para Cairo'94", para apresentar propostas a serem levadas à Conferência pelo governo brasileiro. Desse Encontro resultou um documento chamado *Carta de Brasília*, do qual transcrevemos alguns trechos.

População são os povos da Terra, homens e mulheres, de diferentes raças, etnias e culturas que nascem, amam, trabalham, se reproduzem, envelhecem e morrem. Não é um objeto inerte de estudo, é um conjunto de sujeitos que têm o direito de escolher seu destino. Desenvolvimento significa satisfação das necessidades humanas básicas e garantia, para todos, de condições de uma vida digna. Portanto, deve-se pensar o desenvolvimento em função da população e não o contrário.

Esse tipo de investimento social só será possível através da repartição mais justa e equitativa dos recursos mundiais. Cada sociedade deverá ter como prioridade nacional o combate à fome, à pobreza e à exclusão. Todas as nações devem compartilhar a responsabilidade de enfrentar a miséria e a desigualdade.

Dentro de cada país, e no mundo todo, os pobres imigram em direção aos centros de prosperidade. Em resposta, as fronteiras se fecham, o medo do outro se instala. O *apartheid* social e racial, incompatível com a democracia, é uma violência que engendra outras.

É direito inalienável das pessoas, em especial das mulheres, a livre escolha em matéria de sexualidade e fecundidade. O direito de dispor do próprio corpo é ameaçado tanto pela proibição ou limitação do direito ao aborto, quanto pelas práticas forçadas ou induzidas de esterilização. A interrupção da gravidez indesejada é um fenômeno mundial, e onde o aborto é crime os custos são altos. No Brasil, muitas mulheres morrem em consequência de abortos clandestinos.

No contexto brasileiro, registram-se mudanças radicais na distribuição da população. A rápida transição demográfica não melhorou a qualidade de vida da população, nem reduziu o processo de degradação ambiental. A precariedade e a vulnerabilidade social das mulheres é acentuada pela concentração da propriedade da terra no campo e pela exclusão das trabalhadoras rurais e urbanas (como as empregadas domésticas) dos direitos sociais já assegurados a outras categorias. O aumento crescente da prostituição feminina, em especial das meninas e adolescentes, decorre da falta de oportunidades educacionais e de trabalho.

A queda da fecundidade está ligada à deteriorização dos serviços públicos de saúde, à forte medicalização e desumanização da gravidez e do parto, com a prática abusiva das cesáreas e esterilizações.

No campo das novas tecnologias reprodutivas e da pesquisa contraceptiva, impõe-se o respeito à ética e aos direitos humanos. A expansão da epidemia de AIDS entre as mulheres demonstra a desigualdade de poder entre os dois sexos, e a dificuldade das mulheres em negociar relações sexuais saudáveis.

Hoje, observa-se uma controvérsia com relação ao papel da família, a partir da radical reestruturação das formas de organização familiar,

com a emergência de novos tipos de união e o crescimento do número de famílias chefiadas por mulheres.

Na Conferência Cairo'94, cabe às mulheres denunciar como inaceitável a lógica de exclusão e desumanização. Exigir seus direitos sobre o controle da fecundidade. Recusar o lugar de vítima e defender os princípios que assegurem um verdadeiro futuro comum para a Humanidade. Estas são as propostas da *Carta de Brasília*:

- 1) Apresentação, pelo governo brasileiro, de propostas que assegurem o bem-estar da população e a qualidade de vida, promovendo a superação das desigualdades de classe, raça e gênero.
- 2) Criação de mecanismos globais de financiamento das políticas de desenvolvimento humano.
- 3) Participação do movimento de mulheres no Programa de Ação Regional para População, da Comissão Econômica para a América Latina.
- 4) Integração dos direitos sexuais de todas as pessoas, hetero ou homossexuais, na agenda internacional dos Direitos Humanos.
- 5) Reconhecimento do aborto como direito da mulher e questão de saúde pública. Sua descriminalização deve constar da agenda dos direitos reprodutivos, como condição para reduzir a morbi-mortalidade reprodutiva.
- 6) Mecanismos de acompanhamento internacional e nacional das políticas a serem definidas pela Conferência Cairo'94.
- 7) Democratização do conhecimento e dos meios de comunicação, evitando-se a difusão dos estereótipos de gênero, raça, classe e orientação sexual.

**O** governo brasileiro, nas reuniões preparatórias para a Conferência, reconheceu a necessidade de respeitar e viabilizar o exercício dos direitos reprodutivos. Os documentos da ONU caminham na mesma direção. Entretanto o Vaticano, através de seu representante, mandou destacar no Plano de Ação da ONU para a Conferência os trechos que contrariam suas diretrizes, propondo sua radical revisão.

Conceitos consolidados em sucessivos encontros, como saúde e direitos reprodutivos, planejamento familiar, maternidade responsável, são sistematicamente contestados pela Igreja. Nega-se até mesmo o acesso dos jovens à educação sobre sexualidade e métodos contraceptivos e preventivos. O Vaticano, declaradamente, opõe-se à qualquer forma de interrupção voluntária da gravidez. Mas deve-se registrar a existência de uma forte corrente de pensamento católico feminino que discorda da intransigência dessas posições e apóia o documento do governo brasileiro.

Há pouco mais de 400 anos, a Igreja Católica se opunha terminantemente a admitir o movimento da Terra. Mais tarde, em Bulas Papais, legitimava a escravidão dos negros. Hoje, determina onde a vida tem início e quais moléculas são abençoadas pelo sopro divino.

### OS EDITORES

\* Comissão Organizadora do Encontro: Associação Brasileira dos Estudos Populacionais (ABEP); Centro Feminista de Estudos e Assessoria (CFEMEA); Cidadania: Estudo, Pesquisa, Informação e Ação (CEPIA); Coletivo Feminista Sexualidade e Saúde; Comissão de Cidadania e Reprodução (CCR); GELEDÉS Instituto da Mulher Negra; SOS Corpo — Gênero e Cidadania.

**EDITORIAL****CARTAS****UM MUNDO DE CIÊNCIA**

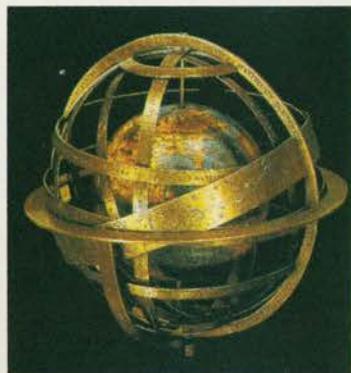
A colisão do cometa Shoemaker-Levy 9 com Júpiter, entre 16 e 22 de julho deste ano, será um teste para uma teoria recente sobre a formação, a evolução e a estrutura interna desses corpos celestes. Por Oscar Matsuura.

O impacto das doenças sobre um organismo depende de vários fatores que representam estratégias de sobrevivência e de disseminação do agente causador. Por Selma Giorgio.

Pesquisadores dos Estados Unidos e da Inglaterra estudam as conseqüências do efeito estufa na produção agrícola mundial, e revelam que a disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento se tornará maior do que a atual. Por Björn Kjerfve

**DOCUMENTO**

Em comemoração aos 500 anos do Tratado de Tordesilhas, *Ciência Hoje* convidou os historiadores Francisco Carlos Teixeira da Silva, Luiz Carlos Soares e Ronaldo Vainfas para analisar as causas e as conseqüências do acordo que dividiu o mundo entre Espanha e Portugal.



- 1 Controle do Átomo: passos em direção aos avanços do próximo século 28**  
**6** *Vanderlei S. Bagnato; Maria Tereza de Araújo; Ilde Guedes; Débora Milori e Sérgio C. Zilio*  
**8** Apesar das dificuldades, o desenvolvimento científico atual tem proporcionado as primeiras evidências de que é possível manipular átomos.

**Porque vale o que está escrito, ou as letras e seus estilos 36**

*Luiz Carlos Cagliari*

As inúmeras formas gráficas que a escrita pode assumir não representam nenhum problema para quem sabe ler. Entretanto, essa operação envolve complexos processos mecânicos e mentais.

**Junções Comunicantes 44**

*Antônio Carlos Campos de Carvalho e David C. Spray*

Elas formam uma rede de 'túneis' que liga o meio interno de células adjacentes, permitindo o trânsito de moléculas biologicamente importantes. Diversas patologias têm relação com disfunções nesse meio de comunicação intercelular.

**16 Perspectivas para o desenvolvimento de vacina contra a Aids 54**

*Mauro Schechter*

Recentes avanços da imunologia e sucessos obtidos em estudos iniciais de vacinação de primatas, com um vírus atenuado por engenharia genética, permitem acreditar que a vacina contra a Aids é um objetivo possível.



**É BOM SABER**

Um programa interdisciplinar lançado este ano pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Câmara de Química Fina da Universidade Federal do Rio de Janeiro vai ajudar o Brasil na luta contra a tuberculose. Por Luisa Massarani.

Mesmo sem ter muitas informações, o senso comum diria que os índios são 'naturalmente bem-nutridos'. Entretanto, estudos indicam uma alarmante prevalência de baixa estatura entre as crianças indígenas, atribuída à deficiência de proteínas. Por Ricardo Ventura Santos.

A Toca da Boa Vista (BA), descoberta pelo Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, em 1987, é hoje a maior caverna da América do Sul e a vigésima do mundo em extensão, com 60 km topografados. Por Augusto Auler, Ezio Rubbioli e Luís Beethoven Piló.

A modernização de nossa Lei de Patentes encontra-se em fase final de aprovação no Congresso Nacional, e é importante que a sociedade brasileira esteja informada sobre o assunto e participe da discussão sobre o tema. Por Antonio Paes de Carvalho.

**OPINIÃO**

Apesar do enorme potencial oceanográfico do Brasil, que tem nove mil quilômetros de litoral voltado para o Oceano Atlântico, e da importância política e estratégica do uso dos recursos do mar para a soberania nacional, as pesquisas nessa área têm sido modestas no país. Por Sidney Luiz de Mattos Mello.



**Capa:** Detalhe do mapa-múndi *Nova Totius Terrarum Sive Novi Orbis Tabula*, de Willen Jansz (1665).

**66 CIÊNCIA EM DIA**

Ao realizar trabalho prático sobre as leis básicas do movimento, calouros de engenharia do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, em Belo Horizonte, apontam erro de física numa aquarela de Debret, o retratista do Brasil Colônia. Por Marise Muniz.

Pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo esclarecem a relação entre infecção de garganta por estreptococo e febre reumática, abrindo possibilidades reais de uma vacina contra a doença. Por Jesus de Paula Assis.

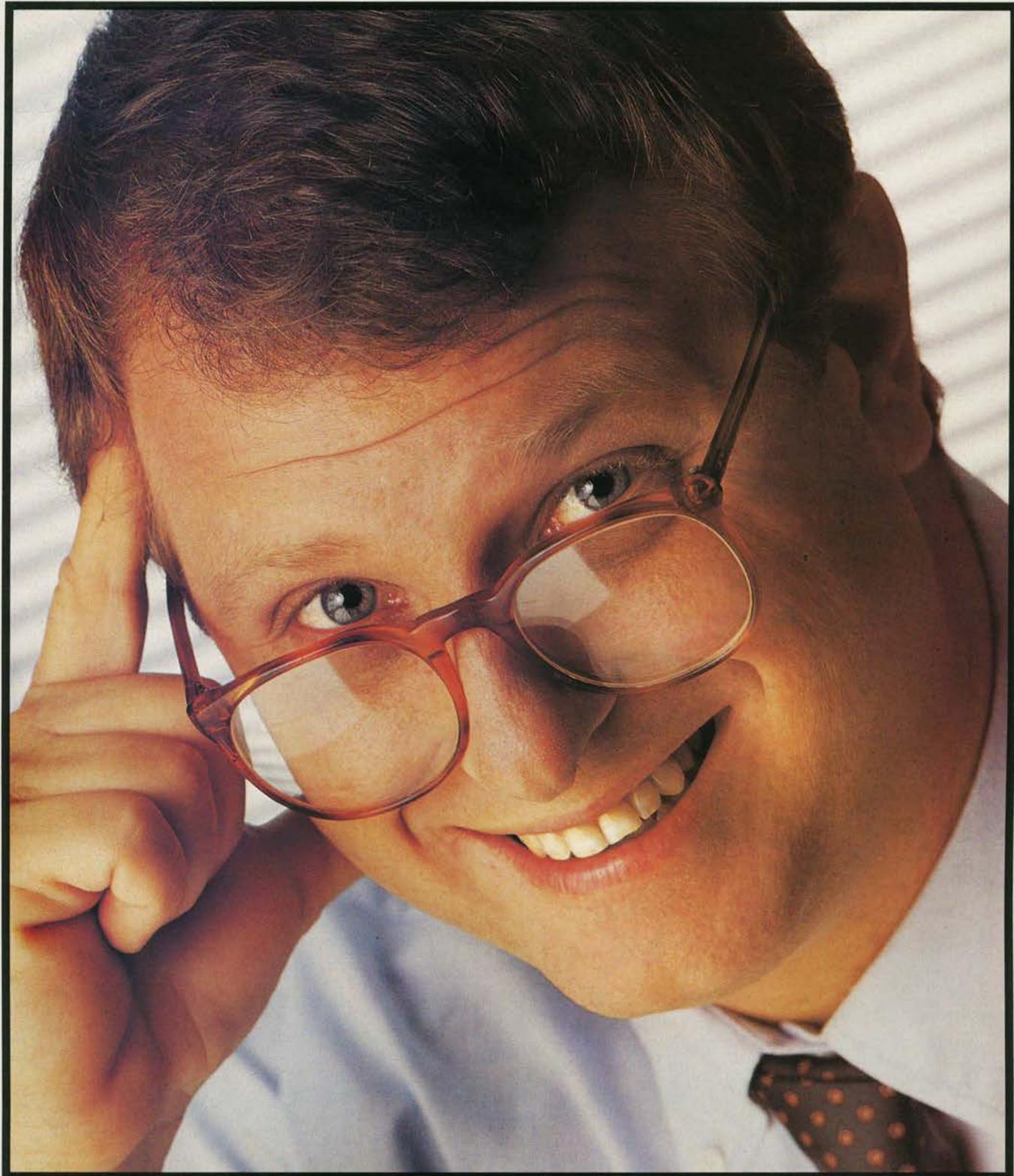
Submetidos a alta pressão, alguns vírus, entre eles o HIV, causador da Aids, estimulam o sistema imunológico do homem ou do animal infectado, sem causar a doença. O emprego dessa técnica pode levar ao desenvolvimento de uma vacina segura e eficaz. Por Luisa Massarani.

Engenheiro químico da Universidade Federal de Pernambuco desenvolveu um formicida biológico que mata a saúva a partir da destruição de sua fonte alimentar. Por Jorge Costa.

Projeto da Organização Mundial de Saúde para seqüenciar genes de parasitos causadores de doenças tropicais abre novas perspectivas para solucionar problemas sanitários do Terceiro Mundo. Por Luisa Massarani e Micheline Nussenzweig.

Medicamentos que agem no cérebro têm seus efeitos alterados quando administrados em ratos desnutridos. Por Luisa Massarani.

A degradação ambiental do cerrado dominou as discussões da 1ª Reunião Especial da SBPC, realizada no mês de abril em Uberlândia, no Triângulo Mineiro. Por Margareth Marmori.



**Você acha que as companhias internacionais têm o que aprender com a Petrobrás?**

Em todo o mundo, a Petrobrás é quem possui a melhor tecnologia para procurar e tirar petróleo sob águas profundas.

É que a Petrobrás conseguiu os maiores índices de simplificação e padronização, obtendo técnicas que vão mais fundo e fazem isso com mais eficiência e menores custos.

Basta dizer que 70 poços offshore entraram em produção no mundo inteiro ano passado e 35 são da Petrobrás (a companhia 2ª colocada tem 4).

E que este ano a Petrobrás começou a operar um poço a

1.027 metros (Bacia de Campos, RJ), quebrando novamente o recorde mundial de profundidade que já lhe pertencia.

Por isso, o Consórcio British Petroleum/Statoil (Inglaterra e Noruega) assinou importante acordo com a Petrobrás.

Não se trata de uma joint venture financeira,

tão comum em petróleo, mas sim de uma parceria estratégica para transferência de tecnologia: nós ganhamos acesso a várias técnicas deles, eles ganham acesso ao nosso know-how em águas profundas.

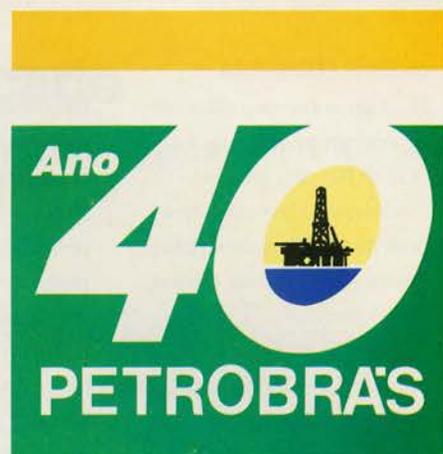
E por isso, recentemente, a Shell assinou com a

Petrobrás outro acordo equivalente.

Segundo a revista especializada britânica "Euroil" escreve em seu editorial de junho/94, "não se esconde que o objetivo (desse acordo) é obter reduções de custos (...) que possam servir

como exemplo para quem opera no Mar do Norte".

Aliás, graças à sua liderança tecnológica, a Petrobrás também foi solicitada a integrar o Deep Star Programme, um conglomerado de grandes companhias que procuram produzir petróleo nas



águas do Golfo do México.

E considerando tudo isso, a Offshore Technology Conference, que se realiza anualmente em Houston (EUA) e é o evento mais importante da indústria do petróleo, convidou a Petrobrás para apresentar lá, em 1995, o tema "Desenvolvimento da Tecnologia de Águas Profundas: Colaboração entre Companhias Internacionais".

Quando a Petrobrás diz que é líder mundial em tecnologia, ela assina embaixo.

E as maiores autoridades e companhias de petróleo também.



**Elas acham que sim.**

**ENERGIA ECONÔMICA**

O artigo sobre uso eficiente de energia na iluminação (CH nº 90) não leva em consideração aspectos que podem ser relevantes para o desenvolvimento da ciência. O uso ineficiente e sem critérios da iluminação pública é a principal causa da poluição luminosa, que tem afetado a visão do céu noturno mesmo em lugares distantes dos centros urbanos. É curioso que, quando a ciência começa a obter respostas confiáveis sobre a inserção do homem no Universo, adotemos a atitude de apagar a visão do céu noturno, fonte principal de informação, e afastemos a apreciação de sua beleza. A questão parece se resumir a considerações estético-filosóficas pela falta de estudos sobre um eventual impacto ecológico. Entretanto, existe uma espécie ameaçada de extinção: os astrônomos ópticos. E nem se pode pensar em solução espacial em futuro próximo, como o telescópio Hubble o demonstra, por seu alto custo e problemas correlatos.

Ao menos para os astrônomos profissionais, a solução caminha na direção da abordagem do artigo em questão: uso eficiente de novas tecnologias, gerando maior economia de energia. De fato, as lâmpadas de sódio de baixa pressão, embora ainda não existam no mercado nacional e, portanto, não sejam tratadas no artigo, provocam menos

poluição com maior razão lúmen/watts, por radiarem quase exclusivamente nas linhas espectrais do sódio. Para os astrônomos, a poluição fica restrita à pequena região espectral e o consumidor tem as ruas mais iluminadas, com economia de energia. A isso deve ser somada uma política pública que normatize os projetos de construção e uso de iluminação externa, por exemplo, com luminárias que deixem passar luz apenas abaixo da horizontal, iluminando as ruas e não o céu.

No Brasil, os astrônomos só possuem um observatório de porte competitivo, em Brazópolis, ao sul de Minas. A região circunvizinha deveria ser alvo preferencial de política de uso eficiente de energia na iluminação.  
*Carlos Alberto O. Torres,  
Laboratório Nacional de  
Astrofísica/CNPq, Itajubá (MG).*

**ERRAMOS**

Lamentavelmente, no debate 'Ciência longe da fome' publicado no nº 100, os créditos institucionais dos professores Ana Célia Castro e Renato Maluf. O Curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Agrícola (CPDA) é um programa desenvolvido pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e não pela UFRJ como foi publicado.

**CORREÇÃO**

Na matéria 'Garantia de renda mínima: mudança ou acomodação', publicada no

número especial *Fome, até quando?*, CH nº 100, é preciso corrigir o valor da renda dos trabalhadores norte-americanos que recebem os benefícios do EITC: 23.760 dólares anuais, e não mensais.

**ENGENHARIA ESCOLAR**

O instigador discurso funcionalista do texto 'Engenharia escolar: motivação e autonomia', de Hugo Lovisolo (*Ciência Hoje* nº 91), possibilita algumas reflexões:

A construção da educação moderna, gestada no Renascimento, passa pela Revolução Francesa, que inaugurou o ensino público e leigo, dando fim ao monopólio da Igreja, herança medieval, e desenvolvendo um ensino rigidamente controlado pelo Estado, mas descentralizado ao extremo.

Assim como na escola particular, qualquer cidadão pode tirar o filho de uma escola pública, colocá-lo em outra, ou em uma particular. Mas o axioma liberal de oferta e procura também ocorre na escola pública, por isso ele poderá não realizar a transferência por falta de vagas.

A assertiva "a engenharia em curso leva à situação insólita de que uma telha quebrada paralisa aulas durante dias" não resiste a uma constatação empírica, pelo menos no Rio de Janeiro. Já lecionei em escolas no transcurso de grandes

reformas e nem por isso as aulas foram suspensas. As 'resoluções e ações no varejo' de cada unidade escolar poderiam ser executadas em menor tempo com uma política de autonomia financeira para pequenos gastos. A informatização da área administrativa reduziria os custos e o tempo perdido com a papelada.

O principal fator de desmotivação do magistério público, hoje, é o salário e não a engenharia do sistema. Pelo menos aqui no Rio de Janeiro não há obstáculos à ascensão horizontal devido à existência de concursos de remoção realizados com alguma periodicidade.

A nova lei de diretrizes e bases prevê a eleição de diretores de escola e um plano de cargos e salários para o magistério. O ingresso efetivo no serviço público desde a Constituição de 1988 só pode ser realizado por concurso, o que diminuiu o clientelismo político.

O eixo principal de qualquer plano de melhoria do ensino público deve ser privilegiar o salário do regente de turma, a sua constante reciclagem e boas perspectivas na carreira e na aposentadoria.

Lamentavelmente, desde a década de 70, a multiplicação da nossa rede física é acompanhada pela depauperação do magistério.  
*Marlos Dias Regis,  
Rio de Janeiro.*

A única revista  
de divulgação científica para crianças

# CIÊNCIA HOJE

das crianças



jogos,  
experiências,  
ciência,  
brincadeiras,  
bichos,  
contos

UMA PUBLICAÇÃO



## Como nascem os cometas

Em sua forma mais popularizada, um cometa tem extensa cabeleira e longas caudas. Essas tênues formações de gás e poeira envolvem um pequeno núcleo sólido, do qual se originam. Os núcleos de cometas, cuja observação direta é impossível da Terra, têm apenas alguns quilômetros de diâmetro. Justamente, por serem pequenos, não sofreram grandes compressões e aquecimentos em seu interior. Por isso, conservam em estado primitivo a matéria que os formou há cerca de 4,6 bilhões de anos.

A maioria dos cometas, orbitando o Sol a distâncias milhares de vezes superiores à de Plutão, não é aquecida pelo Sol. Conseqüentemente, não são destruídos pela sublimação (passagem do estado sólido para o gasoso). Assim, são apropriadamente denominados 'reliquias do Sistema Solar Primitivo'.

Observações feitas da Terra, de cometas que se aproximam do Sol fornecem informações sobre os grãos de poeira e as moléculas de gás liberadas, indicando-nos a composição química da Nebulosa Solar Primitiva (imensa nuvem, contendo gás e poeira em uma quantidade equivalente a duas ou três vezes a massa atual do Sol) na região em que os cometas se formaram na época em que também nasceram os demais corpos do Sistema Solar, inclusive o Sol. Essas observações também podem revelar a presença de moléculas complexas, que compõem as substâncias que participam de processos vitais (proteínas e ácidos nucleicos). Observações *in*

*loco*, por meio de sondas espaciais, podem revelar a morfologia do núcleo, o aspecto de sua superfície e a composição isotópica, isto é, a presença de átomos de um mesmo elemento químico, mas com massas diferentes.

O artigo aqui comentado\*, de Stuart Weidenschilling, pesquisador do Instituto de Ciências Planetárias, em Tucson, Arizona (EUA), trata da formação dos núcleos de cometas e de sua estrutura interna.

A teoria vigente sobre a formação do Sistema Solar, ensinada na maioria dos livros, afirma que a Nebulosa Solar Primitiva começou a se contrair devido à atração gravitacional de uma possível condensação central inicialmente pequena, mas que deu origem ao Sol. Mas a nuvem, enquanto se contraía, também girava, formando uma espécie de disco equatorial, circundando o proto-Sol (o Sol em sua fase inicial de formação). A existência desses discos foi confirmada observacionalmente em várias proto-estrelas da Via Láctea (galáxia da qual faz parte o Sistema Solar).

Segundo a mesma teoria, conforme os grãos micrométricos de poeira se sedimentavam no disco, tornavam literalmente o 'tráfego congestionado'. Passaram, então, a colidir entre si. Sendo esses choques lentos e suaves, promoveram mais a coalescência (ou o crescimento gradativo dos grãos) que a sua pulverização. Em apenas mil anos, o disco com grãos e gás havia cedido lugar a um disco com objetos centimétricos e gás.

Até essa fase, o agente principal desse crescimento tinha sido a força elétrica de atração entre as moléculas, denominada pelos cientistas força eletrostática molecular de van der Waals — em homenagem ao físico holandês Johannes Diderik van der Waals (1837-1923). Mas, depois, a densidade de matéria no disco teria alcançado um valor crítico, além do qual o disco em rotação se torna instável e se fragmenta.

A transição para esse novo estado é decorrência da troca do 'vencedor' em uma competição que tem, de um lado, o proto-Sol — atraindo cada corpo do disco — e, de outro, os próprios corpos do disco, se atraindo mutuamente. Em cada pedaço do disco fragmentado, aquelas partículas centimétricas passaram a estar gravitacionalmente ligadas entre si, formando uma entidade fisicamente autônoma. A lenta continuação do crescimento das partículas centimétricas teria levado à formação de corpos cada vez maiores, até ganharem dimensões quilométricas. Esses objetos são designados planetesimais.

O agente de crescimento nessa fase já é a força macroscópica de atração gravitacional entre os corpos em crescimento — a mesma, por exemplo, que mantém a Lua girando em torno da Terra ou traz de volta à superfície um objeto atirado para o alto. Planetas, satélites, asteróides e cometas seriam posteriormente formados pela aglomeração de planetesimais. Todo o processo de formação desses cor-

pos teria durado dezenas de milhões de anos.

Não de agora, mas já há 17 anos, Weidenschilling refutava um ponto dessa teoria tradicional. Sabe-se que a rotação do disco gasoso é necessariamente mais lenta que a velocidade orbital de corpos sólidos, como por exemplo os planetas, cujos movimentos são descritos pelas bem conhecidas leis de Kepler — homenagem ao astrônomo e físico alemão Johannes Kepler (1571-1630). Weidenschilling argumentava que, por causa dessa diferença de velocidade, os corpos sólidos sofreriam um freamento aerodinâmico no gás, que acarretaria o espiralamento ou a queda desses corpos em direção ao proto-Sol. Um desses corpos na órbita da Terra, por exemplo, cairia no Sol em apenas 50 anos.

Mas, nesse artigo, Weidenschilling foi mais longe. Mostrou que o atrito (ou cisalhamento) entre os corpos sólidos e o gás provoca forte turbulência no gás do disco. Essa turbulência não foi considerada na teoria vigente. Ela todavia inviabiliza a sedimentação da matéria no disco e o crescimento da densidade até aquele valor crítico. Essa constatação invalida teoricamente o modelo tradicional pela raiz.

Para superar esse impasse, Weidenschilling propôs que na região de formação de cometas — ele a supõe a 30 vezes a distância da Terra ao Sol — existem inicialmente grãos micrométricos no disco. Muitos deles são de matéria volátil congelada. Em uma primeira etapa, a turbulência até mesmo ajuda os grãos a crescer por coalescência até atingirem dezenas de metros.

Em uma etapa posterior, Weidenschilling invoca o fato de que

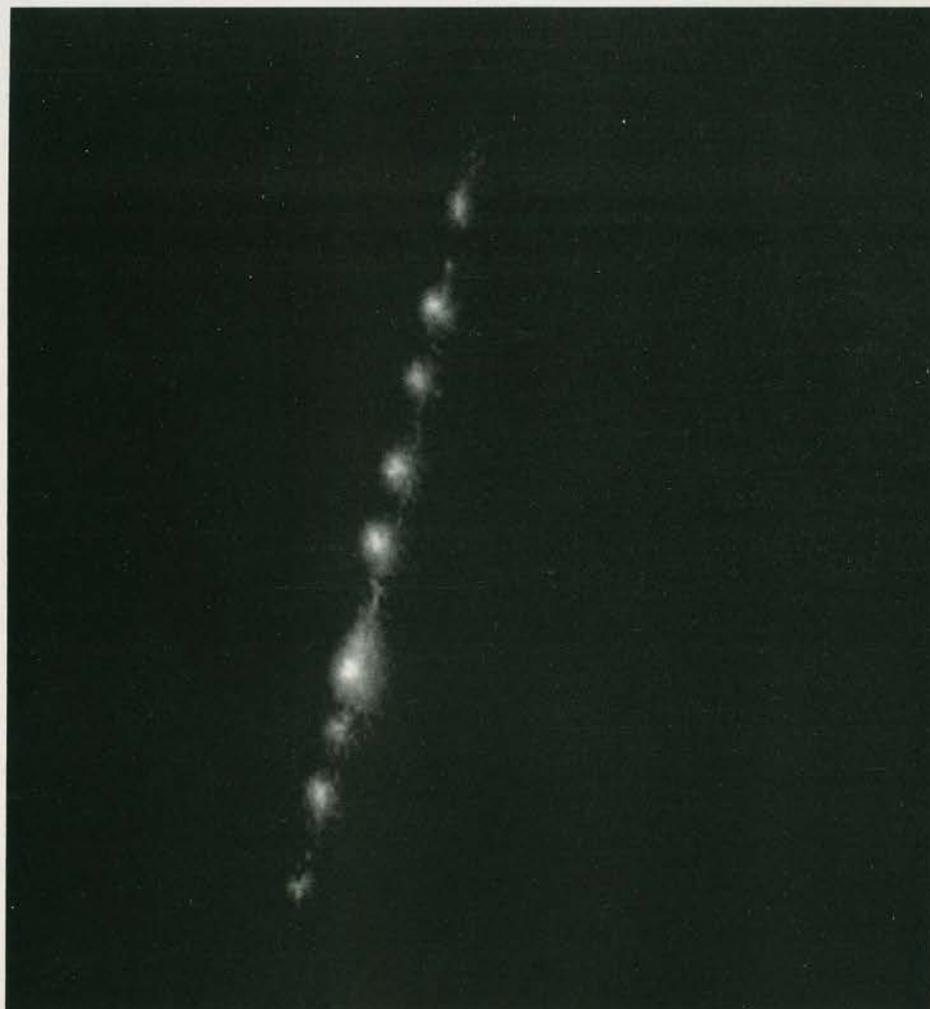
os corpos com dezenas de metros se desacoplam do gás, ou seja, seu movimento orbital já deixa de ser influenciado pela turbulência do gás. Assim, esses corpos passam a viajar praticamente juntos, com velocidades quase iguais, de modo que a velocidade relativa entre eles é praticamente nula. Isso favorece o crescimento até a formação de planetesimais quilométricos, formados por cerca de um milhão daqueles corpos com dezenas de metros.

Nessa fase, a força atuante é a de mútua atração gravitacional. Só quando o disco fica cheio de planetesimais, é que a sua densidade atinge o valor crítico e se fragmenta, com cada pedaço contendo cer-

ca de 10 milhões de planetesimais. Na parte central de cada pedaço, poderiam ter se formado objetos grandes como os núcleos embrionários de planetas gigantes ou corpos como o planeta Plutão, o satélite Tritão (de Netuno) etc. A ação gravitacional desses corpos maiores, presentes no próprio pedaço ou em pedaços vizinhos, pode ter alterado drasticamente a órbita de planetesimais remanescentes e originado os cometas.

O cometa Shoemaker-Levy 9 (SL9) vem despertando ultimamente a atenção da comunidade científica internacional, pois deverá colidir com Júpiter em julho próximo. Mas ele chamou a atenção de seus descobridores em março de 1993,

**Fragmentos do cometa Shoemaker-Levy 9, que deverão colidir com Júpiter entre 16 e 22 de julho, fotografados pelo telescópio espacial norte-americano Hubble.**



## O Shoemaker-Levy 9

O cometa Shoemaker-Levy 9 (SL9) foi descoberto acidentalmente em 24 de março de 1993 pelo casal Carolyn S. e Eugene M. Shoemaker e por David H. Levy, pesquisadores do Observatório do Monte Palomar, na Califórnia (EUA).

A partir de observações do telescópio espacial norte-americano Hubble, cientistas puderam concluir que, há cerca de duas décadas, o SL9 já orbitava Júpiter, em vez de realizar revoluções em torno do Sol.

Em julho de 1992, o SL9 passou a cerca de 25 mil km da atmosfera de Júpiter e forças gravitacionais desse planeta causaram sua fragmentação. Em janeiro deste ano, o Hubble fotografou 21 fragmentos principais e identificou uma cauda de 400 km a partir de seu centro.

Os fragmentos devem colidir com Júpiter no período entre 16 e 22 de julho próximo. Pesquisadores da União Astronômica Internacional (UAI) calcularam, a partir de 200 observações, que a probabilidade de colisão dos fragmentos maiores com o planeta é 99,99%.

Os maiores fragmentos têm diâmetro entre 50 m e cinco quilômetros. Com base nisso, cientistas deduziram que o cometa antes da fragmentação teria cerca de 10 km de diâmetro. Dispersos, esses fragmentos se movem em uma mesma órbita e atualmente estima-se que sua extensão total seja de 3,5 milhões de km. O fragmento mais brilhante tem cerca de 10% da massa total; os outros 20, o restante da massa.

Aparentemente, essas partes do cometa são os remanescentes da formação do Sistema Solar há 4,5 bilhões de anos.

A energia total liberada na colisão será de 100 milhões de megatons de TNT, o equivalente a 10 mil vezes o poder de destruição de todo o arsenal nuclear terrestre.

Ao entrarem na atmosfera de Júpiter, os fragmentos sofrerão aquecimento intenso devido ao atrito e poderão chegar a 50 mil graus celsius (ou centígrados). Cada pedaço vai liberar energia altíssima, semelhante àquela liberada na colisão de um asteróide com a Terra há 65 milhões de anos, conhecida como impacto K-T. Supõe-se que esse choque tenha destruído cerca de 70% dos seres vivos, entre eles os dinossauros (ver *Ciência Hoje*, nº 26, p. 21).

Os impactos dos fragmentos não serão vistos da Terra, pois calcula-se que ocorrerão na face escura de Júpiter. Entretanto, será possível ver o reflexo da explosão nos satélites galileanos — descobertos pelo físico e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642). Ganimede, um desses satélites, brilhará seis vezes mais que o usual; Io, 35 vezes mais.

A sonda espacial norte-americana Galileo deverá monitorar diretamente o impacto. Já as sondas Ulysses, Voyager 2 e Clementine, além do telescópio Hubble, mesmo afastados de Júpiter, deverão observar os reflexos da colisão nos satélites galileanos e os efeitos na atmosfera de Júpiter.

Fenômenos de entrada na atmosfera, como o que ocorrerá em Júpiter, não podem ser simulados em laboratório. Mas com a observação detalhada dessas colisões será mais fácil para os cientistas calcularem as conseqüências de futuros impactos de asteróides ou cometas com a Terra.

pois, em vez de apresentar a usual forma esférica, tinha a aparência de uma barra. Observações posteriores de melhor qualidade revelaram que se tratava de vários núcleos de cometas, formando o que foi chamado 'colar de pérolas'. Depois, cálculos do movimento indicaram que o SL9 havia passado a apenas 125 mil quilômetros de Júpiter (1/3 da distância Terra-Lua), em 08 de julho de 1992. Essa aproximação teria causado a deformação do núcleo original por forças de maré (forças de atração gravitacional) e a conseqüente fragmentação em cerca de 20 pedaços, o que evidencia a fragilidade dos núcleos dos cometas.

Na realidade, núcleos fragmentados foram vistos outras vezes. Por exemplo, o cometa Biela, em 1846 e 1852, o cometa de Olinda, em 1860 — descoberto por Emmanuel de Liais (1828-1892), do Imperial Observatório do Rio de Janeiro —, o cometa Cruls ou Grande Cometa de 1882 — homenagem a Louis Cruls (1848-1908), diretor do Imperial Observatório do Rio de Janeiro —, o cometa Brooks 2, em 1896, o cometa West, em 1976.

Além disso, na superfície de satélites gelados de Júpiter, como Ganimedes e Calisto, assim como na Lua, há marcas de impactos que formaram não apenas uma cratera, mas uma série delas alinhadas.

Acredita-se agora que elas foram formadas por fragmentos de núcleos de cometas, que colidiram em sucessão, o que reforça a idéia de que a fragmentação de núcleos de cometas é um fenômeno relativamente freqüente.

Essa fragilidade dos núcleo cometários está em bom acordo com a teoria de Weidenschilling, segundo a qual os cometas seriam planetesimais quilométricos, reunindo de forma tênue corpos mais compactos de gelo 'sujo', com algumas dezenas de metros cada uma. Isso concorda também com as observações do caráter granular do núcleo do Halley, feitas a bordo da sonda Giotto. A con-

## A esperteza dos invasores

tagem de núcleos de cometas indica que aqueles medindo um quilômetro ou mais formam uma amostra claramente distinta daquela formada por núcleos menores. Segundo a nova teoria, pode-se dizer que os núcleos maiores que um quilômetro teriam sido formados por um processo comum de aglomeração gravitacional de planetesimais quilométricos. Já os menores seriam resultado de um processo diferente, por exemplo, a fragmentação por colisão ou por efeito de maré.

Os cometas, quando próximos do Sol, também apresentam variações súbitas e imprevisíveis de brilho, que denunciam mudanças na produção de gases. A amplitude (ou tamanho) dessas variações pode se correlacionar não só com a quantidade da matéria volátil congelada nas bolas decamétricas, mas também com a sua composição. A composição química da Nebulosa Primitiva varia com a distância ao Sol. Como as bolas decamétricas se aproximam do Sol enquanto crescem, a sua composição química também varia, o que pode explicar as erupções através de processos explosivos causados por diferentes compostos voláteis. As observações da colisão do cometa SL9 com Júpiter deverão propiciar testes cruciais para a teoria de Weidenschilling.

\* *Nature*, vol. 368, p. 721 (1994).

**Oscar T. Matsuura**

*Instituto Astronômico e Geofísico,  
Universidade de São Paulo.*

Por que os agentes causadores da cólera, tuberculose, malária e AIDS infligem problemas tão graves às pessoas, enquanto outros não provocam mais que uma gripe ou uma dor de garganta? Pesquisas atuais sugerem que os diferentes graus de virulência estão relacionados à evolução dos patógenos (agentes causadores).

Na visão tradicional, considera-se que a relação hospedeiro-patógeno evolui sempre para uma coexistência benigna. Essa tese baseia-se na idéia de que os patógenos que não causam efeitos muito deletérios no seu hospedeiro têm maiores chances de sobreviver, quanto melhores as condições do hospedeiro mais eles se desenvolvem. No entanto, alguns cientistas têm chegado a conclusões diferentes. Para estes, vários outros fatores, como a capacidade de sobre-

viver fora do hospedeiro, a via de transmissão, e comportamento da pessoa contaminada, influenciam a virulência das bactérias.

Modelos experimentais e análises epidemiológicas têm auxiliado na elaboração dessas idéias. Paul W. Ewald\*, professor de biologia evolutiva no Amherst College (EUA), defende a hipótese de que os diferentes graus de virulência dos causadores de doenças humanas estão relacionados com a via de transmissão e a atuação do hospedeiro.

O rinovírus (causador da gripe) que infecta células das vias respiratórias superiores é um bom exemplo da relação entre virulência e comportamento do hospedeiro. Esses vírus são liberados durante os espirros e a coriza. Uma pessoa gripada pode transmitir o vírus pelo contato com outras pessoas, dando a mão ou tocando ob-

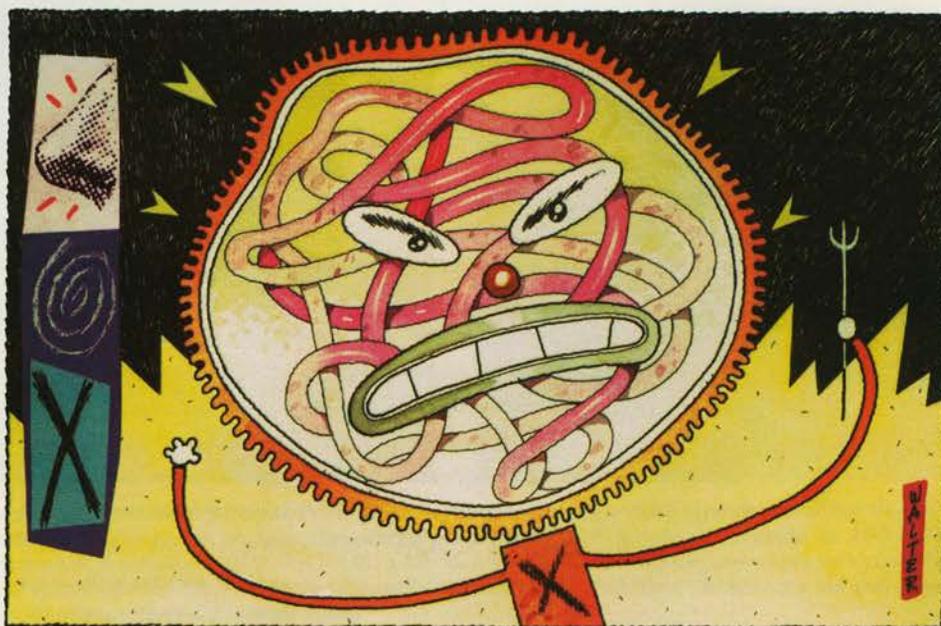


ILUSTRAÇÃO WALTER VASCONCELOS

jetos de uso comum. Essas pessoas, por sua vez, levam as bactérias recebidas ao nariz ou inalam o ar contaminado, tornando-se vítimas fáceis dos rinovírus. Mas se, por conta da doença, o hospedeiro deixar de se locomover ou ficar acamado, milhares de vírus liberados por dia morrerão sem contaminar outras pessoas. Portanto, é importante para o rinovírus manter seu hospedeiro em movimento, para isso é preciso não debilitá-lo muito, isto é, não ser altamente virulento.

Um exemplo oposto ao do rinovírus pode ocorrer quando os patógenos são transmitidos por vetores (hospedeiros intermediários nunca lesados pelos parasitas). Um agente infeccioso — transmitido por mosquito hematófago (sugador de sangue) — muito virulento e que se desenvolva em várias regiões do corpo do hospedeiro, a ponto de impedi-lo de se locomover, tem mais chances de se multiplicar. Isso porque o hospedeiro debilitado e imóvel tem maior probabilidade de ser picado por mosquitos, facilitando assim a transmissão do parasita para outros indivíduos.

A severidade de doenças tais como febre amarela, tripanosomíase africana e malária podem ser explicadas como uma consequência evolucionária da transmissão dos parasitas por vetores, ao contrário de doenças como a gripe, em que os patógenos são transmitidos por via direta. Contudo, há exceções à regra. Alguns patógenos transmitidos diretamente, como o bacilo da tuberculose por exemplo, são frequentemente letais ao hospedeiro.

A explicação para essa virulência é a hipótese do 'senta-e-espera'. O patógeno que sobrevive em

ambiente externo por longos períodos de tempo (semanas a meses no caso do bacilo) pode 'sentar' e 'esperar' a presença do hospedeiro em potencial. Como esses patógenos se multiplicam extensivamente dentro do hospedeiro, perdem pouco com a inatividade dos doentes.

Outro aspecto relacionado à evolução da virulência foi analisado experimentalmente por E. A. Herrer<sup>\*\*</sup> do Smithsonian Tropical Research Institute dos EUA e Panamá. Num longo estudo comparativo, ele mostrou que o comportamento dos parasitas que se reproduzem também nos descendentes de seu hospedeiro (transmissão vertical) não deve prejudicar a fecundidade deste. Ao contrário, parasitas cuja transmissão não depende da descendência do hospedeiro (transmissão horizontal) serão mais virulentos.

Para chegar a essa conclusão Herrer examinou espécies de nematóides (*Parasitodiplogaster*) que são parasitas específicos de distintas espécies de vespas (*Pegoscapus*) polinizadoras do *Ficus* (figo).

Nessa planta, as vespas fêmeas depositam seus ovos e morrem. A prole desenvolve-se, cruza ainda na inflorescência da planta e depois se dispersa. Os nematóides são capazes de consumir o corpo da vespa mãe e, depois de sua morte, aproximadamente seis a sete ovos do parasita emergem da carcaça. Como o desenvolvimento dos ovos do parasita e das larvas da vespa são sincrônicos, os nematóides infectam as jovens larvas antes da dispersão.

Em algumas espécies de vespas há apenas uma fêmea em cada inflorescência, e nesse caso o parasita só poderá infectar a prole daquela fêmea. A seleção, assim, de-

veria favorecer parasitas menos virulentos que não prejudicariam a reprodução de seu 'único' hospedeiro. Em outras espécies de vespas, em que um número maior de fêmeas polinizam o mesmo figo, o sucesso do parasita dependerá pouco da fecundidade do hospedeiro, pois várias fêmeas estão ali depositando seus ovos. Nessa situação podemos supor que uma maior virulência do parasita é vantajosa, pois há várias proles de vespas para serem infectadas.

Herrer observou exatamente isso. Nas espécies em que apenas uma fêmea depositava seus ovos em um figo, os parasitas não foram tão virulentos a ponto de prejudicar as jovens larvas. No entanto, em espécies nas quais várias fêmeas deixavam seus ovos, os parasitas foram mais virulentos, isto é, reduziram o sucesso reprodutivo de seus hospedeiros.

Os estudos teóricos e experimentais que identificam forças evolutivas causando mudanças na virulência dos patógenos poderão ser de grande valia para a medicina e a biologia. Através desse caminho será possível antecipar os rumos evolucionários alternativos dos patógenos e também indicar tratamentos e sugerir projetos de saúde.

\* *Scientific American*, vol. 268, pp. 56-62 (1993).

\*\* *Science*, vol. 259, pp. 1.442-1.445 (1993).

**Selma Giorgio**

*Escola Paulista de Medicina.*

# O clima e a produção de alimentos

O efeito estufa, com o consequente aumento da temperatura, irá afetar a produção agrícola no próximo século? A produtividade da colheita agrícola crescerá devido à elevação dos níveis de CO<sub>2</sub>? Quais serão os efeitos do aquecimento global e das variações no volume das chuvas? E quais os efeitos provocados pelas mudanças das épocas de plantio, das variedades de grãos, da irrigação, da fertilização e da infra-estrutura do setor agrícola?

Cynthia Rosenzweig, da Universidade de Colúmbia e do Instituto Goddard para Estudos Espaciais (EUA) e Martin L. Parry, da Universidade de Oxford (Inglaterra), fazem previsões indicando que o efeito agregado do aquecimento global será somente um leve decréscimo na produção mundial, mas que a disparidade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento se tornará maior do que a atual. O Brasil, por exemplo, provavelmente terá um decréscimo, de leve a moderado, na produção agrícola, embora várias incertezas ainda permaneçam.

O trabalho de Rosenzweig e Parry é baseado na aplicação de modelos sofisticados, incluindo três modelos de circulação global (GCM), modelos de colheitas aplicados a 18 países, dois conjuntos de adaptações realizadas em fazendas e um conjunto de modelos interligados dos setores agrícolas nacionais (BLS). Os cenários utilizados no trabalho simulam o ano 2060, supondo 'duplicação do CO<sub>2</sub> efeti-

vo'. Isto é, o efeito de irradiação agregado de todos os gases do efeito estufa é o mesmo que resultaria da duplicação do CO<sub>2</sub>, cuja concentração empregada é aproximadamente de 600 ppm (partes por milhão). Supôs-se que o aumento da temperatura estaria perto do limite superior da faixa prevista, de 4,2 a 5,2°C, e o do volume de chuvas, de oito a 15%. A população mundial foi estimada como sendo de 10,3 bilhões em 2060.

No estudo, são feitas simulações enfatizando a produção de trigo, milho, soja e arroz em regiões onde as colheitas dos três primeiros itens representam 75% da produção atual global e a do arroz 48%. Colheitas de milho miúdo e mandioca não foram computadas.

A divisão entre países desenvolvidos e em desenvolvimento considerada pelos autores parece estar dirigida preferencialmente aos países de latitude média, visto que áreas tropicais mais favoráveis ao crescimento de raízes, cana-de-açúcar, feijão, frutas e legumes, provavelmente, reagiriam de forma diferente.

O trabalho de Rosenzweig e Parry é, na verdade, único em seu esforço de relacionar mudanças globais climáticas a mudanças na produtividade de colheitas e a riscos de

fome. Os exemplos usados representam a realidade atual. Contudo, é possível esperar melhorias adicionais nas previsões quando os modelos BLS puderem incluir as relações climáticas dinâmica ou diretamente, e quando os cálculos não forem extrapolados para o mundo todo com base apenas em 18 países.

Por si só, um aumento na concentração do CO<sub>2</sub> atmosférico estimularia substancial aumento na produtividade agrícola. Entretanto, o crescimento populacional e as



**Estimativas de três instituições para as mudanças na produção de grãos, a partir de uma concentração de CO<sub>2</sub>, duplicada, de 555 ppm. O nível 1 revela uma menor adaptação dos sistemas agrícolas existentes, no nível 2 a adaptação é maior. GISS - Instituto Goddard para Estudos Espaciais. GFDL - Laboratório Geofísico de Dinâmica de Fluidos. UKMO - Centro de Meteorologia do Reino Unido.**

mudanças de preços poderão aumentar o número de famintos de 530 milhões de 1990 para 640 milhões no ano 2060. Quando as variações no aquecimento global e volume de chuvas são incluídas no cenário, o quadro torna-se mais sombrio. O número de pessoas susceptíveis de passar fome aumentará de 10 a 60% em comparação com o cenário sem mudanças climáticas globais.

Contudo, iniciativas para melhoria dos sistemas agrícolas, das colheitas e dos recursos, por parte dos governos nacionais e locais, diminuiriam alguns dos impactos negativos das variações climáticas. Mas, de maneira geral, há um certo efeito negativo, sobre a produção

global de grãos (trigo, milho, soja e arroz). Esse efeito negativo seria agravado em países em desenvolvimento, entre os quais os autores incluem o Brasil, e nas regiões desenvolvidas situadas em latitudes médias ele seria menor. De acordo com o gráfico das mudanças potenciais na produção de grãos (ver figura), o Brasil sofreria uma redução de zero a 20%, dependendo do GCM e do nível das adaptações feitas.

Embora se possa criticar muitos aspectos do estudo de Rosenzweig-Parry, ele é sem dúvida uma contribuição importante e única para as previsões da produtividade agrícola e do número de pessoas que correm risco de passar fome,

em um mundo onde o clima global certamente sofrerá mudanças drásticas. Ainda que o estudo sobre a produção de cereal — base da agricultura em regiões temperadas — possa ter superestimado os efeitos negativos sobre países em desenvolvimento, ou melhor, em regiões tropicais, a previsão para o Brasil no próximo século não é muito otimista.

\**Nature*, 367, p. 133 (1994).

### Björn Kjerfve

*Universidade da Carolina do Sul (EUA).*

*Universidade Federal Fluminense.*

## N O T A S

### O exterminador de corais



Os cientistas estão fascinados pela maneira como os corais florescem em águas livres de nutrientes, e como o excesso destes pode causar um crescimento exagerado de algas sobre os corais. Quantidades excessivas de nutrientes bloqueiam a incidência da luz nas algas simbióticas que vivem dentro dos corais, privando-os do oxigênio que elas produzem. Esse processo, conhecido como eutroficação, afeta a calcificação e os torna quebradiços.

Há uma preocupação geral por parte dos cientistas de que isso possa estar acontecendo em escala

mundial. Esgotos de cidades e dejetos agrícolas, que carregam fertilizantes, podem jogar grandes quantidades de nitratos e fosfatos nos mares costeiros, ameaçando os corais da região.

Pesquisadores australianos, em um experimento único, estudam a Grande Barreira de Corais (GBR) da Austrália, o maior desses sistemas existente na Terra. Áreas de corais isoladas são expostas a elevadas quantidades de nutrientes para análise dos efeitos resultantes. Depois de cinco meses, as observações preliminares indicam o excesso de fósforo como a maior ameaça aos corais. A confirmação desse resultado terá grandes implicações nos tratamentos de esgoto e na agricultura.

Entretanto, Tony Larkum, da Universidade de Sydney (Austrália), chefe do projeto ENCORE (Efeito do Enriquecimento de Nutrientes em Corais), acha que há pouca evi-

dência científica relacionando a degradação da GBR à eutroficação, cujos efeitos ainda não foram claramente demonstrados. Sua equipe achou que o nitrogênio e o fósforo estimulavam o crescimento de algas, mas que somente o fósforo inibia a calcificação.

Cientistas de Israel, peritos em corais, acreditam que a diferenciação entre os nutrientes nunca foi observada antes e que, se confirmada, os fertilizantes ricos em fósforo e os esgotos serão a maior ameaça aos bancos de corais. Se não forem tomadas providências, eles desaparecerão ou só sobreviverão longe dos seres humanos.

*Science*, vol. 263, p. 1.086 (1994).

### A maior flor do mundo

No mês de março, um jardim botânico, na Ilha de Java, Oceano Pacífico, exibiu a maior flor do mundo, a *Amorophoballus titanum*. Além do tamanho, o mau cheiro que ela exala,

lembrando uma mistura de peixe podre e açúcar queimado, ou rato em decomposição, atraindo os insetos. A floração, rara, ocorre a cada quatro anos e dura poucos dias.

*Nature*, vol. 368, p. 399 (1994) 31/3/94.



**A flor gigante. O tamanho pode ser avaliado em relação aos visitantes do jardim botânico.**

### O interior das células em imagens tridimensionais

Um microscópio de fluorescência — detecta a luz que porções marcadas com substâncias fluorescentes de organelas de células emitem —, com resolução de profundidade 10 vezes melhor que a dos já existentes, está sendo apresentado às indústrias para possível manufatura. O novo aparelho é chamado Microscópio de Onda Estacionária de Fluorescência.

Com ele, obtêm-se imagens tridimensionais de estruturas no interior das células, tão pequenas como 0,05 micrômetros, e também de filamentos individuais de proteínas como a actina e a miosina, que são as bases do citoesqueleto.

Esse excelente poder de resolução foi descoberto há 10 anos por causa de um erro no laboratório. Os pesquisadores D. Lansing Taylor, da Carnegie Mellon University (EUA), e Frederick Lanni mon-

taram um meio contendo glicerina com índice de refração diferente do desejado. Como resultado, a luz de um único feixe de um microscópio de fluorescência foi desviada, criando um segundo feixe refletido, que interferia com o primeiro. Esse acidente, envolvendo o cruzamento de dois feixes de laser, levou a uma nova técnica para controlar a intensidade da luz em posições precisas da célula.

O padrão de interferência assim obtido cria regiões alternadas de alta e baixa intensidade, que excitam a fluorescência em diferentes áreas com grande precisão.

David Agard, da Universidade da Califórnia, em São Francisco (EUA), acredita que o novo equipamento representa um grande avanço na microscopia a três dimensões.

*Science*, vol. 263, p. 1.095 (1994) 25/2/94.

### Travessuras de um meteorito

Um meteorito batizado de Peekskill caiu na Terra, em cima de um carro. Os moradores da cidade de Peekskill, no estado de Nova Iorque (EUA), ficaram bastante surpresos com esse novo tipo de colisão.

Os meteoritos são pequenos fragmentos de asteroídes que conseguem atravessar a atmosfera, cujo poder de freamento reduz sua velocidade, tipicamente, de 75 mil para 150 km/h e tem massas que variam de 10 a 10<sup>6</sup> kg. Em geral, os meteoritos pequenos se queimam na atmosfera e os maiores, que conseguem atravessá-la, fazem verdadeiras crateras no impacto com a Terra. Até agora, informações suficientes para poder calcular com precisão a órbita no sistema solar, só haviam sido obtidas por fotografias do trajeto das bolas de fogo causadas por três meteoritos.

Como o Peekskill entrou na at-

mosfera quase horizontalmente, foi muito mais fácil seguir sua trajetória, de 700 km de comprimento. O evento se deu às oito horas da manhã, quando muita gente estava na rua acompanhando jogos de futebol entre ginásios, e assim pode ser amplamente filmado. Dos vários vídeos feitos por amadores, 14 foram analisados por P. Brown, da Universidade de Ontário do Oeste (Canadá), e colaboradores de outras universidades.

Seguindo quadro por quadro, eles acompanharam a fragmentação em 70 pedaços do meteorito incidente a uma distância de 41,5 km, obtendo uma riqueza de dados nunca antes disponíveis. Acredita-se que quatro pedaços chegaram ao chão, mas até agora só foi encontrada uma rocha condritica de 12,4 kg, que bateu num Chevrolet Malibu de 1980.

A órbita do meteorito era perfeitamente normal. Fora do comum foi o ângulo de incidência, de 3,4°, que poderia tê-lo feito quicar para fora da atmosfera, o que não aconteceu. O ângulo de incidência mais provável costuma ser de 45°, provocando sua queima na atmosfera, ou causando grandes estragos ao atingir a Terra.

Uma outra característica revelada através dos vídeos foi a cintilação da luminosidade do meteorito incidente, numa frequência de 6 Hz, antes de sua fragmentação.

\**Nature*, vol. 367, p. 596, 624 (1994).

**O Chevrolet Malibu atingido pelo meteorito.**



# Os **500** anos do *Tratado de Tordesilhas* (1494-1994)



## *La Capitulación de la Partición del Mar Oceano*

“...OUTORGARAM E CONSENTIRAM QUE SE TRACE E ASSINALE PELO DITO MAR OCEANO UMA RAIA OU LINHA DIREITA DE PÓLO A PÓLO; CONVÉM A SABER, DO PÓLO ÁRTICO AO PÓLO ANTÁRTICO, QUE É DE NORTE A SUL, QUAL RAIA OU LINHA E SINAL SE TENHA DE DAR E DÊ DIREITA, COMO DITO É, A TREZENTAS E SETENTA LÉGUAS DAS ILHAS DE CABO VERDE EM DIREÇÃO À PARTE DO POENTE, POR ÁGUAS OU POR OUTRA MANEIRA, QUE MELHOR E MAIS RAPIDAMENTE SE POSSA EFETUAR CONTANTO QUE NÃO SEJA DADO MAIS. E QUE TUDO O QUE ATÉ AQUI SE TENHA ACHADO E DESCOBERTO, E DAQUI EM DIANTE SE ACHAR E DESCOBRIR PELO DITO SENHOR REI DE PORTUGAL E POR SEUS NAVIOS, TANTO ILHAS COMO TERRA FIRME DESDE A DITA RAIA E LINHA DADA NA FORMA SUPRACITADA INDO PELA DITA PARTE DO LEVANTE DENTRO DA DITA RAIA PARA A PARTE

DO LEVANTE OU DO NORTE OU DO SUL DELE, CONTANTO QUE NÃO SEJA ATRAVESSANDO A DITA RAIA, QUE TUDO SEJA, E FIQUE E PERTENÇA AO DITO SENHOR REI DE PORTUGAL E AOS SEUS SUCESSORES PARA SEMPRE. E QUE TODO O MAIS, ASSIM ILHAS COMO TERRA FIRME, CONHECIDAS E POR CONHECER, DESCOBERTAS E POR DESCOBRIR, QUE ESTÃO OU FOREM ENCONTRADAS PELOS DITOS SENHORES REI E RAINHA DE CASTELA, DE ARAGÃO, ETC., E POR SEUS NAVIOS, DESDE A DITA RAIA DADA NA FORMA SUPRA INDICADA INDO PELA DITA PARTE DO POENTE, DEPOIS DE PASSADA DITA RAIA EM DIREÇÃO AO POENTE OU AO NORTE OU AO SUL DELA, QUE TUDO SEJA, FIQUE E PERTENÇA AOS DITOS SENHORES REI E RAINHA DE CASTELA, DE LEÃO ETC., E AOS SEUS SUCESSORES PARA SEMPRE.”



GEOGRAFIA DE PTOLOMEU C. 1466

Na ocasião dos 500 anos do Tratado de Tordesilhas, três historiadores fazem um balanço do impacto causado pelo acordo que dividiu o mundo entre Espanha e Portugal. A análise econômico-social destaca as motivações econômicas do tratado com especial ênfase nas noções de *mare clausum* e exclusivo colonial. No campo da história da ciência destaca-se a separação do princípio da autoridade dos 'antigos' e a imposição da experiência como critério de verdade. Na área da história das mentalidades, evidenciam-se os motivos paradisíacos nos descobrimentos e a diversidade de visões das outras humanidades.

# O Testamento de Adão

**Francisco Carlos Teixeira da Silva**

*Instituto de Filosofia e Ciências Sociais,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

**F**inal do século XV: Miguelângelo pinta seus quadros magníficos em Roma; Leonardo Da Vinci desenha a primeira máquina voadora; Erasmo inicia suas críticas à Igreja, abrindo caminho para a Reforma de Lutero; na Inglaterra, uma nova dinastia — a dos Tudor — unifica o país e inicia a expansão inglesa.

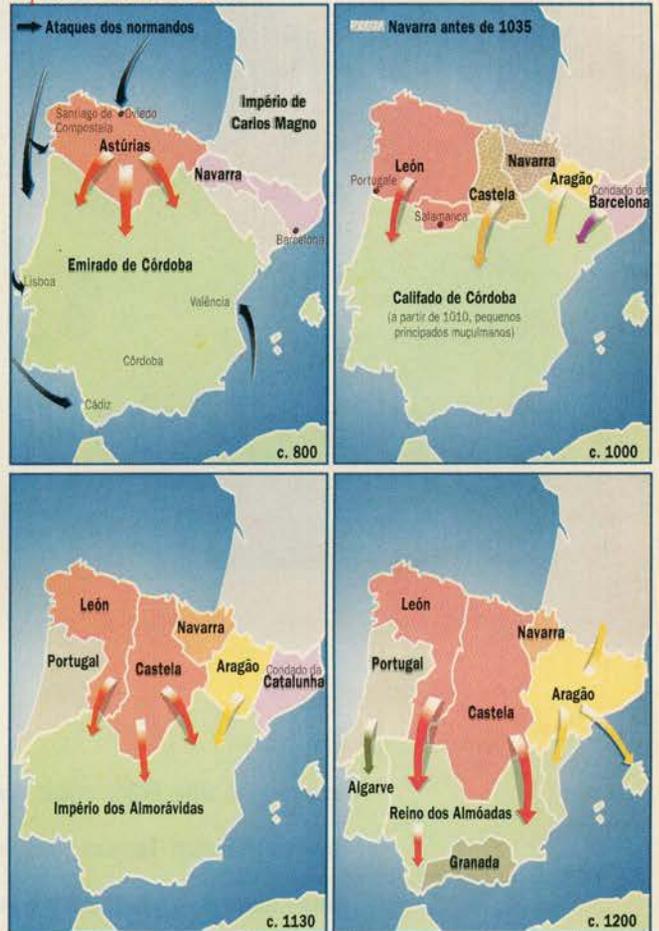
Na Península Ibérica, com a tomada de Granada (1492), encerrava-se a Reconquista, processo multissecular de lutas dos cristãos contra os árabes que desde 711 haviam invadido a Península. Foi no bojo de tais lutas, com auxílio militar — e a mentalidade — dos cruzados que surgiram os mais importantes reinos da região: Portugal, Castela e Aragão. A centralização e a tendência à unificação de toda a Península substituiriam a multiplicidade dos pequenos estados ibéricos.

Mesmo os três grandes reinos ambicionavam o completo controle sobre a região. Desde 1469, Castela e Aragão estavam unidos através da aliança matrimonial do Rei Fernando, de Aragão, com a Rainha Isabel, de Castela. Da união dos 'reis católicos' — face aos seus oponentes árabes — surge um novo e poderoso reino: a Espanha.

Castela era um reino continental, interiorano, voltado para a agricultura e a pecuária ovina. Estava organizada na MESTA, associação de três mil criadores, que reunia ao final do século XV cerca de 2.700 milhões de animais. Importantes jazidas de ferro sustentavam a metalurgia ao norte, junto a Burgos (e Santânder e San Sebastian, no País Basco). O minério, as madeiras e o artesanato de couro e lã transformaram Bilbao, no Atlântico, em um grande porto comercial. O eixo Burgos-Bilbao atingia os Países Baixos, os núcleos do comércio da Hansa, como Lubeck e Hamburgo, e a Inglaterra. Seus navios, antes de Colombo, visitavam periodicamente os bancos de bacalhau da Terra Nova, na América.

Já Aragão, ao sul da Península, debruçava-se sobre o Mediterrâneo, tendo a Catalunha como base econômica. Tipicamente marítimo, o reino relacionava-se com as grandes cidades-estado italianas, como Gênova, e mantinha possessões na Sicília. Através de um condomínio com os italianos, controlava as rotas que vinham de Constantinopla e de Veneza em direção ao Ocidente. Os grandes portos aragoneses eram Barcelona e Valência. Intermediavam para a Europa os produtos orientais e exportavam para o Oriente artigos continentais, como lã e tecidos. Com o norte da África, comerciavam ouro em pó, peles, plumas,

*Espanha séculos XI a XV*



*A "reconquista espanhola"*



*A península ibérica nos sécs. XIV e XV*

## Vida e Morte de um Tratado

A Assinatura do Tratado de Tordesilhas, em 1494, nunca foi aceita pelas demais potências — em especial a França, Holanda e Inglaterra —, mas no momento em que foi estabelecido o tratado nenhum outro país possuía condições reais para desafiar os poderes que o contratavam.

Da mesma forma, sua existência garantiu por bom tempo a paz entre Espanha e Portugal e constituiu-se no principal instrumento de direito internacional entre as duas nações.

Na América do Sul, a expansão das colônias ibéricas — com núcleos estabelecidos em Belém, Olinda, Salvador e Rio de Janeiro, de um lado, e em Lima, La Paz e Buenos Aires, de outro — reproduziu a situação européia: também aqui, os países eram vizinhos, com fronteiras comuns. A linha inicial traçada em 1494 estabelecia uma fronteira retilínea que ia da atual Belém (PA) até Laguna (SC).

Entre 1580 e 1640, Portugal e Espanha uniram-se sob a mesma monarquia: a União Ibérica. O resultado prático dessa união foi o desaparecimento das fronteiras entre os domínios dos dois países na América. Exploradores paulistas, os bandeirantes, desbravaram os sertões de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás; contratados pelos senhores baianos, percorrem o Piauí e o Maranhão. Enquanto isso, de Belém, cidade fundada em 1616, navega-se o Amazonas até as escarpas andinas e incorpora-se o Oiapoque.

O fim da União Ibérica e a continuada expansão luso-brasileira para o interior obrigam os países a uma renegociação das fronteiras desenhadas em 1494.

Em 1750, os dois países decidem rever os seus limites e,



**Planisfério dito 'cantino' (1502) de autor anônimo. A divisória de Tordesilhas evidencia as jurisdições das coroas de Castela e Portugal.**

para isso, comissões mistas percorrem o Rio da Prata e o Rio Amazonas. As novas fronteiras no Mato Grosso e Goiás, junto ao Guaporé e ao Madeira, como a área da Lagoa dos Patos (RS) são aceitas pela Espanha.

Conflitos posteriores, em especial pela posse da Colônia do Sacramento (atual Uruguai), levaram a um novo acordo, o Tratado de Santo Ildefonso, em 1777. Nesse tratado serão confirmadas, em linhas gerais, as fronteiras do Brasil.

cavalos e cobre vindos do interior do continente negro. Barcelona e Valência — um pouco mais tarde também Sevilha — eram os pontos-chave do Mediterrâneo (ver figura ao lado).

A união desses dois reinos representava um enorme risco de isolamento para Portugal, uma ameaça à sua soberania. Desde o início do século XV, quando se esgotaram os recursos de expansão no interior da Península, Portugal iniciara um forte movimento expansionista para fora da Península, cujo grande idealizador era o Infante-Cardeal Henrique, denominado 'O Navegador' (ver *Ciência Hoje* nº 84, especial 'América, Conquista e Colonização').

O projeto português de expansão, após a conquista das ilhas atlânticas dos Açores e da Madeira, previa a exploração e a circunavegação da África como meio de atingir as fontes do rendoso comércio oriental de especiarias. Governado desde 1358 pela dinastia de Avis, ligada aos interesses mercantis, Portugal

perseguiu, assim, dois objetivos: contornar o monopólio aragonês-italiano do comércio das Índias e conseguir terras, honras e ação para sua nobreza, irrequieta e empobrecida.

A conquista aos mouros de Ceuta — cidade marroquina, cabeça da rota comercial que vinha do interior da África —, em 1415, deveria ser a base da expansão imperial, mas é aí que os interesses de Castela-Aragão se chocam com os de Portugal.

Os espanhóis, além do desejo de dominar, eles próprios, tais rotas de comércio, não tinham qualquer interesse em ver sua associação com os italianos enfraquecida. Desse modo, a Espanha procurará, com sua experiência e suas alianças, bloquear o projeto lusitano.

Os choques entre os dois países se darão em dois teatros de operações: no arquipélago das Canárias — base para uma ação constante na África — e no próprio continente negro. A expansão portuguesa na África era contínua: Ceuta, 1415; Cabo

## Tordesilhas: Uma Explosão Planetária

No século XV, uma viagem de Paris à Roma, ou de Lisboa até Hamburgo, poderia ser uma aventura para toda uma vida. A maioria das pessoas — camponeses, artesãos — tinham todas as suas atividades concentradas em um raio de cinco a 12 km em torno da casa em que viviam. Lançar-se em longas viagens, como faziam os cruzados em busca da Terra Santa, era aventura para poucos, e o regresso altamente duvidoso.

Nesse sentido, o mundo era pequeno. A Europa ia do Atlântico até Kiev, mas todos concordavam

que além do Rio Elba só havia barbárie. Assim, Praga e Budapeste eram, de fato, os limites da cristandade. Ao sul do mundo era 'fechado', sendo Constantinopla o último porto.

As viagens dos portugueses e dos espanhóis iriam mudar rapidamente tal panorama. Depois da viagem de Fernando Magalhães e Sebastián El Cano, sob ordens de Espanha, em torno do mundo, as distâncias tornaram-se imensas. O eixo macrodimensional para os portugueses é a rota Lisboa-Nagasaki ou Lisboa-Macau; para os espanhóis, Sevilha-Manila. Essas são distâncias que, até então, nunca haviam sido percorridas.

Em 1565, para os comerciantes, soldados e missionários que partiam de Sevilha em direção a Manila o tempo médio de tal aventura, ida e volta, era de cinco anos. A viagem no



eixo Lisboa-Macau durava outros cinco anos. As condições de regresso eram difíceis: de cada dois homens saídos de Lisboa para Macau, ou de Sevilha para as Filipinas, somente um retornava. Para as viagens além de seis a sete mil quilômetros não era possível estabelecer previamente um tempo médio, já que qualquer atraso inicial poderia duplicar o tempo da viagem, e o regresso durava, geralmente, o dobro do tempo gasto na ida. Além disso, o preço do quilômetro percorrido nessas longas distâncias era 10 vezes mais

caro que o das viagens curtas.

Assim, o mundo nunca fora tão vasto como na segunda metade do século XVI. Entre 1415 e 1565, dois terços do mundo foram integrados aos circuitos europeus, com as linhas de comunicação atingindo a África, a América e o Extremo Oriente.

Era uma explosão de dimensões planetárias.

Persistia, entretanto, uma última fronteira para além do Japão e do Mar da China: a Oceania e a Austrália. Esses pontos somente serão tocados na segunda metade do século XVIII, quando uma nova tecnologia substitui aquela gerada no século XV.

A partir daí, os limites da Terra não serão mais os limites dos instrumentos, mas os limites do Planeta.

do Bojador, 1433/4; Arguim, 1443; Guiné, 1471; Zaire, 1482; Cabo das Tormentas — e desde então, Cabo da Boa Esperança —, 1488. E isso despertava forte preocupação em Castela, que havia se 'atrasado' na corrida para fora da Península.

Duas ordens de fatores explicam esse atraso espanhol:

(a) os limites impostos à ação externa pela necessidade de completar seu processo de unidade (Granada, o último reino árabe, só é conquistado em 1492) e pela complexidade da gestão dos dois reinos;

(b) o esforço de controlar as rotas comerciais que passavam pela Península, que fazia os espanhóis voltarem suas atenções ora para o eixo Burgos-Bilbao, ora para o eixo Valência (Sevilha)-Barcelona-Nápoles.

Portugal, por sua vez, mantém um projeto único, marcado fortemente pela figura de Henrique, o Infante-Navegador: con-

tornar a África e encontrar uma passagem 'livre' para as especiarias do Oriente.

O conflito era inevitável.

A partir de 1474, o Infante João, futuro Rei João II (1481-1495), assume a direção da expansão marítima lusitana, impondo com mão férrea os planos do Infante-Navegador. O Príncipe João percebe que a conquista da África e a abertura do caminho das Índias só seria possível se os esforços fossem altamente remunerados. Para isso era necessário manter o controle e os preços dos produtos desse comércio e, principalmente, impedir qualquer concorrência estrangeira, impondo o exclusivo colonial, ou seja: o monopólio sobre o comércio das novas áreas descobertas.

A decisão cria um precedente que terá um alcance formidá-

vel: o exclusivo colonial irá tornar-se a viga-mestra de todos os impérios coloniais, artifício capaz de enriquecer os mercadores das metrópoles e, através de impostos e taxas, remunerar os esforços empreendidos pelo Estado.

Essa prática, associada ao crescente mercantilismo, só será superada no âmbito dos movimentos nacionais e liberais do século XIX. Ironicamente, no caso do Brasil, será um outro príncipe português de nome João (o futuro João VI) que extinguirá esse monopólio, com a Abertura dos Portos, em 1808.

Embora com apenas 20 anos, O Infante João — encarregado em 1474 por seu pai, El-Rey Afonso V de cuidar da expansão portuguesa — alcançou “mui boa ordem à navegação destes tratos e os governara mui bem”, conforme reconheceria o rei. Severo, e mesmo impiedoso, o jovem príncipe impõe a prática do *mare clausum*, o mar fechado, como consequência do exclusivo colonial. Navios estrangeiros serão perseguidos e afundados toda vez que penetrem no ‘mar português’.

A Espanha estava excluída.

Somando-se às lutas pela supremacia na Península, a disputa pelo domínio dos mares resulta em guerra. Entre 1474 e 1479, esquadras de Portugal e Castela batem-se nas águas do Atlântico, da Europa até a África. Feitorias são incendiadas, navios abalroados e postos a pique.

Sob a intermediação do Papa, a paz é assinada em 1480, na cidade de Toledo. O Tratado que leva o nome desta cidade estabelece uma divisão das áreas de atuação das duas potências: ao norte das ilhas Canárias, incluídas, ficava a área de Castela (vitória do eixo Burgos-Bilbao-Bruxelas); ao sul, incluindo Açores e Madeira, era o domínio de Portugal (vitória de Lisboa e do projeto africano).

Os portugueses garantiam dessa forma o monopólio da exploração da África e da rota das Índias. Agora, de direito, João poderia afirmar que o hemisfério Sul “... era cousa defesa e vedada”.

O Tratado de Toledo, de 1480, dividiu, pela primeira vez, o mundo entre duas potências. Essa primeira divisão é feita em sentido dos paralelos, cirando um hemisfério espanhol, ao norte, e um hemisfério português, ao sul.

A partir desse momento, os dois Estados aceleram seus projetos de expansão. João II envia Bartolomeu Dias para o Cabo da Boa Esperança (hoje, África do Sul) e ‘descobre’ o Oceano Índico em 1488, confirmando a existência de um caminho marítimo para as Índias. Enquanto isso, os reis católicos Isabel e Fernando armam a expedição de Colombo, que navegando para o Ocidente (e não para o sul, como os portugueses) quer chegar às Índias, posto que, então, o mundo já era redondo.

Março de 1493. Colombo retorna de sua primeira viagem à América e, aportando em Lisboa, dá notícia a El-Rey da descoberta do Novo Mundo, ainda considerado Índia.

João II prepara a guerra contra a Espanha, por julgar que o Tratado de Toledo fora rompido já que as novas terras estavam ao sul das Canárias, em hemisfério português, portanto.

Iniciam-se conversações. O Papa espanhol Alexandre VI (1492-1505) propõe um novo acordo: o mundo seria dividido em dois hemisférios, não mais norte e sul, mas ocidente e oriente, conforme um meridiano imaginário passando a 100 léguas (ou 320 milhas) a oeste de Açores (ou das Ilhas de Cabo Verde), o que dá uma diferença de cinco graus de longitude, considerada irrelevante pelo Papa. Com rapidez inusitada, este publica a bula *Inter Coetera*, de 3 de maio de 1493, com a qual pretende evitar a guerra.

Portugal, entretanto, recusa o acordo e exige uma rediscussão dos limites propostos: em vez de 100 léguas a oeste dos Açores, impõe 370 léguas a oeste de Cabo Verde (1.184 milhas). O novo tratado é assinado em 7 de junho de 1494, sem a participação do Papa, na cidade de Tordesilhas.

O acordo desconhece os interesses das demais potências, em especial a França. Mais tarde, tal exclusão levará os demais países a fortes protestos e ações armadas contra o condomínio luso-espanhol sobre o mundo. Francisco I, rei de França, protestará contra o “Testamento de Adão” que dividira o mundo entre as potências ibéricas.

O Tratado de Tordesilhas foi, de qualquer forma, uma vitória portuguesa: o que antes era, literalmente, um ‘tiro n’água’ (as 100 léguas a oeste de Cabo Verde passavam pelo meio do Atlântico) agora assegurava o monopólio lusitano sobre as duas margens do Atlântico, incorporando um Brasil que só seria descoberto seis anos depois.

O *mare clausum* era a base política e jurídica dos lucros do Império português. Tal constatação impõe revisitar uma antiga problemática: por quê tanta pressão, inclusive risco de guerra, por mais léguas de oceano?

A resposta mais atual aponta para uma possibilidade concreta: o Príncipe Perfeito, João II, sabia, já em 1493/4, da existência de amplas terras no Atlântico Sul.

Duarte Pacheco, o geógrafo dos descobrimentos escreve no seu *Esmeraldo situ orbis*, de 1505: “... temos sabido e visto como no terceiro ano de Vosso reinado do ano de Nosso Senhor de 1498 Vossa Alteza nos mandou descobrir a parte ocidental passando além da grandeza do mar oceano, onde achada uma grande terra firme e com muitas e grandes ilhas adjacentes...”

Pareceria, assim, que embaixadores de João II, em Tordesilhas, possuíam informações qualificadas que apontavam para a existência do continente sul-americano. Dessa forma, Portugal garantia o Atlântico Sul como um domínio exclusivo e estabelecia as bases do Império luso-afro-brasileiro dos séculos seguintes.

# A Ciência dos Descobrimentos

Luiz Carlos Soares

Departamento de História,  
Universidade Federal Fluminense.

No campo da geopolítica dos descobrimentos, o Tratado de Tordesilhas, além de pôr fim às rivalidades luso-espanholas, estabeleceu uma nova forma de demarcação das áreas de atuação entre as potências, atribuindo-se, pela primeira vez, no mundo cristão posse aos oceanos e conseqüentemente às ilhas e aos territórios neles localizados. Entretanto a dimensão desse tratado não ficou restrita à geopolítica.

O Tratado de Tordesilhas, considerado pelo historiador francês Frank Lestringant como “o primeiro ato cosmo-gráfico da Renascença”, foi resultado direto da ‘ciência dos descobrimentos’, uma concepção prática do saber, que recusou os argumentos de autoridade dos ‘sábios de gabinete’ e cujos principais fundamentos foram a experiência acumulada pelos navegadores e o ideal de harmonia da Renascença, tornando-se uma “Ciência de Pleno Vento”, na expressão do consagrado historiador francês Lucien Febvre.

Inclusive, entre os negociadores do Tratado, encontravam-se navegadores espanhóis e portugueses de grande expressão, como Duarte Pacheco Pereira, autor do *Esmeraldo Situ Orbis*, escrito entre 1505 e 1508, e só publicado no final do século XIX. Essa cultura pragmática dos navegadores foi, na opinião do historiador português Luís Felipe Barreto, uma das “culturas vanguardistas da Europa renascentista”.

Além dos aspectos técnicos da navegação, como a invenção de novos instrumentos e novos métodos de orientação, esta ciência da gente do mar desenvolveu uma nova representação cartográfica e geográfica do mundo, com a comprovação da esfericidade da Terra e a descoberta de outros territórios, povos, culturas e, como tão bem assinalou o matemático luso Pedro Nunes, um “novo céu e novas estrelas” com a chegada dos europeus ao hemisfério austral.



O meridiano estabelecido pelo Tratado de Tordesilhas significou o aprofundamento da ruptura com a representação de mundo de Claudius Ptolomeu de Alexandria (século II), conservada pela cultura islâmica e conhecida na Europa da Baixa Idade Média, mas que só foi plenamente retomada e consagrada pelos sábios renascentistas no início do século XV, com a tradução para o latim do *Almagesto*, com o título de *Geografia*.

Além de uma concepção de universo finito, que tinha a Terra como centro estático (geocentrismo), Ptolomeu re-

presentou esse ‘centro do mundo’ em seus mapas como um todo não-fragmentado de terras, que tinha aproximadamente 180 graus de largura, a partir das Ilhas Afortunadas (Canárias), e era formado pelos três continentes conhecidos (Europa, África e Ásia). A existência de uma massa territorial não-fragmentada significava, por sua vez, que todos os mares eram mediterrâneos, ou seja, existiam como ‘grandes lagos’ no interior das enormes massas continentais, e não tinham nenhuma comunicação entre si.

Ainda na representação de Ptolomeu, o sul da África se encontrava com o prolongamento de terra existente no sul da Ásia, formando uma massa continental austral desconhecida, denominada ‘Terra Incógnita’, o que impedia qualquer comunicação marítima entre o Atlântico e o Índico. Por outro lado, o Atlântico era imaginado como um mar de pequenas dimensões, o que dava a entender que a extremidade oriental da Ásia estaria próxima da extremidade ocidental da Europa.

A revisão da Cartografia Ptolomaica teve um início tímido com o mapa-múndi de Frei Mauro de Murano, que já procurava assinalar as informações geográficas trazidas pelos portugueses. Esse mapa apresentava a existência de uma comunicação entre os oceanos Atlântico e Índico, e deste com o Mar da China (futuro Oceano Pacífico).

Nos mapas-múndi de Henricus Martellus (1489) e de Martin Behaim (1492), tal comunicação também existia e a África (circunavegável) apresentava uma forma mais próxima da atualmente conhecida, enquanto a Ásia (ainda não alcançada) era representada com um extenso e demasiado prolongamento da sua península do sudoeste. Esses mapas efetivaram na Cartografia aquilo que o historiador português, Vitorino Magalhães Godinho, chamou de substituição da visão mediterrâneo-continental pela visão oceânica do globo, ou o triunfo do ponto de vista da navegação transoceânica sobre o ponto de vista do comércio caravanheiro oriental na representação dos continentes.

A revisão de Ptolomeu, entretanto, assumiria maior dimensão com o Tratado de Tordesilhas, pois embora ainda não se conhecesse as proporções e a localização precisa das novas terras descobertas no Atlântico Ocidental, o meridiano traçado considerava claramente a existência de terras mais a ocidente. Assim, ao incorporar para a representação cartográfica essas novas terras, o tratado estabelecia uma noção mais ampla de ocidente, estendendo-o para além do limite ptolomaico das Ilhas Afortunadas.

O meridiano de Tordesilhas ainda seria uma coordenada importante para as representações do novo continente descoberto pelos portugueses e espanhóis, a partir do século XVI, quando se teve a certeza de que a América significava realmente um Novo Mundo, separado da Ásia. Américo Vesúcio foi o primeiro navegador a constatar a autonomia do novo continente, representado em 1507 por Martin Waldsemüller, que o batizou de América, como uma imensa ilha no meio de dois oceanos (o Atlântico e um outro desconhecido, chamado mais tarde de Pacífico). Não resta a menor dúvida de que a revolução cartográfica só foi possível a partir da revisão gradual de Ptolomeu, que teve nas disposições geocartográficas do Tratado de Tordesilhas uma ocasião de aprofundar a ruptura com os ensinamentos do grande mestre de Alexandria.

**A**o se lançarem no Oceano Atlântico, imenso e desconhecido, os navegantes ibéricos assumiram na prática a mesma perspectiva de 'movimento horizontal' de espaço e tempo que os artistas e eruditos do Renascimento desenvolveram a partir de uma formação mais teórica. Para os homens do mar a experiência tornou-se fundamental, pois através dela seus conhecimentos se acumularam e se expandiram: um pequeno avanço aqui, outro acolá possibilitaram conquistas consideráveis, que mudaram favoravelmente o panorama da navegação oceânica e reduziram suas dificuldades, promovendo uma verdadeira abertura do mundo sob a hegemonia das potências européias.

Embora a Filosofia Natural Escolástica dos séculos XIII e XIV, de base aristotélica, já utilizasse o conceito de experiên-

cia, foi somente com os navegadores dos séculos XV e XVI, como afirmou Luiz Felipe Barreto, que esse conceito adquiriu "um lugar de força e um estatuto fundamental, ora sob a forma de palavra manifesto, ora mesmo como um sistema teórico-metodológico de conhecimento científico-filosófico, isto é, como experiencialismo".

A experiência empírica, sensível, do senso comum, tornou-se o novo critério de verdade, enfaticamente defendido na obra pioneira do navegador português Duarte Pacheco Pereira, que o consagrou na conhecida frase: "a experiência é a madre das cousas, por ela soubemos radicalmente a verdade". Essa fórmula foi retomada mais tarde por um outro português, Garcia da Orta, na obra *Colóquios dos Simples e Drogas e Cousas da Índia*, impressa em Goa, em 1563: "a experiência é a madre das cousas, nos desengana e de toda dúvida nos tira". Na realidade, essa fórmula provinha do próprio clima geral da Renascença e foi consagrada não só pelos navegantes, como também por alguns artistas ansiosos em romper com o transcendentalismo ou verticalismo da perspectiva medieval.

O maior desses artistas foi, sem dúvida, o florentino Leonardo Da Vinci, que também se interessou pelas ciências e pela arquitetura. Em 1508, no mesmo ano em que Duarte Pacheco Pereira terminou de escrever o *Esmeraldo*, Da Vinci concluiu os seus famosos *Quaderni* (Cadernos), empregando uma fórmula análoga à do navegante luso: "a experiência é a mestra de todas as coisas".

**N**ão devemos, entretanto, confundir esse Experimentalismo Renascentista com o Experimentalismo Moderno, nem classificá-lo de forma evolucionista, como um estágio inicial deste último. Os dois são completamente distintos, estando o primeiro ainda influenciado pela tradição medieval qualitativa e organicista da Filosofia Natural Escolástica, enquanto o segundo constituiu-se, no século XVII, com base numa perspectiva da natureza quantitativa e mecanicista que fundou a Ciência Moderna.

A contribuição do Experimentalismo Renascentista para a emergência do Experimentalismo Moderno relacionou-se apenas ao fato de aquele ter representado uma manifestação-limite da tradição qualitativa e organicista medieval. Essa manifestação foi altamente desestabilizadora para tal tradição, ao revelar sua incapacidade de equacionar satisfatoriamente os problemas do conhecimento surgidos na primeira metade do século XVI, com a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico.

Constatada a incapacidade do antigo modelo de conhecimento, surgiram novas iniciativas no mundo letrado e erudito que levaram, a partir de Galileu Galilei, René Descartes e Isaac Newton, à constituição dos paradigmas da Ciência Experimental Mecanicista do século XVII.

# Utopia e Alteridade

Ronaldo Vainfas

Departamento de História,  
Universidade Federal Fluminense.

**T**empo de Renascimento, tempo de redescoberta do 'outro' no passado pela valorização da Antiguidade Clássica, assim era o século XV europeu. Século dos humanistas, dos descobrimentos atlânticos. O Tratado de Tordesilhas, estabelecendo uma fronteira imaginária entre as porções hispânica e lusitana do globo, sinalizaria uma radical mudança no cenário do mundo 'descoberto e por descobrir'. Sinalizaria, antes de tudo, o que o historiador francês Pierre Chaunu chamou de "desencravamento planetário", a interligação dos espaços e populações do mundo numa escala até então inexistente. Estimularia, também, o avanço da cartografia, digamos científica, suporte das navegações oceânicas e do conhecimento da Terra. Cartografia científica que, sem desalojar o fabuloso dos mapa-múndi, sem dúvida ampliou a eficácia dos velhos 'portulanos', anotações dos viajantes com descrições detalhadas das costas marítimas.

Os descobrimentos reacenderiam a chama das utopias, do anseio por um mundo novo que minorasse os flagelos da velha cristandade. Não tardaria, aliás, para que o próprio termo utopia invadisse a cultura européia, passados alguns anos do feito de Colombo e da *partición del Mar Oceano* entre os países ibéricos. Basta dizer que a palavra — que paradoxalmente significa 'nenhum lugar' — apareceu pela primeira vez no célebre livro que o inglês Thomas More publicou em latim, no ano de 1516, tempo em que as notícias do Novo Mundo fervilhavam na velha cristandade e excitavam a imaginação dos europeus.

A *Utopia* título vulgar do livro de More, dizia respeito a uma ilha perdida nos confins do mar oceano — a ilha do príncipe Utopus — terra na qual vigoraria a mais absoluta perfeição. Poucas leis e grande justiça. Inexistência da propriedade privada e distribuição equânime da riqueza. Pureza de costumes, felicidade, liberdade. Na ilha de Utopus não havia lugar para tiranias, daquelas que acabariam por condenar o próprio More, em 1535. Encarcerado na Torre de Londres, More escreveria o *Diálogo de Consolo contra a Opressão*.

O equilíbrio que More projetou na sociedade imaginária dos utopianos relacionava-se ao mal dos humanistas em face das guerras e crises religiosas que assolavam a Europa. É verdade que, como diz Sérgio Buarque de Holanda em seu *Visão do Paraíso*, o humanismo se alicerçara, desde o início, "numa confiança ilimitada no homem", na expectativa de sua redenção no próprio mundo terreno, e não fora dele ou num futuro póstumo.



ALBERT ECKHOUT

Entretanto, a julgar pela busca incessante dos humanistas da Idade de Ouro perdida, embebida de paganismo, sem falar na procura obsessiva do paraíso terrestre, o Renascimento foi também pessimista. Tristeza e Renascimento, dois termos que parecem se excluir, foram freqüentemente companheiros de estrada, como diz Jean Dulemeau na sua *História do Medo no Ocidente*.

A rejeição do mundo, que aproxima o Renascimento da Ida-

de Média, se viu certamente misturada com a idealização do Novo Mundo ou das terras distantes situadas no Oriente — e, nesse caso, não fazia senão dar ressonância ao que já diziam os sábios a respeito do Índico, *mare clausum*. Mas se a “Cidade do Sol” de Tomaso Campanella era a ilha de Taprobana — a Sri Lanka que já encantara os autores medievais —, a ilha de Thomas More ficava na América.

De suas maravilhas falar, segundo More, um certo Rafael Hitlodeu, português de origem grega que vivera anos entre os utopianos após navegar com Américo Vespúcio. E parece que o tal Hitlodeu realmente existiu, descontado o fato de que fantasia e realidade eram também companheiras de estrada no século XVI. Há quem diga que Hitlodeu teria acompanhado Vespúcio em suas três últimas viagens ao novo continente, tendo ali permanecido, possivelmente num forte localizado em Cabo Frio, no Rio de Janeiro. O fato é que, tenha ou não existido o personagem Hitlodeu, More havia lido, com certeza, pelo menos uma das cartas publicadas por Vespúcio, ou a ele atribuídas: a *Quattur Navigationes*, de 1505-1507. Sua nostalgia de uma Idade de Ouro perdida e sua esperança em um mundo mais justo podem ter se inspirado numa visão idealizadora das terras americanas.

O parentesco entre as utopias européias e o Novo Mundo ilumina aquela que foi uma das grandes motivações da expansão atlântica: a busca do paraíso terrestre. É verdade que não faltaram as ambições materiais no impulso navegador dos séculos XV e XVI, o anseio de novas rotas comerciais, o gosto pelas especiarias e riquezas infindáveis que se supunha existir no Oriente. É também certo que, sobretudo entre os que viajaram para América, não faltaram imagens infernais, alguns vendo nos ameríndios monstros canibalescos ou idolatras diabólicos.

Mas o Novo Mundo foi, apesar de tudo, uma fonte de utopia. América utópica, cenário de esperança do homem europeu na salvação eterna, que não excluía, pelo contrário, a sua redenção no próprio mundo terreno, pela via do enriquecimento material. O *Mundus Novus* de Vespúcio abria também as portas para um homem novo, seja o *homo religiosus*, preocupado com o *post-mortem*, seja o conquistador ávido de riquezas.

Colombo foi o primeiro a fantasiar a descoberta do que seria a América, convencido de que o mundo por ele descoberto abrigava o sonhado paraíso. “As Escrituras, escreveu o almirante, dizem que no paraíso terrestre cresce a árvore da vida, e dela flui uma nascente que dá origem a quatro grandes rios, o Ganges, o Tigre, o Eufrates e o Nilo. O paraíso terrestre, que só se pode alcançar por vontade divina, fica no fim do Oriente. É neste lugar que estamos.”

Inúmeros viajantes e cronistas, sobretudo espanhóis, seguiram a opinião de Colombo. Os portugueses, já calejados com a experiência africana e asiática, edenizaram pouco a porção da

América que Tordesilhas lhes reservara, e não viram no Brasil paraíso algum. Mas entre os italianos, a exemplo do genovês pioneiro, também Américo Vespúcio contribuiria para a utopia da América edênica, apesar de atenuá-la pelo uso do condicional: “Certamente, se existe no mundo um paraíso terreal, não duvido que fique a pouca distância deste país”.

Foram os espanhóis que mais alentaram a tradição edenizadora da América, seja rastreando nela a evidência do próprio Paraíso, seja constatando as maravilhas orientais que anunciavam a vizinhança da antiga morada de Adão e Eva. Dentre tantos, talvez tenha sido António de León Pinelo, conselheiro do rei de Castela, o que melhor aprofundou a questão. Em sua obra *El Paraíso en el Nuevo Mundo*, publicada no século XVII, Pinelo refutou as mais diversas teorias sobre a localização do paraíso em terras asiáticas e africanas, e formulou a tese de que o Éden ficava na Amazônia peruana. Para ele, o homem nascera na América do Sul, que por isso tinha forma de coração, e aqui habitara até o Dilúvio Universal.

Especulações teológico-científicas à parte, a fantasia edenizadora da América estava estreitamente vinculada às ambições materiais inerentes à aventura ultramarina. Exemplo maior dessa fusão de expectativas entre o espiritual e o material encontra-se no próprio Colombo, que sonhava com o paraíso, mas nem por isso deixou de rastrear a existência de ouro em todos os lugares por onde passava, e de argüir sobre a proximidade dos bem aquinhoados reinos de Cipango e de Catai (Japão e China, respectivamente). Viajava obcecado pelo ouro, mas dizia querê-lo para financiar uma cruzada definitiva pela libertação de Jerusalém, o centro do mundo nos mapas-imagem medievais.

Outro exemplo significativo do amálgama entre fantasia e ambição encontra-se na lenda do El Dorado, também ela uma herança dos mitos medievais sobre as maravilhas do Oriente, relacionada ao reino do Príncipe Dourado com sua lagoa e tesouros infindáveis. Os espanhóis o procuraram incessantemente, deslocando-o para mais adiante a cada nova frustração, a começar pela Colômbia, daí à Guiana e finalmente à Amazônia, para onde se dirigiu a famigerada expedição de Pedro de Ursúa, nos anos 1560, nomeado governador do Dourado — uma província fictícia, a bem da verdade — da qual resultaria a desastrosa rebelião de Lope Aguirre contra Felipe II.

A esperança européia de um retorno a uma *aurea aetas*, que também era dourada pela cobiça dos conquistadores, irrigaria as narrativas hispânicas de um sem-número de *mirabilia* que combinavam monstros, mulheres guerreiras e criaturas fantásticas de toda espécie. Colombo, sempre ele, viu sereias na Ilha de São Domingos — cuidando de observar, no entanto, que “no eram tan hermosas como las pintan”. Comparou, portanto, as sereias da fábula com as “sereias reais”, ao deparar-se simplesmente com manatis, vacas-marinhas de aspecto e cor semelhantes às do peixe-boi.

Colombo viu sereias, Pinelo o Paraíso, Aguirre o El Dorado, e outros viram as lendárias amazonas. Não resta dúvida de que os espanhóis contribuíram para a migração de mitos antigos e medievais para o cenário americano, e por vezes construíram lendas novas e duradouras.

O país das Amazonas — de que há registro pioneiro na remota *História* de Heródoto (século V a.C.) — acabaria localizado na selva cortada pelo grande 'rio-mar': rio das Amazonas, conforme lhe chamou Orellana, em explícita alusão àquelas mulheres afamadas por sua beligerância e androfobia. O dominicano Gaspar de Carvajal, frei capelão da expedição comandada por Orellana, nos anos 1540, em busca do El Dorado, foi o primeiro a descrevê-las e delas buscar informações junto aos índios da selva, após vê-las guerrear com afinco em batalha que, por sinal, custou um olho a valoroso frei, vazado por uma flecha. Na realidade, conforme esclarece Luiz Mott em artigo recente, o que Carvajal provavelmente viu e descreveu foram as Çaçoaimbae-guira, mulheres guerreiras (e igualmente andrófobas) da cultura tupinambá, também presente na região.

Assim foi tecida a expansão ibérica na América. Embebida do maravilhoso, eivada de espiritualidade, inflamada pela visão do Éden tropical, sem excluir a cobiça e a ambição que, pelo contrário, foram coloridas pela profusão de criaturas e crenças fantásticas. Utopia edênica e exótica que, à semelhança das narrativas de viagem, seria consagrada nos mapas, sobretudo em suas vinhetas e adornos, nas imagens de monstros portentosos,

jacarés e serpentes. Fauna exótica e monstros que acabariam associados aos índios, execrados no discurso por sua nudez e antropofagia.

Abre-se, aqui, o caminho para uma reflexão sobre outro viés utópico da colonização: a obsessão missionária, o projeto aculturador posto em prática pelos religiosos que, do mesmo modo que a miragem edênica, não desconheceu a cobiça e o ânimo colonialista. Dela diferiu, todavia, em um ponto essencial, ao pressupor, aí sim, o triunfo do Diabo na América, e não o paraíso perdido. E seriam os ameríndios e seus costumes, nesse caso, a prova cabal da presença do demo no Novo Mundo e o alvo privilegiado da utopia salvacionista.

#### Para saber mais

- BARRETO L. F. *Descobrimientos e Renascimento. Formas de ser e de pensar nos séculos XV e XVI*. Lisboa, Secretaria de Estado da Cultura, 1983.
- CHAUNU P. *Conquête et exploitation de nouveaux mondes*. Paris, PUF, 1969.
- GIUCCI G. *Viajantes do maravilhoso*. São Paulo, Companhia das Letras, 1992.
- HOLANDA S. B. *Visão do Paraíso*. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1976.
- LESTRINGANT F. *L'Atelier du cosmographe ou l'image du monde à la Renaissance*. Paris, Albin Michel, 1991.
- MAURO F. *Le Portugal et l'Atlantique au XVI<sup>e</sup> siècle*. Paris, SEVPEN, 1960.
- VAINFAS R. (org.) *América em tempo de conquista*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1992.

# CENSO 1991

## DEMOGRÁFICO

### IBGE PUBLICA OS DADOS DEFINITIVOS DO CENSO DEMOGRÁFICO 1991

Depois de visitar 35 milhões de domicílios e entrevistar cerca de 147 milhões de pessoas em todo o País, o IBGE divulga os resultados definitivos do **Censo Demográfico 91**. Último a ser publicado neste século, o censo contribuirá para fornecer uma sólida base de dados estatísticos para o século XXI.

São informações para o Brasil, os estados, municípios, distritos, subdistritos e regiões administrativas. Nas publicações, você encontra tabelas com dados estatísticos referentes às características da população, dos domicílios e dos chefes dos domicílios.

#### Um serviço especializado para Você

Além disso, o IBGE oferece um serviço especializado para quem procura informações sobre uma área reduzida ou até um prédio. São os **setores censitários**, que abrangem de 150 a 300 domicílios e revelam suas características, como número de cômodos, número médio de pessoas, moradores por sexo, idade, renda e escolaridade do chefe do domicílio, entre outros itens. Para utilizar este serviço Você deve procurar o IBGE do seu Estado.

#### Não perca tempo, procure o IBGE

Os dados estatísticos do *Censo Demográfico de 1991* podem ser obtidos também através de disquete, fita magnética e consultas no IBGE.

Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Rua General Canabarro, 666

20271-201 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: (021)284-0402 - Fax: (021)234-6189



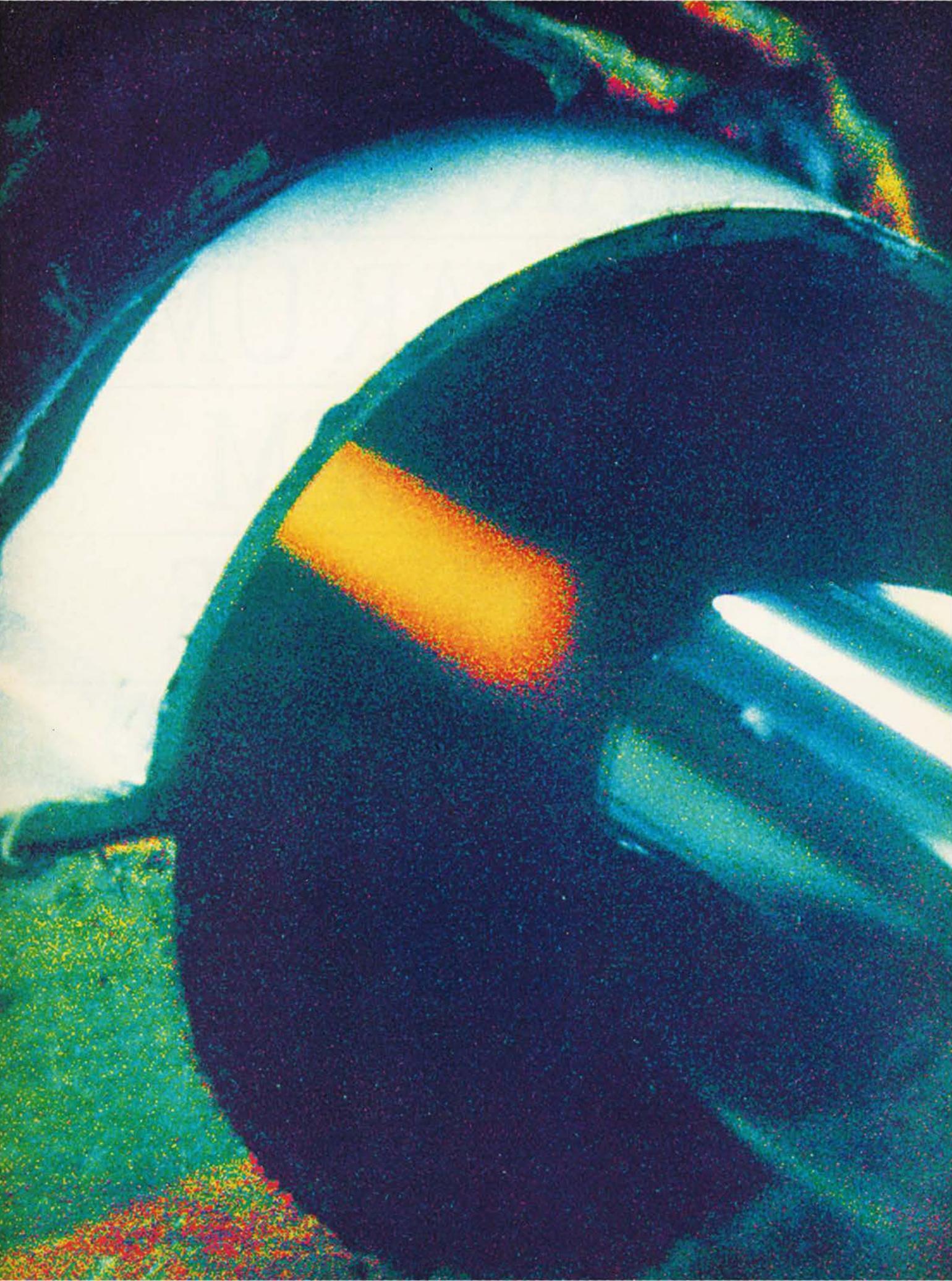
# DÁ PARA IMAGINAR UM MUNDO SEM CURIOSIDADE PELO FUTURO?

A Hoechst está presente em inúmeros segmentos da atividade humana. Uma grande e diversificada indústria química e farmacêutica que desenvolve mundialmente uma filosofia de trabalho que busca novas alternativas e soluções para nossas necessidades de hoje e do futuro:  
®Hoechst High Chem.

Uma filosofia que abre um enorme leque de sofisticados programas tecnológicos. Pesquisa, desenvolve processos de ponta e produtos de qualidade voltados para o homem e com absoluto respeito à natureza.

®Hoechst High Chem é o nosso compromisso permanente com a qualidade de vida.

**Hoechst** 





# CONTROLE DO ÁTOMO

PASSOS EM DIREÇÃO AOS AVANÇOS  
DO PRÓXIMO SÉCULO

**Vanderlei Salvador Bagnato, Maria Tereza de Araújo,  
Ilde Guedes, Débora M.B. Pereira Milori e Sérgio Carlos Zilio**

Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

**N**enhuma descoberta científica provocou um impacto tão grande quanto a da natureza atômica da matéria. Desde a proposta de sua existência por Demócrito, na Grécia antiga, o átomo tem sido um dos assuntos mais estudados, e o interesse por seu conhecimento permanece sempre atual.

A pergunta 'do que tudo na natureza é feito e por quê?' é de interesse tanto para um jovem no início de sua educação quanto para cientistas e laboratórios custeados por milhões de dólares. Sendo o átomo uma entidade tão importante, surge a pergunta: 'de que forma ele estará influenciando as próximas inovações científicas e tecnológicas?'. Se olharmos para os fatos recentes em ciência e tecnologia, é inevitável perceber que a engenharia genética e as ciências dos materiais têm sido as áreas nas quais residem algumas das possíveis soluções para problemas enfrentados pela sociedade no presente.

A engenharia genética, através de suas técnicas, permite mudar o curso natural dos seres vivos. Ela desponta como a possível solução para problemas re-

lacionados à demanda de alimentos, à poluição ambiental e ao aprimoramento de espécies. A idéia fundamental dessa área do conhecimento humano é a habilidade de modificar, em nível atômico-molecular, substâncias que controlam o desenvolvimento dos seres vivos. As limitações dessa área residem na dificuldade tecnológica de se controlar, com eficiência e de maneira direta, a entidade atômica. Se pudéssemos colocar ou remover átomos em uma determinada macromolécula, da maneira que quiséssemos, certamente o presente *status* da engenharia genética seria outro.

Na área das ciências dos materiais, a necessidade de desenvolvimento de materiais (cerâmico, polimérico, eletrônico-metálico, biomateriais etc.) encontra-se também limitada pela falta de domínio que temos sobre o átomo, 'tijolo fundamental' da matéria. O sonho das ciências dos materiais modernas é poder programar, com a ajuda de computadores, materiais compostos de átomos escolhidos e arranjados em configurações pré-projetadas, de modo a propiciarem as proprie-

dades finais desejadas. Nas ciências dos materiais, técnicas modernas como MBE (*Molecular Beam Epitaxy*), microscopia atômica e de tunelamento e litografia têm demonstrado de maneira breve o que poderá ser feito quando finalmente o átomo for dominado.

As principais dificuldades de controlar o átomo residem em suas propriedades intrínsecas: para manusear o átomo é necessário desenvolver um tipo de 'pinça' que não reaja com ele, não modifique suas propriedades e, ao mesmo tempo, tenha poder de resolução suficiente para distinguir entre um átomo e seu vizinho.

Apesar de todas as dificuldades, o desenvolvimento científico atual tem proporcionado as primeiras evidências positivas de que é possível manipular átomos e construir blocos de matéria átomo a átomo. Nesse caso, a 'pinça' atômica não é um objeto, mas sim energia. Através da interação controlada da luz com os átomos, é possível exercer sobre eles uma força semelhante àquela que a pinça exerce sobre um objeto. Com isso, passa a ser possível 'pinçar' um átomo e transportá-lo para outro lugar ou mesmo mantê-lo em uma determinada região do espaço, tendo em vista sua observação e estudo.

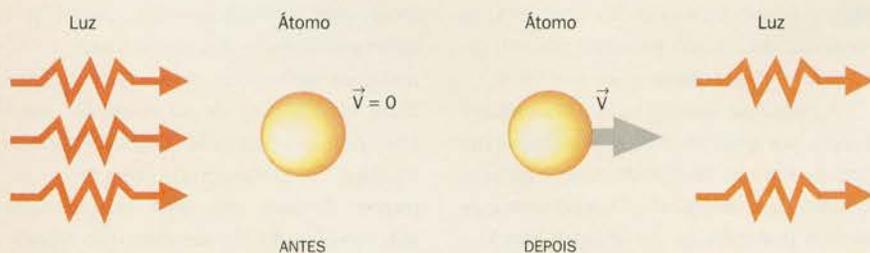
Para desenvolver técnicas que possibilitem o domínio absoluto sobre a entidade atômica, vários laboratórios em todo o mundo, inclusive o nosso, no Instituto de Física e Química de São Carlos, têm proposto e demonstrado técnicas para manipulação atômica, bem como usado esses átomos para a realização de vários estudos. No caso de uma espécie atômica com carga elétrica (íons), a manipulação fica simplificada, já que campos elétricos e magnéticos (estáticos ou dinâmicos) podem exercer a força de amplitude necessária para segurar a partícula. As técnicas de manipulação iônica foram amplamente desenvolvidas nas duas últimas décadas e proporcionaram a observação de fenômenos que eram julgados impossíveis por muitos cientistas como Erwin Schrödinger (1887-1961), fundador da mecânica quântica, entre outros. Entre os vários efeitos capazes de ser observados com um único íon aprisionado, os chamados saltos quânticos (pelos quais é possível saber o momento exato em que um íon absorve ou emite radiação, sem violar o princípio da incerteza) revelaram importantes e novos conceitos na maneira de tratar a interação átomo-radiação.

Apesar do grande avanço em manipulação iônica, é muito difícil conseguir

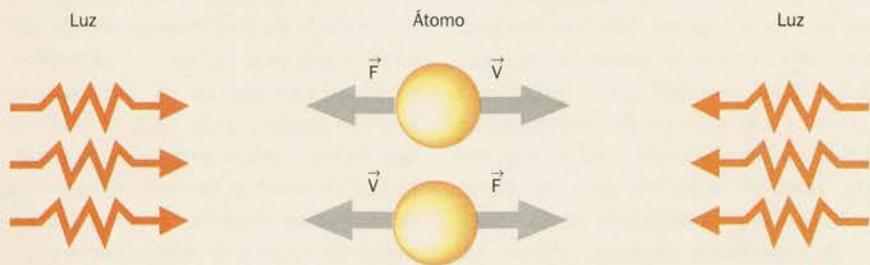
íons com baixas energias, de modo que eles fiquem quase em repouso. Quando a partícula atômica é neutra, sua interação com campos externos é muito fraca (devido à sua neutralidade), tornando dessa forma sua manipulação mais difícil: As técnicas mais poderosas atualmente para o controle da entidade atômica envolvem a utilização da pressão de radiação (força exercida pela luz quando interage com o átomo) como agente externo capaz de exercer força sobre o átomo.

Para entendermos o princípio dessa técnica, consideremos um feixe de luz incidindo sobre um átomo. Na realidade, a luz é composta de uma infinidade de corpúsculos energéticos chamados fótons, que, quando colidem com o átomo, são capazes de transferir movimento a ele (figura 1), resultando em uma força na direção de propagação da luz. É através do uso dessa força, gerada pela transferência de fótons ao átomo, que se torna possível o uso da luz como 'pinça' de átomos. Se esse feixe de luz estiver se propagando em sentido contrário ao movimento atômico, a troca sucessiva de fótons promove a desaceleração dos átomos e eventualmente sua parada completa no espaço. Nesse ponto, o átomo poderá ser investigado em seus detalhes menos evidentes, revelando coisas ainda não estudadas, porque estão camufladas por outros efeitos em situações normais, nas quais o átomo não esteja parado. Em São Carlos, a técnica de desacelerar feixes atômicos para utilização em espectroscopia de ultra-alta resolução já vem sendo realizada há vários anos com grande sucesso (ver 'O repouso dos átomos' — ver também 'Controlando átomos com luz', *Ciência Hoje*, vol. 9, nº 53, 1989).

Consideremos agora dois feixes de luz contrapropagantes interagindo com um átomo (figura 2). Se esses feixes estiverem corretamente sintonizados, com relação à chamada frequência natural de absorção do átomo, à medida que o átomo caminha por esses feixes haverá uma troca de fótons mais intensa com o feixe de luz que se propaga em sentido contrário ao seu movimento. O resultado disso é que a força total exercida sobre o átomo



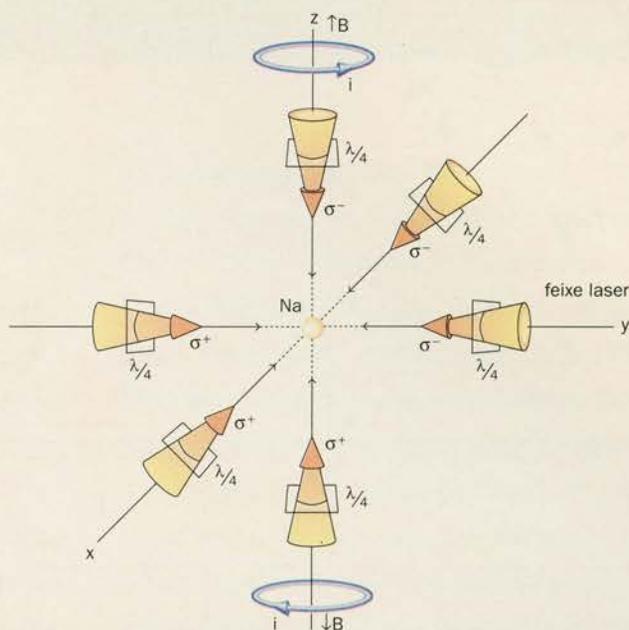
**Figura 1. Absorção de radiação pelo átomo e surgimento de uma força.**



**Figura 2. Feixes de luz contrapropagantes (convenientemente sintonizados e arranjados) produzem uma força contrária ao movimento atômico.**

mo é sempre contrária ao seu movimento; ou seja, quando o átomo quer andar para a direita, surge uma força para a esquerda e vice-versa. Essa força, criada na configuração acima descrita, é exatamente a 'pinça' que estávamos procurando para controlar o movimento atômico.

Imagine agora a configuração envolvendo seis feixes de luz, dois a dois contrapropagantes, em direções ortogonais (figura 3). Nesse caso, o movimento atômico fica completamente restrito, e os átomos são levados para o ponto de interseção, permanecendo nesse ponto até que algum efeito, como, por exemplo, a colisão com um átomo estranho, o remova desse ponto de equilíbrio. Além dos feixes de luz, a armadilha para átomos acima descrita também precisa de um campo magnético para selecionar transições atômicas. Por essa razão, ela é denominada armadilha magneto-óptica.



**Figura 3. Seis feixes dois a dois contrapropagantes, em direções ortogonais, na presença de um campo magnético conveniente, produzem uma força que mantém o átomo restrito a um determinado ponto: a interseção dos feixes.**

## O REPOUSO DOS ÁTOMOS

A primeira contribuição do grupo de São Carlos para o campo de manipulação atômica foi um estudo detalhado do processo de desaceleração de um feixe atômico. Nesse caso, um feixe atômico de sódio, produzido por vaporização do metal, recebe um feixe de luz *laser* contrapropagante ao seu movimento. Sendo a velocidade dos átomos da ordem de 1.000 m/s e como cada fóton absorvido é capaz de variar a velocidade em 0,03 m/s, o número de absorções necessárias é 33 mil. Para fazer com que ocorra tal número de absorções, usamos um campo magnético para manter átomos ressonantes, ou seja, fazer com que a taxa de absorção de luz pelo átomo mantenha-se no seu máximo, à medida que eles desaceleram (compensação do chamado efeito Doppler).



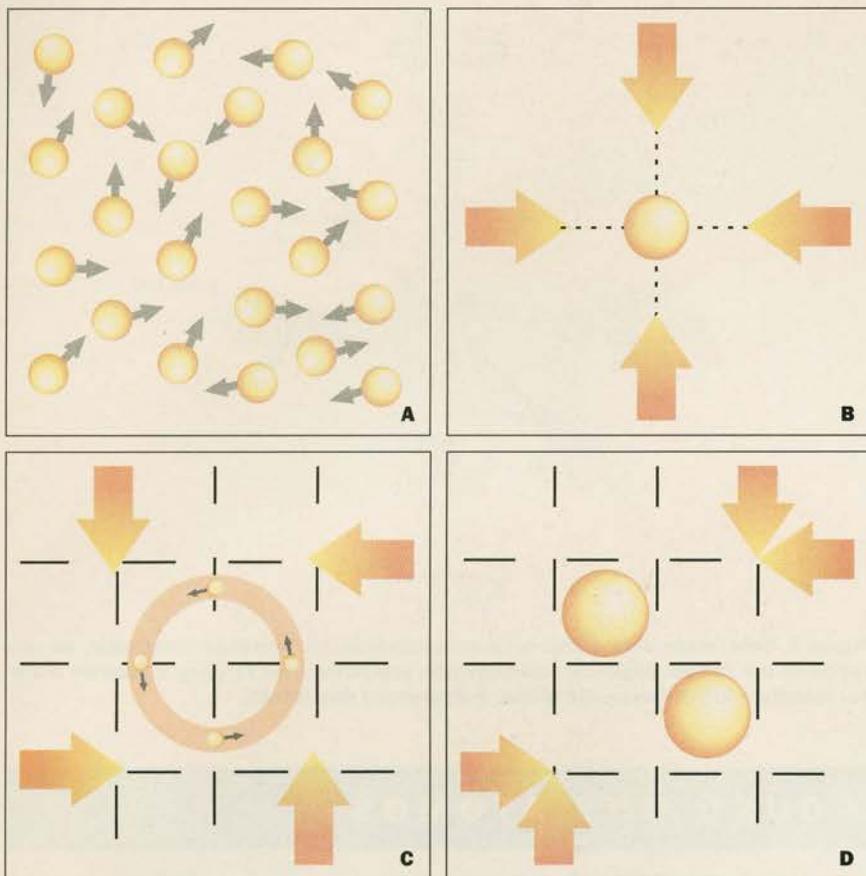
**Figura 4. Saída do magneto, quando o feixe atômico é obrigado a parar pela força da radiação. A interrupção da luz amarela emitida pelos átomos demonstra a posição na qual o feixe está atingindo o repouso.**

O resultado dessa técnica é que átomos penetram o sistema a altas velocidades e emergem com velocidades baixíssimas. Controlando adequadamente a frequência do *laser*, é possível trazer os átomos ao repouso antes que emergjam do magneto. A figura 4 mostra a saída do magneto quando o feixe atômico é obrigado a parar pela força

da radiação. A interrupção da luz amarela emitida pelos átomos demonstra a posição onde o feixe está atingindo o repouso.

Para trazer o feixe atômico ao repouso, é necessário que cada átomo, dos vários milhões existentes no feixe, absorva eficientemente os fótons, atingindo juntos o ponto de repouso. Os

estudos realizados pelo grupo de São Carlos permitiram controlar os vários efeitos que ocorrem durante a desaceleração do feixe e produzir grandes fluxos de átomos com velocidades próximas de zero (alguns cm/s apenas).



**Figura 5. Esquema mostrando o domínio atual sobre o movimento da espécie atômica. Em (A), átomos normalmente estão sujeitos a um movimento desordenado, ocupando integralmente o volume do recipiente que os contém. Em (B), a presença dos feixes de luz convenientemente arranjados faz com que esses átomos, em sua maioria, permaneçam em um determinado ponto do espaço. Em (C), a distribuição de feixes de luz pode ser arranjada de tal maneira que os átomos, inicialmente em movimento desordenado, passem a andar em círculo, em um movimento ordenado ou (D) é possível produzir dois pontos onde os átomos se acumularão.**



**Figura 6. Distribuição espacial de átomos superfrios, em forma de anel. A força exercida pelos feixes *lasers* obrigam os átomos a andar em círculos, como se estivessem brincando de 'roda'.**

A primeira realização experimental dessa armadilha ocorreu em 1987 através de um trabalho conjunto entre as equipes do Instituto de Tecnologia de Massachusetts e da AT&T. Apesar de a armadilha conseguir manter átomos confinados, inicialmente era preciso desacelerar os átomos provenientes de um feixe atômico para, quando quase parados, realizar o confinamento. Em outras palavras, até muito recentemente, era preciso primeiro desacelerar os átomos antes de aprisioná-los. No entanto, com maior entendimento e aperfeiçoamento da armadilha, foi possível realizar o resfriamento, aprisionamento e acúmulo de átomos diretamente a partir de vapores atômicos, sem a etapa de desaceleração. As primeiras armadilhas atômicas realizadas diretamente da fase de vapores foram feitas usando vapores de césio (grupo da Universidade do Colorado e grupo da Escola Normal Superior de Paris). Logo depois, a técnica pôde ser estendida a outros átomos, como é o caso do sódio, demonstrado pela primeira vez pelo grupo de São Carlos, em 1990.

A eliminação da etapa de desaceleração tornou a técnica de resfriamento e aprisionamento de átomos bastante simplificada, tornando-se uma ferramenta poderosa em vários ramos da física atômica-molecular. Hoje, muitos grupos do mundo estão aprisionando átomos com diferentes propósitos.

Os átomos confinados a um determinado ponto do espaço estão com velocidades tão baixas (pois tiveram seu movimento reduzido pelos fótons dos feixes de luz), que sua temperatura é da ordem de microKelvin (um milionésimo de grau acima do zero absoluto). Nesse regime de temperatura, o comportamento do átomo deixa de ser o convencionalmente imaginado — onde os átomos são tratados simplesmente como 'bolinhas' que se movem —, passando a apresentar um comportamento essencialmente quântico, onde sua posição não pode mais ser determinada e eles agem coletivamente.

O estudo dessas manifestações quânticas macroscópicas é de fundamental importância para a ciência, pois além de revelar novos efeitos da natureza, como,

por exemplo, o efeito da supercondutividade e da superfluidez, que são manifestações quânticas em nível macroscópico, permitem testes e comprovações de importantes teorias que tentam explicar a natureza física do mundo ao nosso redor.

Para demonstrar o domínio que atualmente temos sobre a entidade atômica, considere átomos na forma de vapor contido em um recipiente (figura 5). Em condições normais, os átomos desse vapor ocupam todo o volume desse recipiente em um movimento desordena-

do e completamente aleatório. Ligamos agora nossos feixes de luz (que ainda são raios *laser*) que constituem nossa 'pinça' atômica. Em um tempo muito curto, a força exercida pela radiação removerá quase por completo o movimento desses átomos e os confinará a uma região restrita. Alterações na geometria e nas distribuições dos feixes de luz levam a uma manifestação diferente da força, resultando em uma distribuição de átomos na forma de anel, onde cada átomo anda atrás do outro de maneira organizada (figura 6). Assim, de-

monstra-se a técnica que controla o movimento dos átomos.

Com seu movimento dominado, átomos podem ser usados em vários estudos. Em São Carlos, realizamos estudos sobre as várias distribuições espaciais que podem ser produzidas. O anel acima mencionado é só uma delas (ver 'Aprisionamento tridimensional'). Várias outras distribuições como dois glóbulos atômicos, em múltiplos anéis ou diferentes formas geométricas, têm sido obtidas.

Uma importante aplicação é o uso de átomos superlentos para entender em

## APRISIONAMENTO TRIDIMENSIONAL

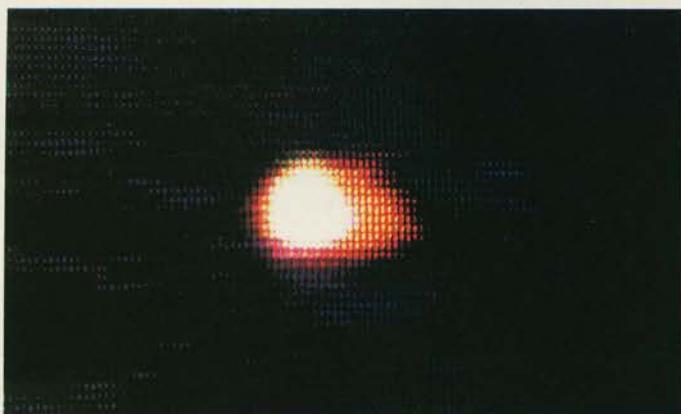
Um dispositivo amplamente difundido nos meios científicos para o estudo do átomo 'quase' parado é a armadilha magneto-óptica em célula de vapor.

Essa armadilha é um aparato para resfriamento e aprisionamento tridimensional de átomos neutros formada por três pares de feixes *laser* contra-propagantes, mutuamente ortogonais, que se interceptam no centro de um campo magnético quadripolar. Pelo ajuste da sintonia do laser e do gradiente de campo magnético, é produzido um potencial harmônico amortecido, como se o átomo na região de

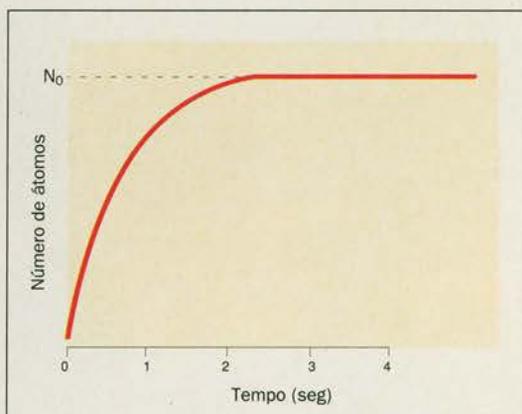
aprisionamento fosse um sistema massa-mola, oscilando em uma superfície com atrito. Portanto, uma vez que o átomo é capturado pela armadilha, ele passa por um processo de desaceleração e perde praticamente toda a sua energia cinética.

O grupo do Instituto de Física e Química de São Carlos tem realizado um estudo detalhado desse tipo de armadilha para átomos de sódio. A célula de vapor usada é um recipiente mantido a ultra-alto vácuo impregnado com sódio de alta pureza cujo centro é coincidente com o centro da

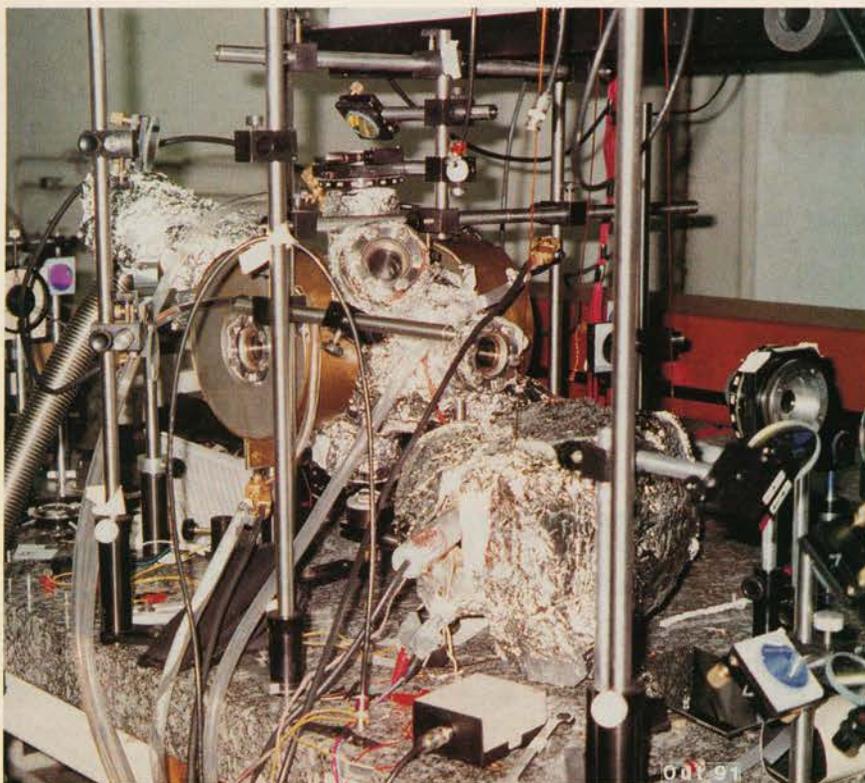
armadilha. O número de átomos capturados nessa armadilha é limitado, em primeira aproximação pelas perdas devido a colisões entre átomos aprisionados e átomos do vapor. O processo de carga ocorre de maneira paulatina. No caso da armadilha para átomos de nitrogênio demora cerca de um segundo. O resultado desse confinamento é a observação de um ponto extremamente luminoso na região onde os átomos estão confinados. Nesse ponto, temos um gás à temperatura aproximada de 200 milionésimos de grau acima do zero absoluto.



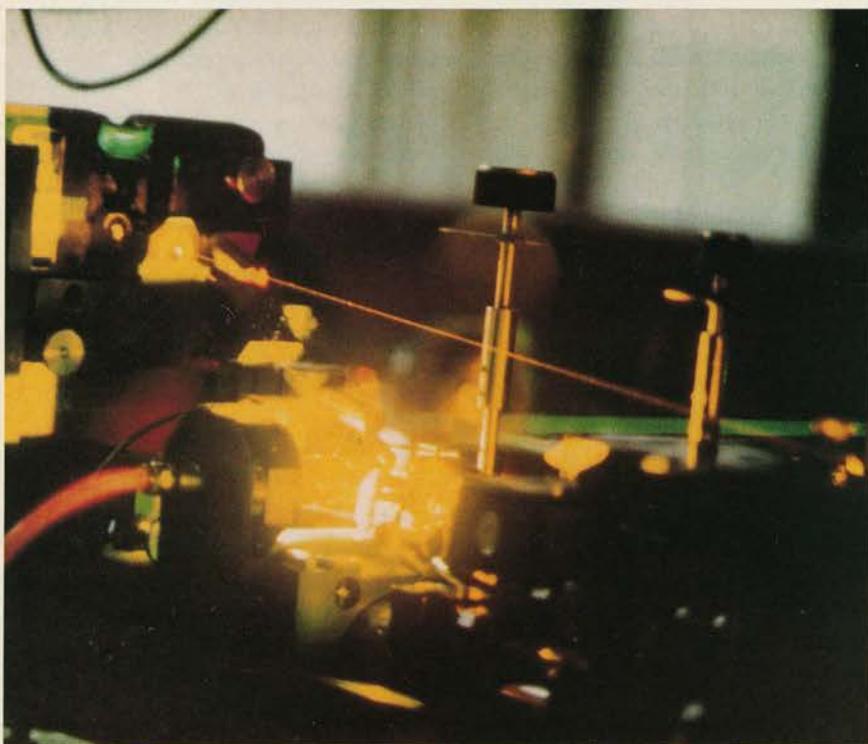
**Figura 7.** Iniciando com vapor de sódio, contido em um recipiente (mantido a ultra-alto vácuo), os feixes de *lasers* são capazes de aglomerar todos os átomos em um ponto do espaço. O processo ocorre de modo paulatino, levando cerca de um segundo. O resultado desse confinamento é a observação de um ponto extremamente luminoso na região de confinamento, onde o gás está com temperatura próxima de 200 milionésimos de grau acima do zero absoluto.



**Figura 8.** Acúmulo de átomos na armadilha em função do tempo. No instante  $t = 0$ , os feixes *lasers* são liberados, iniciando o processo de captura e resfriamento dos átomos. Após cerca de dois segundos, em uma região onde quase não havia átomos, surge um ponto brilhante, contendo cerca de um milhão de átomos.



**Figura 9.** Sistema experimental no interior do qual é realizado o aprisionamento dos átomos. Bombas de vácuo mantêm o interior da câmara principal livre de átomos estranhos que poderiam destruir, através de colisões, a armadilha. Janelas especiais permitem a penetração dos feixes de luz.



**Figura 10.** Laser de corante estabilizado utilizado como fonte de luz na realização de armadilhas atômicas. Sistemas eletrônicos e mecânicos especiais fazem com que o feixe de luz originado nesse laser mantenha-se ultraestável.

detalhes as etapas intermediárias que ocorrem durante a colisão entre dois átomos. Normalmente, isso não é possível, porque os átomos encontram-se em altas velocidades (da ordem de mil metros por segundo ou 3,6 mil km por hora), o que acarreta um tempo de colisão muito pequeno, não permitindo assim uma observação detalhada dos processos intermediários que ocorrem durante a formação dos produtos em uma reação química. Estudos de colisão realizados pelo nosso grupo de pesquisa têm revelado novos e interessantes efeitos que ocorrem durante o encontro de dois átomos.

Apesar de parecer simples, a realização desses estudos exigem um sistema experimental sofisticado, composto por sistema de ultra-alto vácuo, *lasers* altamente precisos e sistemas de detecção de imagem sofisticados (figuras 9 e 10).

Apesar de as técnicas de controle da entidade atômica estarem dando seus passos iniciais, elas já têm se mostrado fortes o suficiente para merecer mais atenção e investimento. Ter o domínio sobre o átomo é como poder determinar o rumo da natureza.

O acesso à entidade atômica é um desafio colocado à ciência moderna, do qual sem dúvida dependerá nosso avanço científico em um futuro não muito distante. Esse domínio, que contraria mesmo alguns dos fundadores mais respeitados da ciência moderna, que acreditavam ser impossível experimentar com um único átomo, deverá mudar de maneira radical o desenvolvimento da humanidade, haja vista as alterações já causadas pela engenharia genética, mesmo em sua fase atual.

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

BAGNATO, V. e ZILIO, S., "Controlando átomos com luz", *Ciência Hoje*, vol. 9, nº 53, 1989.

BALLINGER, J. e WINELAND, D., "Microplasma", *Scientific American*, janeiro de 1990.

PHILLIPS, W. e METCALF, H., "Cooling and trapping atoms", *Scientific American*, março de 1987.

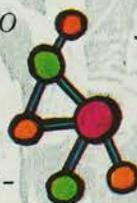
WINELAND, D. e ITANO, W., "Laser cooling", *Physics Today*, vol. 40, p. 34, junho de 1987.

Edição de texto: *Cássio Leite Vieira*

# A FAPEMIG ESTÁ INVESTINDO NO BEM ESTAR DA NOSSA GENTE.



*Neste momento, em diversas instituições do nosso Estado, uma série de pesquisas estão sendo desenvolvidas com o incentivo e o financiamento da FAPEMIG. Novos conhecimentos que*



*ao desenvolvimento de tec- nologias de produtos e de pro- cessos, sempre com o objetivo maior de melhorar a qualidade de vida da população e*



*o progresso econômico de Minas. Porque o principal compromisso da FAPEMIG é com o ser humano. São nove anos de atividades,*



*mais diversificar e ampliar seu campo de atuação, contribuindo para a maior eficácia*



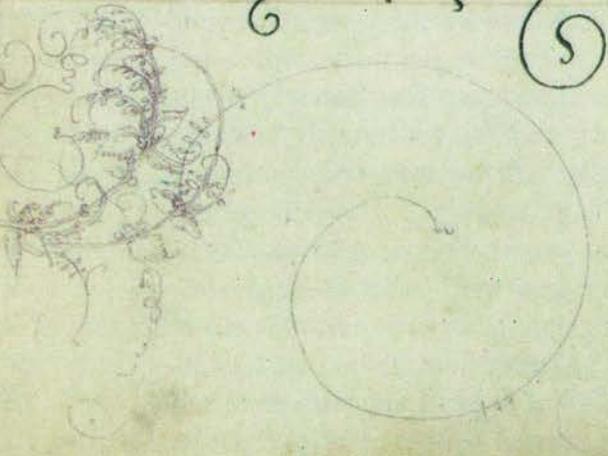
*das políticas públicas e aprimorando a capacidade tecnológica das indústrias, atingindo desta forma toda a sociedade mineira. Investindo no bem estar das pessoas, sempre acreditando e trabalhando por Minas Gerais.*

**FAPEMIG**

Fundação de Amparo à Pesquisa  
do Estado de Minas Gerais

minati: tunc immaculatus ero:  
 et emundabor a delicto maxi-  
 mo. **E**t erunt ut complacent  
 eloquia oris mei: et meditatio  
 cordis mei in conspectu tuo sem-  
 per. **D**omine adiutor meus et  
 redemptor meus. **G**loria. **Antiphona.**  
**Sicut mirra electa**  
**odorem dedisti suavitatem san-**  
**cta dei genitrix. Antiphona.**  
**Ante thorum. Psalmus.**

**Omni est terra: et ple-**  
**nitudo eius orbis terra-**  
**rum: et universi qui habitant**



PORQUE VALE O QUE ESTÁ ESCRITO, OU

# AS LETRAS E SEUS ESTILOS

**Luiz Carlos Cagliari**

Departamento de Lingüística,  
Universidade Estadual de  
Campinas (Unicamp)

U

m simples olhar ao mundo da escrita nos mostra tanta variação na forma gráfica que, por um instante, surge a dúvida: como é possível que se consiga ler em meio a esse caos? No entanto, não temos dificuldade em identificar uma palavra escrita sob diferentes formas gráficas: para quem sabe ler, isso é tão fácil quanto andar, apesar da complexidade dos processos mecânicos e mentais envolvidos nesta ação.

Para compreender o processo da leitura, é preciso entender alguns aspectos básicos dos sistemas de escrita e, em particular, do sistema alfabético que usamos. Todo sistema de escrita tem um aspecto funcional e um aspecto gráfico. A união desses dois aspectos é semelhante à união do significado e do significante no signo lingüístico, no qual o primeiro refere-se ao sentido das palavras e o segundo aos sons. Na escrita, o lado do significado está preso aos aspectos funcionais que ela oferece e o lado do significante às suas características gráficas, cuja menor unidade é o caractere.

**L**etras são caracteres do sistema alfabético de escrita. Caractere é a denominação da menor unidade gráfica de qualquer sistema de escrita, não apenas do alfabeto. Nos sistemas ideográficos, como a escrita chinesa, um caractere representa uma idéia que pode ser uma palavra inteira ou parte de uma palavra composta. Nos sistemas fonográficos, como o nosso, um caractere representa um segmento fonético do tipo consoante ou vogal. Nos sistemas fonográficos silábicos, como o japonês, um caractere representa uma sílaba, ou seja, uma unidade fonética formada da soma de consoante e vogal.

Os caracteres compõem um inventário fechado de sinais gráficos, junto com os acentos, pontuações e demais marcas do sistema de escrita. Isto significa que não se pode inventar um novo caractere ou destruir um já existente. Para isso, é preciso que as convenções da escrita sejam alteradas e aceitas por todos que a utilizam, e não por apenas alguns indivíduos. Mudar o aspecto gráfico de um caractere pode ser perigoso para o sistema a que ele pertence. Os usuários podem não reconhecer o seu valor e, portanto, ter dificuldades de leitura.

Como unidades básicas que são, os caracteres costumam ser escritos de for-

ma clara, isolada, de modo a facilitar a leitura. Entretanto, com os gregos e sobretudo com os romanos, a escrita alfabética passou a usar também *ligaduras*. Com elas, duas letras se fundem numa só, produzindo a aparência de um novo caractere. Os romanos escreviam o ditongo AE com ligadura: Æ. Um outro modo de escrita consistia em inserir uma letra dentro da outra, como ©, recurso muito usado na escrita manual da Idade Média e hoje restrito a monogramas. Com a introdução da imprensa de tipos móveis na Europa, a partir do final do século XV, os caracteres passaram a ser impressos destacados uns dos outros, como vemos até hoje nos livros, jornais e revistas.

Hoje, talvez se possa dizer que a escrita impressa está muito mais presente do que a manuscrita. Porém, ao longo de seus mais de cinco mil anos de história, a escrita à mão foi muito mais empregada no registro diário da vida comum. Os diferentes modos de escrever acabaram produzindo variações nos aspectos gráficos dos caracteres, em todos os sistemas de escrita.

A correta interpretação dos caracteres, a despeito de sua enorme variação gráfica, é garantida por uma unidade maior, a palavra, e esta, por sua vez, subordina-se à ortografia (em grego, *ortos* = certo, reto). A ortografia, associada à noção de palavra, permite que esta se torne uma referência interpretativa dos caracteres. Um exemplo: o que nos permite ler textos manuscritos, interpretando os garranchos de alguém, é a nossa capacidade de

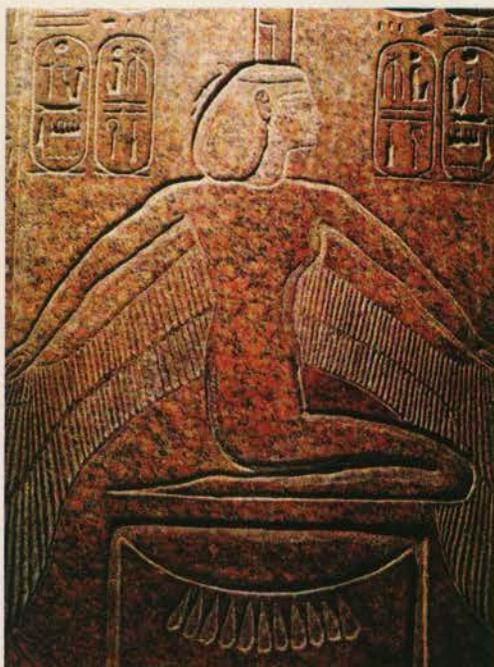
associar os garranchos a seqüências de letras, formando palavras possíveis. Sem um conhecimento ortográfico, seria muitíssimo difícil ler a escrita cursiva (manual) da maioria das pessoas.

**Q**uando vemos uma palavra escrita sob diferentes formas, com letras grafadas, por exemplo, como **A** e **a**, **B** e **b**, compreendemos que **A** e **a** pertencem à categoria da letra **A**, **B** e **b** à categoria da letra **B**, e assim por diante. As letras se tornam, deste modo, unidades abstratas, representações das formas gráficas e não um simples desenho gráfico: o que vale não é apenas o desenho único e exclusivo, mas o que ele permite que seja interpretado como letra, ou seja, como uma unidade do sistema de escrita.

Na história da escrita, essa qualidade abstrata dos caracteres foi ficando cada vez mais clara à medida que a sociedade usava mais e mais a escrita. O aspecto individual (a escrita de cada pessoa) devia conviver com as convenções sociais dos



Exemplo de página com *iluminura*, c. 1500.



Hieróglifos no sarcófago de Ramsés III.

sistemas de escrita. A ortografia conseguiu conciliar o individual e o coletivo, criando o princípio de *categorização gráfica* das letras.

A ortografia criou também a *categorização funcional* das letras, ou seja, permitiu a neutralização da variação linguística nas formas de escrita. Por exemplo: em uma mesma língua, encontramos muitas pronúncias diferentes para as palavras, decorrentes de dialetos ou de sotaques. Mas todos os usuários escrevem essas palavras grafadas sob uma única forma. Na leitura, porém, as diferentes pronúncias poderão surgir de novo.

Hoje, há uma diversidade muito grande no desenho das letras, e a ortografia mostra muito mais claramente sua presença em todos os sistemas de escrita. Durante muito tempo, entretanto, ela teve um papel modesto. Os sistemas de escrita antigos procuravam variar o menos possível a forma gráfica das letras, ou permitiam apenas algumas variantes. Os escribas tinham que aprender a desenhar a letras sem usar, com a liberdade que temos hoje, sua criatividade para enfeitar a escrita.

Com o sistema alfabético aconteceu algo semelhante. As letras semíticas transformaram-se em letras gregas, as quais, com o tempo, assumiram a forma de letras etruscas e chegaram ao latim (ver 'A origem do alfabeto', em *Ciência Hoje*, nº 98). Nessa história, houve muitas mudanças. Elas foram necessárias para a adaptação do sistema alfabético à escrita de línguas diferentes. Como o princípio do alfabeto se manteve, passa-

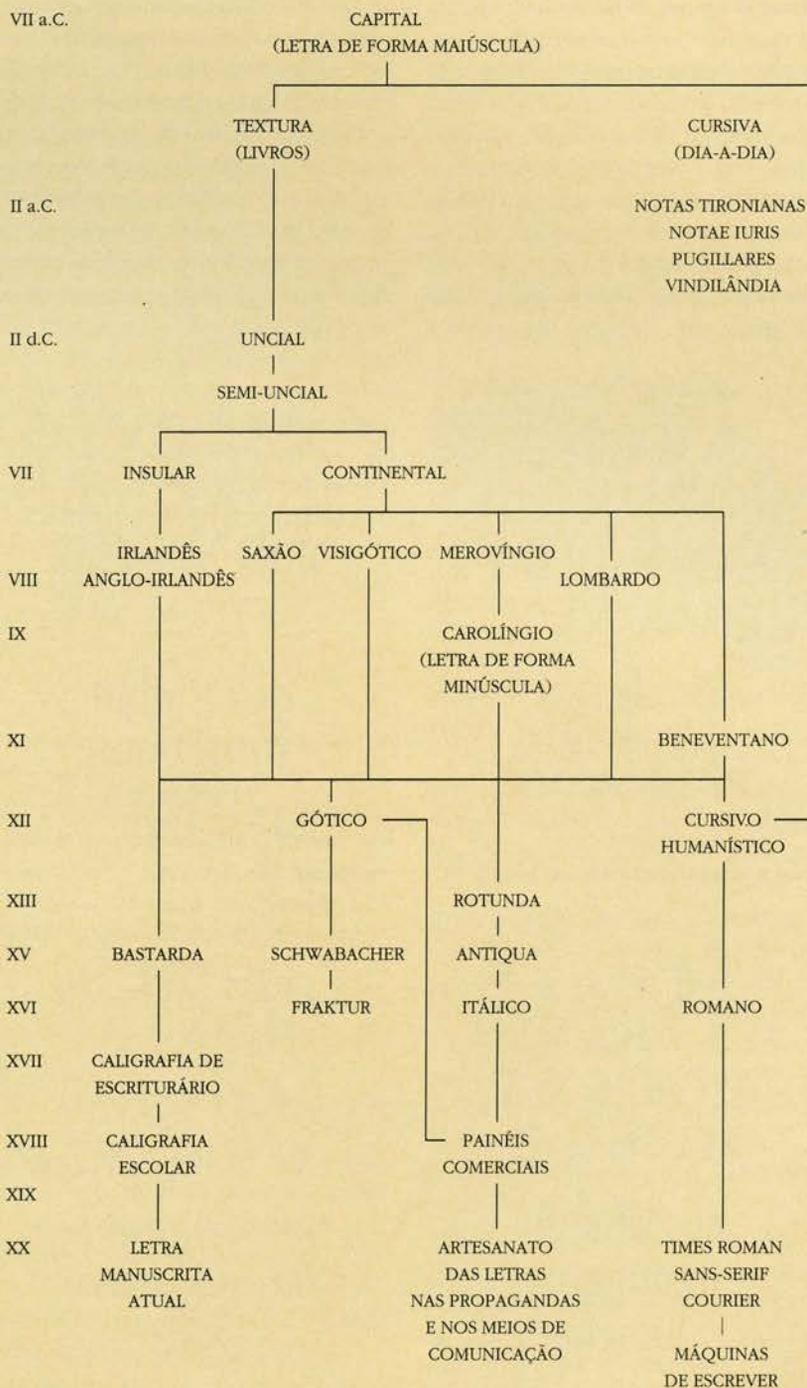
mos a nos referir a diferentes 'alfabetos': o semítico, o grego, o latino. Mas esses alfabetos deveriam ser chamados de 'estilos', porque neles o sistema de escrita continua o mesmo: o que varia são os aspectos funcionais e gráficos. É somente por comodidade e tradição que se

costuma dizer que o alfabeto latino é diferente do grego e do semítico e dos demais alfabetos, para os quais pode-se desenhar até uma árvore genealógica. Os fatores culturais acabaram sendo parâmetros importantes nesta visão da história do alfabeto.



**Gutenberg (à esquerda) vendo a primeira prova impressa com tipos móveis.**

## ESTILOS DAS LETRAS DO ALFABETO ROMANO



Aceita uma tipologia dos alfabetos, seguindo a tradição, encontramos para cada um deles uma história própria, cada uma com suas formas gráficas variantes. A estas chamamos, num sentido mais tradicional, de *estilos de letras*. Deste modo, a escrita árabe, por exemplo, apresenta inúmeros estilos de letras, sendo a *Kofik* certamente a mais famosa, ao lado dos arabescos.

Dentro de um estilo de letra, podemos encontrar variantes específicas. Assim, a escrita cirílica, usada na Rússia, é, na verdade, um estilo particular de escrita das letras do alfabeto grego. Isso não impede que a escrita cirílica tenha 'estilos particulares'. Há também muitas formas — ou estilos particulares — na escrita gótica. Mas esta, por sua vez, nada mais é do que uma variação da escrita latina.

Um fator que muito influenciou a transformação gráfica dos caracteres foi o material de escrita utilizado e a forma de escrever. Na Antiguidade, isso aconteceu com a escrita cuneiforme dos sumérios e também com a escrita egípcia.

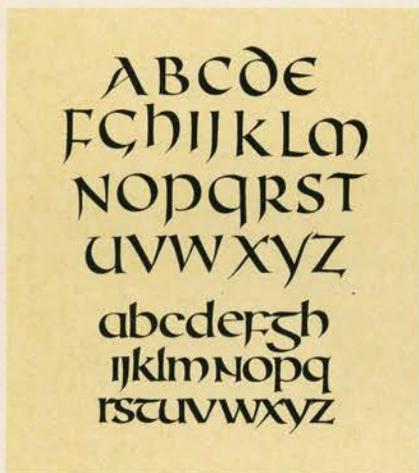
Os sumérios trocaram a forma de escrever ao substituir o risco na argila por um processo de pressão, por meio do qual se desenhavam as letras afundando marcas nos tabletes. Isso mudou o aspecto gráfico das letras. E a mudança foi tão radical que, com o passar do tempo, a forma pictográfica da escrita deu lugar à escrita cuneiforme, cuja iconicidade era difícil de recuperar através de um simples olhar. Ou seja: os caracteres acabaram perdendo, no desenho, a forma dos objetos que representavam originalmente.

Os egípcios, desde os tempos mais antigos, tinham duas formas gráficas para os caracteres: a escrita hieroglífica e a escrita hierática. A primeira era monumental e de maior prestígio na sociedade. Podia ser esculpida ou pintada. Era escrita na pedra, ou em objetos e papiros. A segunda era uma forma simplificada de traçar os hieróglifos para uso individual, nas atividades cotidianas de escrita. Nunca aparecia gravada em pedra, mas apenas pintada em papiros ou em madeira.

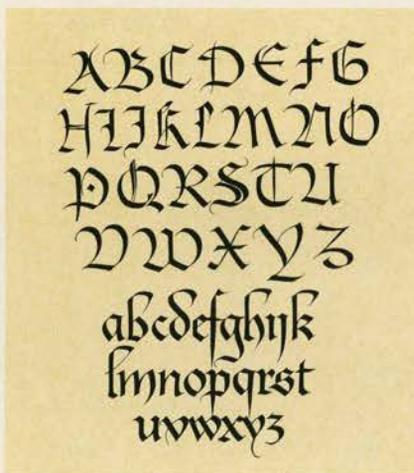
Curiosamente, muitas versões do *Livro dos Mortos*, o livro sagrado da cultura egípcia, foram escritas com hieróglifos, mas as obras mais técnicas, como as de medicina e matemática, foram escritas com letras hieráticas. A escrita demótica representa uma simplificação da escrita hierática. Apareceu quando a civilização egípcia já se extinguiu. As três formas de escrita egípcia constituíram três estilos diferentes de grafar os caracteres, uma vez que a função deles permanecia inalterada.

Outro exemplo de técnica determinando a criação de um novo estilo é a escrita latina monumental, em pedra, que exigia um tipo de letra fácil de ser entalhada. Séculos depois, esse modo de escrever as letras separadamente passou a ser conhecido como *textura*, nos livros escritos à mão. A escrita gótica, por sua vez, surgiu da facilidade de se traçarem barras usando penas de ganso. No início do século XIX, o uso de estiletos e penas de aço facilitou uma escrita caligráfica arredondada e de letras emendadas umas nas outras, a 'caligrafia de escriturário'. Hoje em dia, as canetas esferográficas permitem um uso mais livre e mais solto da escrita, sendo excelentes para a escrita cursiva individual.

A arte individual dos escribas também contribuiu para o surgimento de modificações no traçado das letras, gerando novos estilos. Os hieróglifos dos grandes monumentos apresentam diferenças notáveis nos traços, em comparação com os de alguns sarcófagos. Na Idade Média, os livros manuscritos eram feitos por calígrafos (em grego, *kalos* = belo) que criaram 'escolas' com estilos próprios, como a de Tours, na França, e a de Canterbury, na Inglaterra.



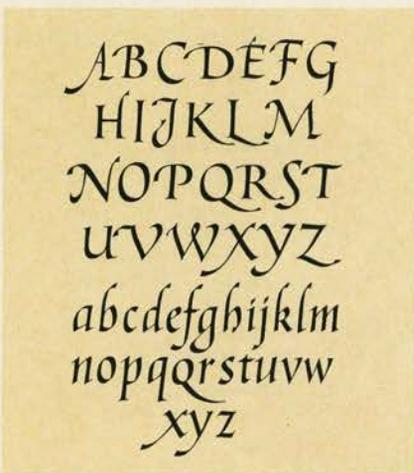
Uncial e semi-uncial romana, séc. IV-VI.



Bastarda, séc. XIV-XVI.



Gótico, séc. XV.



Humanístico itálico, séc. XVI.

ABCDEFGH  
 IJKLMNOP  
 QRSUVWX  
 YZ  
 abcdefghijklm  
 nopqrstuvwxyz

**Versão atual da escrita Fraktur.**

Um fator importante e mais recente para o surgimento de diferentes estilos de letras é o uso da escrita na propaganda. A finalidade de um cartaz é diferente da de um livro e requer recursos expressivos próprios. Letreiros de lojas foram, talvez, os cartazes mais antigos. Foi, porém, com os jornais e revistas que a propaganda tomou um grande impulso e surgiu uma enorme quantidade de novas formas para as letras.

Povos diferentes costumam apresentar modismos próprios com relação ao traçado das letras. Os alemães preferiram a escrita *Fraktur* (um tipo de escrita gótica preta) até a Segunda Guerra Mundial. Os franceses têm um modo de traçar algumas letras que é peculiar — resultado do ensinamento escolar —, assim como os americanos e outros povos. Uma pessoa pode facilmente aprender a reconhecer essas peculiaridades culturais na escrita. Os grafólogos desenvolveram uma tipologia própria que, segundo eles, permite reconhecer traços de caráter e personalidade através da maneira pela qual as pessoas traçam as letras. Ou seja: inventaram uma maneira taxonômica de tratar as variações e invariantes da escrita cursiva. O valor dessa interpretação é objeto de uma discussão, que não mais se trava no âmbito dos sistemas de escrita.

O alfabeto romano tinha apenas letras maiúsculas, chamadas *capitalis*. Nos primeiros séculos da Era Cristã, essas letras foram se arredondando e deram origem às *letras unciais*, que foram usadas do século II ao século IX, permanecendo por muito tempo como um estilo associado à religião.

**Baskerville**

John Baskerville, 1748

**Bodoni**

Giambattista Bodoni, 1788

**Times Roman**

Stanley Morison, 1931

**Alguns tipos e seus criadores.**

O nome *uncial* foi atribuído a esse tipo de letra porque os parágrafos dos manuscritos começavam sempre com uma letra grande, do tamanho de uma unha. O restante do parágrafo se apresentava com uma forma diferente, que passou a ser chamada de *semi-uncial*. Esse estilo de letra (do século VII ao XII) teve dois ramos: um na Irlanda e Inglaterra, conhecido como estilo insular, outro usado em outros países da Europa, o estilo continental.

Houve quatro variantes do estilo continental que foram rotuladas de estilos visigótico, merovíngio, lombardo e saxão, nos territórios que hoje pertencem respectivamente à Espanha, à França, à Itália e à Alemanha. No sul da Itália, surgiu uma quinta variante, chamada de estilo beneventano.

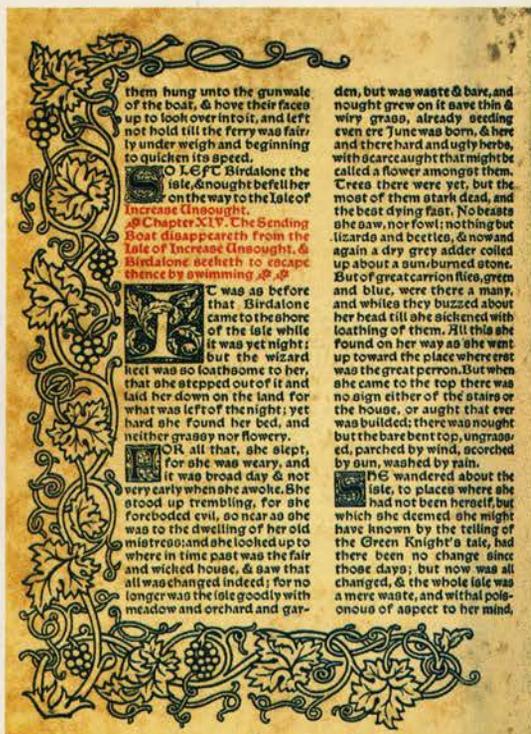
A influência cultural de Carlos Magno (742-814) e de Alcuíno (735-804) atingiu também a produção de livros manuscritos, em Tours, no início do século IX. Alguns desses livros traziam uma forma gráfica de letras que ficou conhecida como estilo carolíngio. Esse estilo tornou-se um modelo universal, deixando para trás os velhos estilos. Ele deu origem ao que hoje chamamos de 'letras de forma minúsculas'.

Os livros com *iluminuras* foram produzidos em larga escala do século VII ao século XIII. Livros manuscritos, como obras de caligrafia, continuam existindo até hoje,

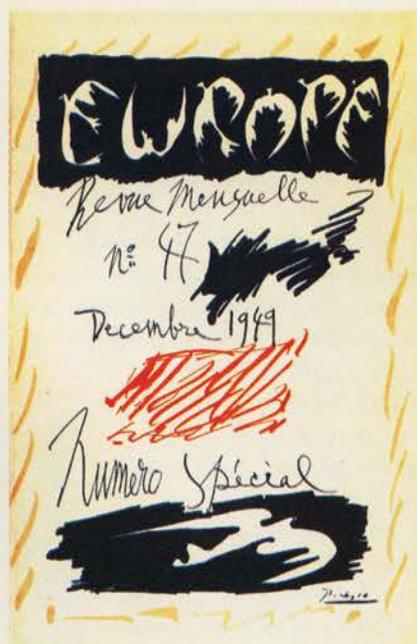
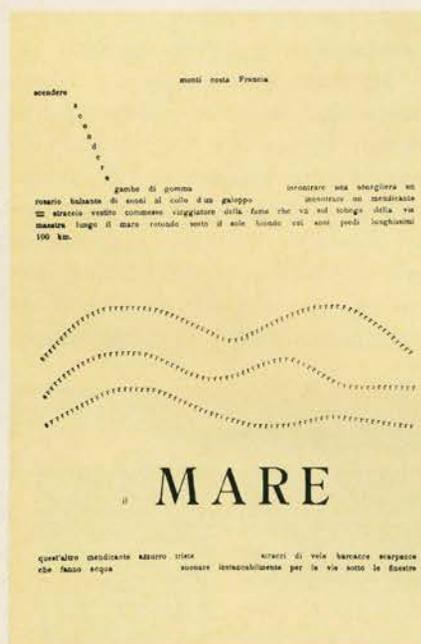
mas como objetos raros. *Alice no país das maravilhas*, de Lewis Carroll (1832-1898) é, sem dúvida, um dos mais famosos.

As letras góticas, que não são uma exclusividade dos povos góticos, surgiram no século XIII como um estilo muito marcante. Naquela época houve um grande desenvolvimento das letras cursivas, num estilo conhecido como cursivo humanístico. Um exemplo é a caligrafia de Petrarca, com que ele escrevia suas famosas cartas e poemas. Sob a influência da escrita carolíngia, surgiu, no estilo insular, no século XV, uma forma de escrita arredondada, chamada *bastarda*. Na Itália, tipos semelhantes ficaram conhecidos como letras *rotunda* e *antiqua*. Uma forma inclinada dessa caligrafia ficou muito famosa: o *itálico*, que apareceu pela primeira vez em livro em 1501.

Do estilo gótico, surgiu a escrita *Schwabach*, da qual se originou a escrita *Fraktur* (1512), que seria muito usada em livros em alemão. No século XV surge outro estilo de letra muito importante, o romano, do qual se derivaram os estilos mais usados ainda hoje na imprensa e nas máquinas de escrever. As letras do tipo Baskerville, Times Roman,



**Página de "The water of the Wondrous Isles", desenhada por William Morris. Kelmscott Press, 1897.**



Acima, “La fin du monde” de Blaisie Cendras. Desenhado por Fernand Léger, 1936. Abaixo, à esquerda, “Il mare”, poesia concreta publicada no periódico futurista *Lacerba*. Composição Godovi, 1915. À direita, capa da revista *Europe*, dezembro de 1949, por Pablo Picasso.

Courier e Sans-serif pertencem ao estilo romano.

Com a impressão de livros por meio de tipos móveis (tipografia), iniciada por Johannes Gensfleisch zum Gutenberg (1397-1468), em Mainz, acabou a era dos copistas, fazedores de livros. Mas não muito tempo depois, no século XVII, teve início uma demanda crescente pela escrita da burocracia dos órgãos governamentais e do comércio, exigindo calígrafos competentes. O estilo cursivo praticado

nessas atividades ficou conhecido como ‘caligrafia de escriturário’ ou ‘de chance-laria’. Enquanto isso, nas escolas públicas, foi introduzida a ‘caligrafia escolar’, da qual se originaram as formas manuscritas usadas hoje, e que apresentam variações de cultura para cultura. Basta comparar, por exemplo, a escrita manual dos americanos, dos franceses e dos brasileiros para verificar as diferenças.

No século XIX, com o incremento do comércio, houve necessidade de se exi-

birem painéis de aviso, que passaram a usar velhos estilos de letras, até mesmo da Idade Média, revitalizando, aos olhos do homem moderno, aquele passado. Com a enorme difusão dos meios de comunicação, em nosso século, uma infinidade de novos estilos e tipos de letras passou a ser adaptada ou criada por especialistas nesse tipo de arte.

Voltamos, assim, depois de uma rápida visita à estrutura dos sistemas de escrita e à história das letras, à questão inicial: como conseguimos ler — e com facilidade — letras escritas de maneiras gráficas tão diferentes, mas que devem ser identificadas apenas como variantes de um mesmo caractere? Vista apenas em seus aspectos gráficos, a escrita se apresenta como um caos; mas do ponto de vista funcional, o que era confuso torna-se bem organizado na mente dos usuários.

O caos, portanto, é apenas aparente. No fundo, a escrita segue regras muito claras e rigorosas e, porque as aprendemos ao aprender a ler, o aparente caos do mundo da escrita de hoje não nos assusta. Pelo contrário: essa imensa complexidade, que à primeira vista somos incapazes de conhecer, comprova a nossa imensa capacidade de interpretar o caos como se fosse a coisa mais simples da vida.

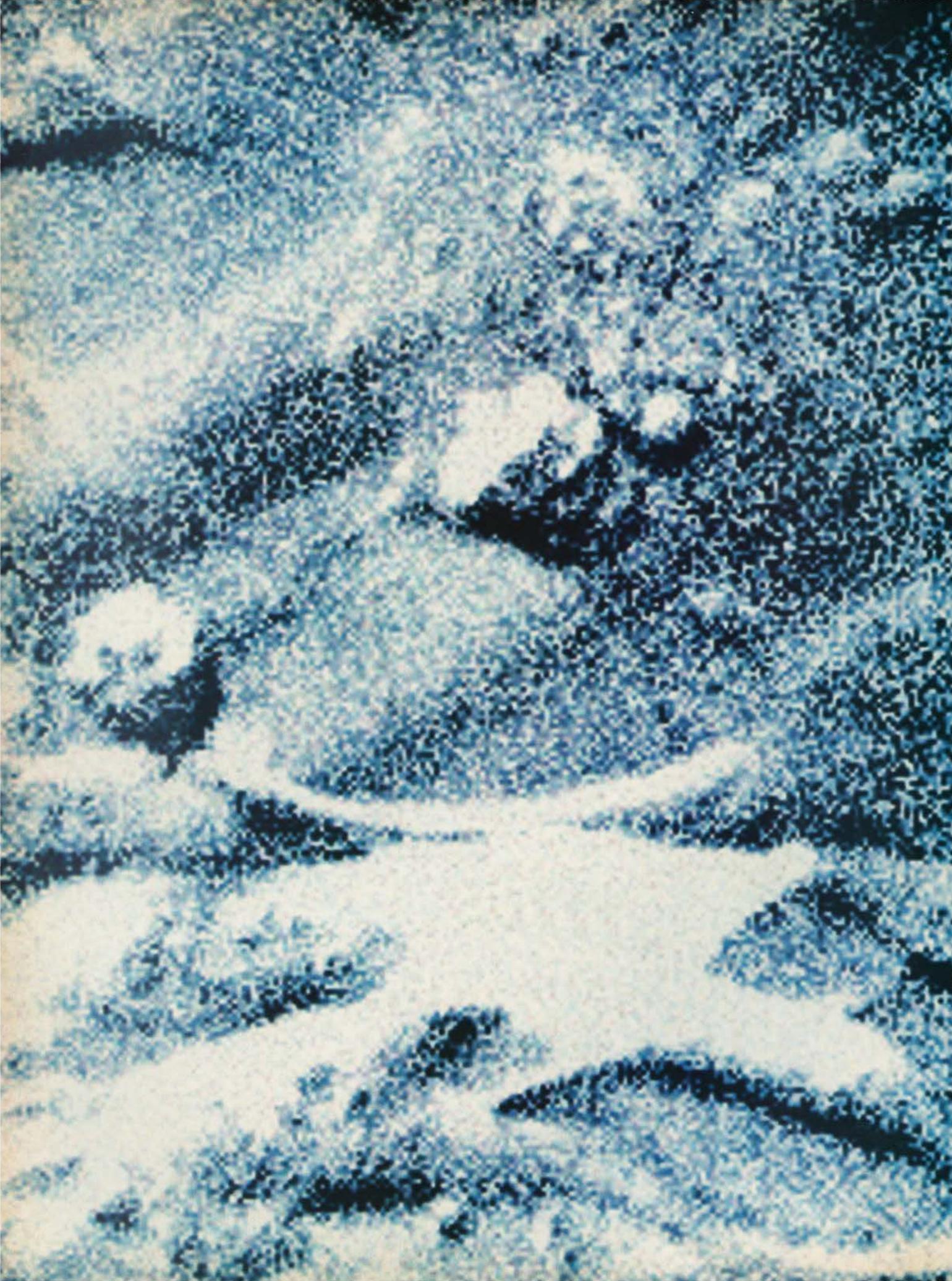
#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- CAGLIARI L. C. ‘A escrita’. In: *Alfabetização e linguística*. São Paulo: Editora Scipione, p. 94-146, 1989 (Acompanha o poster ‘A origem das letras do alfabeto’).
- COHEN M. *La grande invention de l’écriture et son évolution*. Paris: Imprimerie Nationale; Librairie C. Klincksieck, 1958.
- DIRINGER D. *A escrita*. Lisboa: Editorial Verbo, 1968.
- DOBLHOFER E. *A maravilhosa história das línguas. Decifração dos símbolos e das línguas extintas*. São Paulo: Ibrasa, 1962.
- SAMPSON G. *Writing Systems*. London: Hutchinson, 1985.
- ULLMAN B.L. *Ancient Writing and its influence*. Cambridge: The M.I.T. Press, 1969 (1ª ed. 1932).
- WHALLEY J.I. *The Art of Calligraphy – Western Europe & America*. London: Bloomsbury Books, 1980.

Edição de texto: Maria Ignez Duque Estrada

*A ciência e a FBB  
tem algo em comum:  
elas não são a solução,  
são apenas o meio.*

*Mas sem um bom meio,  
como chegar à solução?*



# JUNÇÕES COMUNICANTES

**David C. Spray**

Departamento de Neurociências, Albert Einstein College of Medicine, Nova York, EUA

**Antônio Carlos Campos de Carvalho**

Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro

**A**s células que compõem os tecidos de um organismo vivo contêm em sua membrana plasmática (a membrana que delimita os espaços intra e extracelular) áreas onde se encontram estruturas especializadas, denominadas junções celulares. Delas, há três tipos mais importantes, classificados de acordo com a principal função que desempenham. As junções de ancoramento promovem a adesão de uma célula a outra ou a elementos da matriz extracelular. As junções de oclusão atuam no sentido de restringir a passagem de substâncias pelo espaço entre as células, principalmente as da pele. E, por fim, as junções comunicantes, tema deste artigo, promovem, como o nome indica, a comunicação entre as células.

Em um organismo, praticamente todas as células estão acopladas por meio de junções comunicantes (as células sanguíneas, que geralmente não se associam, as musculares esqueléticas e grande parte das nervosas são, usualmente, exceção). Formadas por proteínas da membrana plasmática, denominadas conexinas, tais junções formam verdadeiros túneis que ligam diretamente o meio interno de células adjacentes. Assim, num órgão como o fígado, as células estão todas interconectadas por meio dessa rede, fazendo com que as células do tecido hepático possam ser substituídas por uma única estrutura que guarda as propriedades das células individuais.

Cada célula de um par em acoplamento contribui com a metade do "túnel", ou canal juncional, que se deixa atravessar por moléculas, neutras ou carregadas, de dimensões apreciáveis. Esta baixa seletividade faz com que várias moléculas biologicamente importantes possam atravessar os canais juncionais, transitando livremente entre as células que compõem um determinado tecido. Em nervos e músculos, por exemplo, a presença das junções comunicantes garante o rápido fluxo de informações (neste caso, de natureza elétrica) de uma célula a outra.

No coração, a contração de toda a massa muscular só ocorre de modo sincronizado por causa da presença das junções comunicantes, que garantem rápida e eficiente transmissão de um sinal de natureza elétrica (o potencial de ação) que precede e desencadeia o fenômeno contrátil. No sistema nervoso de invertebrados, a presença de junções comunicantes permite a transmissão quase instantânea de sinais elétricos entre os neurônios, possibilitando uma rápida resposta de fuga, de grande valor adaptativo para esses animais.

A comunicação entre células através das junções comunicantes parece também desempenhar um papel relevante no processo de diferenciação celular em embriões, no controle do crescimento celular e na regulação do processo de secreção glandular.

**T**odos os sistemas e órgãos do corpo (o coração e o sistema cardiovascular, o sistema nervoso, o fígado e o sistema digestivo e assim por diante) são constituídos por células especializadas em determinadas funções. A coordenação ou integração dessas funções resulta de que células individuais especializadas se comunicam entre si e com o mundo exterior através de canais ou poros, de diversos tipos, existentes em suas membranas. Uns, extremamente seletivos para determinados íons (mais comumente potássio, cálcio ou sódio), se abrem quando o potencial elétrico através da membrana celular se altera e são responsáveis pela excitabilidade celular, a propriedade que permite a certas células, como neurônios e músculos, gerar e propagar impulsos elétricos ou potenciais de ação. Outros se abrem quando neurotransmissores, hormônios ou drogas se ligam a sítios específicos nas proteínas que formam os próprios canais; quando abertos, são em geral menos seletivos em termos dos íons que os atravessam, sendo responsáveis pela transmissão do impulso nervoso entre neurônios, permitindo, desse modo, funções como movimento, memória e pensamento.

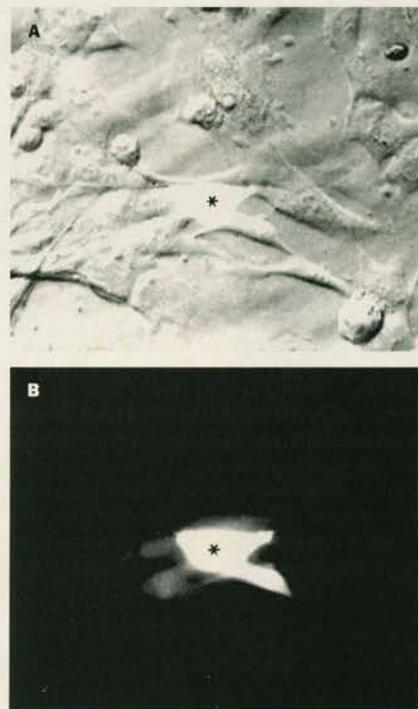
Um dos principais meios de comunicação entre as células são os canais que ligam diretamente uma célula a outra, formando verdadeiros túneis por onde sinais químicos e correntes elétricas podem passar sem que se percam para o meio extracelular. Como estes canais só podem existir em regiões onde as células estão em íntimo contato, eles são encontrados, na microscopia eletrônica, em agregados ou placas denominadas junções comunicantes. Em alguns tecidos, como os neurônios do cérebro, tais junções são pequenas e podem conter apenas uns poucos canais intercelulares; em outros, como o fígado e o coração, elas podem ter grande dimensão, contendo dezenas ou centenas de milhares de canais juncionais.

Com um diâmetro bem maior que o de outros canais de membrana, o canal juncional permite que moléculas sinalizadoras trafeguem entre as células junto com os pequenos íons que permeiam os

canais ativados por voltagem ou ligantes. A figura 1 ilustra um experimento em que injetamos uma molécula fluorescente, o amarelo de Lúifer, com peso molecular de 457 daltos, dentro de uma célula (marcada com asterisco) de uma cultura de células de músculo liso. Pode-se observar (em B) que o corante se espalhou da célula injetada para um grande número de vizinhas suas. Como o corante é carregado, ele não atravessa a membrana plasmática. Portanto, para passar de uma célula a outra ele deve transitar através das junções comunicantes.

Estudos que utilizaram moléculas fluorescentes de tamanhos conhecidos permitiram concluir que o diâmetro do canal juncional em células de mamíferos é de, pelo menos, um nanometro (1nm, ou  $10^{-9}$ m), aproximadamente dez vezes maior que o diâmetro do canal de sódio. Por isso, a maioria das moléculas com peso molecular abaixo de mil daltos passa livremente entre as células acopladas através de canais juncionais. A gama de moléculas e íons menores que esse limite inclui importantes segundo mensageiros — moléculas, como cálcio, monofosfato de adenosina cíclico (AMPc) e inositol trifosfato ( $IP_3$ ), que sinalizam no interior da célula alterações no ambiente externo —, todos os aminoácidos, pequenos peptídeos e nucleotídeos, além do trifosfato de adenosina (ATP) e de seus metabolitos. Como as junções comunicantes não permitem a passagem de ADN, ARN ou organelas (como mitocôndrias) entre as células acopladas, a identidade celular é mantida na presença desse tipo de comunicação celular.

**A**s principais funções das junções comunicantes variam de acordo com o tipo de tecido onde são encontradas. No sistema nervoso e no coração, a função primordial dos canais juncionais é permitir o fluxo de íons de uma célula a outra, num processo denominado acoplamento iônico. As junções comunicantes existentes entre neurônios também são denominadas sinapses elétricas ou eletrotônicas, para distinguir este modo de comunicação intercelular e a sinapse química. Nesta última, a entrada de cálcio através de ca-



**Figura 1. Acoplamento celular evidenciado através da injeção do corante amarelo de Lúifer em células de musculatura lisa. (A) Imagem em contraste de fase de células musculares lisas em cultura. A célula marcada com o asterisco recebeu o corante, que é incapaz de atravessar a membrana plasmática. (B) Mesmo campo mostrado em (A), com epi-iluminação com lâmpada de xenônio, usando filtros de excitação e emissão apropriados para isotiocianato de fluoresceína, para evidenciar a fluorescência do corante injetado. Um minuto após a injeção, o corante se difundiu para várias outras células no campo, demonstrando a existência de acoplamento entre elas.**

nais ativados por voltagem faz com que a célula pré-sináptica libere neurotransmissor, que se difunde pelo espaço intercelular e abre canais ativados por ligante na célula pós-sináptica. Em sinapses químicas, a transmissão do impulso leva geralmente 0,5 milissegundo ( $10^{-3}$ s); em sinapses eletrotônicas, o fluxo da corrente entre as células é virtualmente instantâneo, e a transmissão do impulso pode ser muito mais rápida.

Diversos animais desenvolveram respostas de fuga baseadas na transmissão eletrotônica. O lagostim, por exemplo, é um invertebrado cujo sistema nervoso central está conectado aos músculos da cauda através de feixes nervosos que contêm axônios gigantes, ou seja, fusões

de células individuais que se conectam em cada gânglio por meio de junções comunicantes. Em resposta a predadores, o cérebro do animal ordena a flexão da cauda, enviando um sinal através de neurônios eletrotonicamente conectados, que formam o axônio gigante. Como não há o retardo típico das sinapses químicas, a flexão é executada com muita rapidez, aumentando as chances do lagostim escapar.

Uma outra função do acoplamento iônico no sistema nervoso é a coordenação da atividade de células que têm uma função comum. Na retina, por exemplo, as células horizontais são acopladas eletricamente, e a modulação deste acoplamento desempenha papel importante no refinamento da acuidade visual. Esta função de coordenação parece ser também muito importante em células secretoras, como as células das ilhotas de Langerhans, no pâncreas, da porção nervosa da hipófise e das glândulas salivares e lacrimais. Nestas células, a presença de canais juncionais parece sincronizar a liberação de hormônios, gerando uma resposta mais eficaz às demandas do organismo. Em certos casos, o acoplamento iônico também pode servir para remover íons do espaço extracelular, impedindo aumentos da concentração iônica, que poderiam acarretar problemas. Na glia, por exemplo, a extensa conexão intercelular por meio de junções comunicantes permite uma redistribuição de íons potássio através do cérebro, impedindo que os neurônios permaneçam despolarizados e continuem disparando potenciais de ação após ciclos de atividade neuronal, o que certamente ocorreria se o acúmulo de íons potássio ao redor dos neurônios não fosse dissipado.

Outra função que pode ser atribuída às junções comunicantes é a troca de metabólitos e de segundo mensageiros entre as células. Esta função, denominada acoplamento metabólico ou cooperação metabólica, é bem ilustrada no fígado, que tem como uma de suas funções primordiais metabolizar moléculas tóxicas, evitando assim que elas danifiquem outros tecidos. No fígado, as junções comunicantes estão presentes em grande número

e, presumivelmente, agem no sentido de distribuir as moléculas entre as células, de modo a evitar que níveis tóxicos sejam alcançados em células individuais. O potencial deste tipo de comunicação intercelular foi enfatizado por Pitts e colaboradores, que demonstraram que células deficientes em metabólitos essenciais (indispensáveis à vida) podem sobreviver se as deixarmos formar junções comunicantes com células similares que possuam esses metabólitos. A troca difusional de segundo mensageiros através dos canais juncionais é, provavelmente, um aspecto importante da sincronização de células secretoras, que opera em adição à sincronização elétrica acima mencionada. Além disso, esta difusão de segundo mensageiros pode ser fundamental na gênese e manutenção do tônus muscular contrátil em músculos lisos, além de permitir explicar a existência de ondas síncronas e peristálticas de contração. Não se sabe exatamente qual é a molécula segundo mensageira mais importante para estas várias funções, mas está bem estabelecido que o AMPc, o cálcio e o inositol trifosfato atravessam sem problemas os canais juncionais.

**A**lém dos exemplos já mencionados, há situações fisiológicas e patológicas em que se conhece ou se suspeita do envolvimento das junções comunicantes. Um exemplo, com longa história de evidências e de correlações favoráveis, é o processo de desenvolvimento e diferenciação celular. Nas fases precoces do desenvolvimento embrionário, até a fase de gástrula em muitas espécies, as células do embrião estão todas muito bem acopladas. Quando o processo de diferenciação celular se inicia e grupos de células ficam comprometidos com estágios de desenvolvimento distintos, aparecem os chamados "compartimentos de comunicação"; as células de um mesmo compartimento estão acopladas entre si, mas não se comunicam com as demais. Acredita-se que as junções comunicantes criam uma via para a distribuição intercelular de morfógenos (moléculas capazes de induzir a diferenciação celular), que ficam confinados à medida que o acoplamento se restringe.

Aberrações no crescimento e desenvolvimento normal dos tecidos, incluindo o crescimento tumoral e as metástases, também parecem envolver as junções comunicantes, através de defeitos na comunicação intercelular. Embora as células formadoras da maioria dos tumores possuam junções comunicantes e sejam acopladas, há evidências de que, entre elas, ocorre uma redução no número de junções e no acoplamento funcional.

Métodos imunológicos e moleculares começam a permitir que essas hipóteses sejam testadas de forma rigorosa e reformam o elo entre as junções comunicantes e o crescimento celular controlado. A injeção de anticorpos dirigidos para as proteínas das junções comunicantes no interior de células embrionárias de hidra, de anfíbio e de camundongo conduz a aberrações durante o desenvolvimento embrionário, provavelmente por causa do fechamento prematuro das vias de comunicação intercelular. A introdução do gene da junção comunicante numa linhagem celular com severa deficiência nessas junções alterou o comportamento dessas células (altamente metastáticas) nos tumores, reduzindo drasticamente a taxa de crescimento destes. Os resultados de ambos os tipos de estudos alimentam fundadas esperanças de que, no futuro, a terapia gênica possa ser utilizada em doenças caracterizadas pelo crescimento celular desordenado.

Outra classe de doenças em que se suspeita fortemente de um envolvimento das junções comunicantes são as cardíacas, especialmente naqueles quadros em que estão presentes arritmias e distúrbios de condução. Trabalhos recentes indicam que a distribuição das junções comunicantes pode ser alterada no processo de envelhecimento normal e após o infarto miocárdico experimental. Um exemplo surpreendente é a perda de junções comunicantes em miócitos cardíacos infectados com o protozoário *Trypanosoma cruzi*, o agente da doença de Chagas, a maior causa de cardiomiopatia na América Latina (ver "Algumas patologias associadas às junções comunicantes").

## ALGUMAS PATOLOGIAS ASSOCIADAS ÀS JUNÇÕES COMUNICANTES

Na década de 1960, a observação de que algumas linhagens celulares derivadas de tumores exibiam baixo grau de acoplamento celular levou alguns cientistas à apressada conclusão de que a perda da comunicação intercelular era uma etapa fundamental no processo de malignização que levava ao crescimento celular desordenado. Esta idéia foi abandonada no início da década de 1970, após detectar-se em diversas linhagens celulares transformadas um grau de acoplamento quase idêntico ao de células normais.

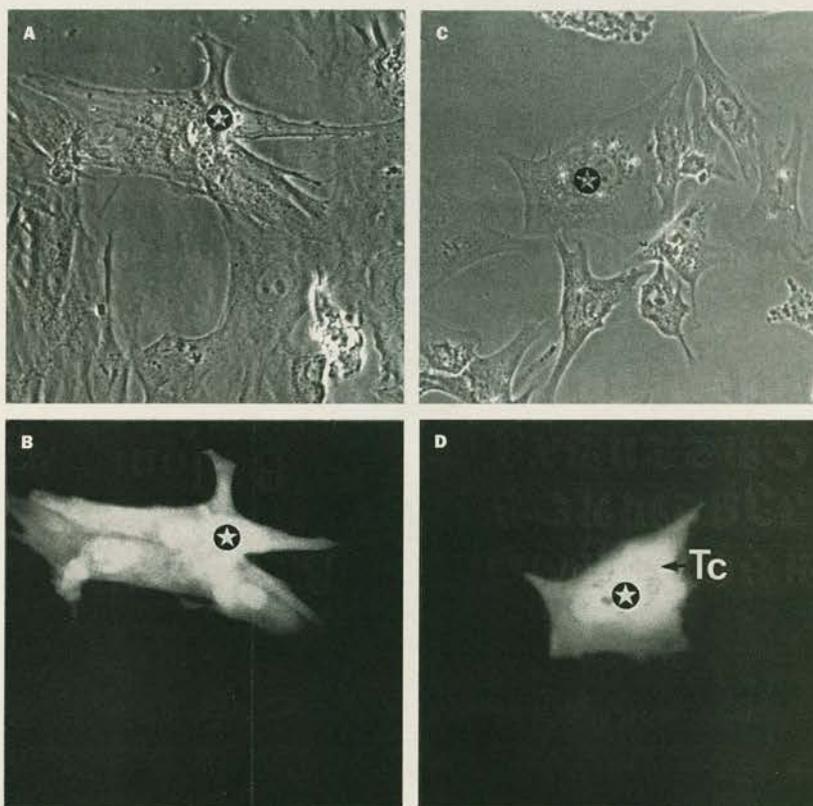
Já nos anos 90, a idéia do envolvimento das junções comunicantes em processos patológicos ganhou novo impulso. Com relação ao processo de crescimento celular, a transfecção de linhagens celulares tumorais altamente metastáticas, que exibiam baixo grau de acoplamento celular, com DNAc das conexinas permitiu demonstrar que o restabelecimento do acoplamento celular retardava o crescimento de tumores produzidos por estas linhagens celulares. Assim, evoluiu-se para a noção de que a perda da comunicação intercelular pode, de fato, influenciar no processo de transformação celular que resulta no crescimento desordenado, mas apenas como agente modulador e não como agente determinante desse processo.

**Figura 2. Fotomicrografias em campo claro (painéis superiores) e fluorescência (painéis inferiores), mostrando acoplamento por corante em culturas de miócitos cardíacos controle (painéis A e B) e a redução do acoplamento em culturas infectadas com *Trypanosoma cruzi* (Tc) (painéis C e D). Repare que o corante (amarelo de Lúci fer) injetado nas células marcadas com o asterisco se espalha para as células vizinhas na cultura controle (A e B) mas fica restrito à célula injetada na cultura infectada (C e D).**

No coração, a relação entre os defeitos da comunicação intercelular por meio de junções comunicantes e a presença de arritmias e distúrbios de condução ficou estabelecida em situações como o infarto miocárdico experimental. Em experimentos com células infectadas por *Trypanosoma cruzi*, demonstrou-se que a presença do parasita no interior da célula cardíaca leva a uma acentuada redução do acoplamento celular, com desaparecimento da proteína juncional cardíaca, a conexina 43, da região de contato entre as células (figura 2).

Outra patologia em que se demonstrou o envolvimento das junções comunicantes é a doença de Charcot-Marie-Tooth (CMT), que provoca uma degeneração dos nervos periféricos, acarretando perda sensorial, atrofia e

fraqueza muscular. Uma das formas dessa doença é acompanhada de demielinização (perda da bainha de mielina que reveste os nervos, acelerando a condução dos impulsos nervosos) e está ligada a alterações no cromossomo X. Neste mesmo cromossomo localiza-se o gene da conexina 32, normalmente presente na bainha de mielina dos nervos periféricos. Na forma de CMT ligada ao cromossomo X foram demonstradas mutações no gene da conexina 32, muitas das quais resultam na formação de canais juncionais não funcionantes, indicando que a conexina 32 tem um importante papel na manutenção da estrutura e na função dos nervos periféricos e demonstrando, pela primeira vez, alterações genéticas hereditárias numa proteína juncional.

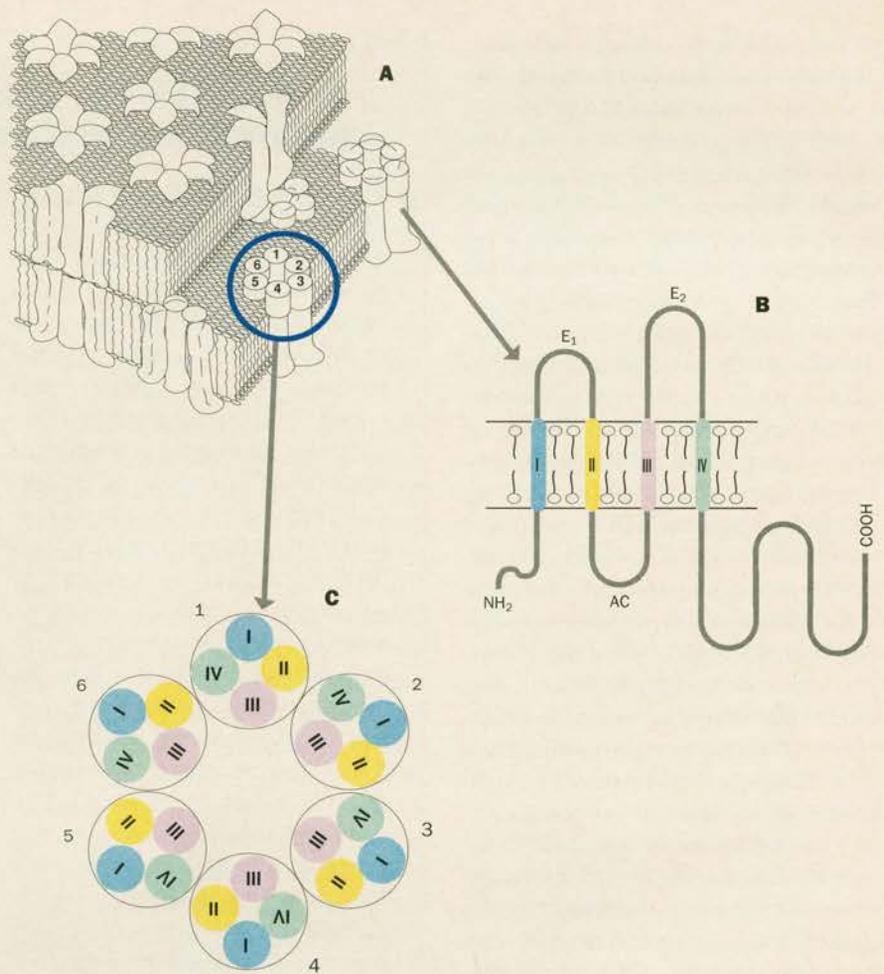


**P**elo fato de as junções comunicantes serem tão abundantes, encontradas entre as células da maioria dos tecidos corpóreos, e desempenharem papéis importantes na fisiologia e fisiopatologia dos tecidos, tornou-se desejável saber mais a respeito de sua composição bioquímica e molecular, sua distribuição pelos tecidos e a forma como sua função e expressão são reguladas. A primeira evidência a respeito da subestrutura dos canais juncionais foi apresentada há mais de trinta anos, em um artigo em que J.D. Robertson demonstrava que o arranjo dos canais juncionais era regular, exibindo simetria hexagonal. Para isso, a composição do canal deveria envolver a contribuição de seis subunidades por cada célula, uma predição que tem sido consistentemente confirmada nos últimos quinze anos por estudos que utilizam imagens de alta resolução. A evolução nas técnicas de isolamento de proteínas de membrana permitiu que as proteínas juncionais fossem, pouco a pouco, isoladas. Logo que seqüências parciais das proteínas isoladas se tornaram disponíveis, as técnicas de biologia molecular geraram rapidamente os clones e as seqüências primárias.

Hoje sabemos que as junções comunicantes são codificadas por uma família de genes dotados de uma estrutura similar e pouco usual (um único íntron separando um pequeno éxon a montante do éxon que contém a seqüência codificante completa do gene, como mostra a figura 3), e que em sua maioria estão localizados em cromossomos distintos (ver "Transposons, a dança dos genes", em *Ciência Hoje* nº 22). As proteínas juncionais são atualmente denominadas conexinas. Suas seqüências de aminoácidos,



**Figura 3. Organização cromossômica das conexinas. Os membros da família multigênica das conexinas possuem um éxon (E<sub>1</sub>) curto inicial, que contém a seqüência 5' não traduzida, e um segundo éxon (E<sub>2</sub>) mais longo, que compreende toda a região de codificação e a seqüência 3' não traduzida. O códon inicial (ATG) está localizado no início de E<sub>2</sub>.**



**Figura 4. (A) Esquema da estrutura da junção comunicante, segundo Makowski *et al.* (1977). Cada célula de um par contribui com um hemicanal formado de seis monômeros (numerados de 1 a 6 na figura). O canal completo é um docecâmero. (B) Cada monômero tem quatro prováveis segmentos transmembrana (I a IV na figura), duas alças extracelulares (E<sub>1</sub> e E<sub>2</sub>), uma alça citoplasmática (AC) e as porções amino e carboxi-terminais (NH<sub>2</sub> e COOH) no citoplasma. O canal completo (conexon) é formado por meio de interações não covalentes entre as alças extracelulares de cada hemicanal. (C) Arranjo provável dos segmentos transmembrana do conexon formando a parede do poro. Supõe-se que o segmento III forme as paredes do poro baseado em análise de hidropaticidade da seqüência de aminoácidos deduzida dos ADNs.**

dos, aproximadamente 50% idênticas, têm em comum quatro regiões transmembrana, três regiões localizadas no citoplasma (uma porção amino-terminal curta, uma alça com comprimento algo variável e uma porção carboxi-terminal que é a mais variável em comprimento e em seqüência de aminoácidos) e duas alças extracelulares muito semelhantes em comprimento e em composição (figura 4). As alças extracelulares são provavelmente as responsáveis pela conexão firme e impermeável que une os hemicanais, ou conexons, de cada célula. Algumas posições de aminoácidos nessas alças são idênticas na maioria das cone-

xinas, especialmente as três cisteínas em cada alça extracelular. Acredita-se que esta característica seja responsável pela formação de junções entre células que expressam diferentes conexinas. O terceiro segmento transmembrana, denominado M3, contém aminoácidos polares a cada terceiro ou quarto resíduo; como a proteína tem um arranjo em alfa-hélice, é concebível que estes resíduos formem o revestimento polar da parede do canal. Como voltaremos a tratar adiante, atribui-se à dissimilaridade em outras partes das moléculas de conexina a diversidade de propriedades fisiológicas e biofísicas dos diversos canais juncionais.

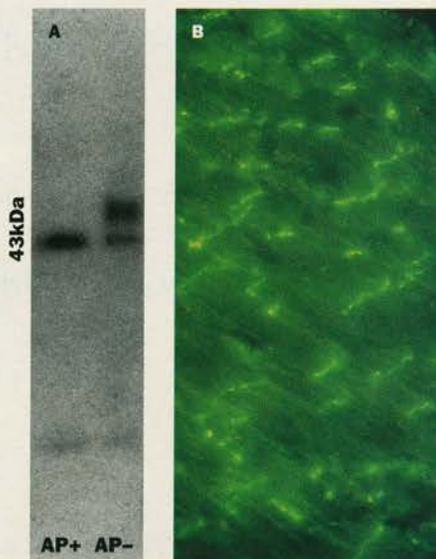
Diferentes tipos celulares expressam diferentes conexinas (ver "A família das conexinas"). A conexina 32, inicialmente isolada de fígado de rato, é um dos principais componentes das junções comunicantes em outras células epiteliais, bem como em determinados neurônios e em um tipo de célula de glia no cérebro (oligodendrócitos). A conexina 43, inicialmente isolada de coração de rato e abundante em todas as células do sistema cardiovascular, é expressa na maioria das células tumorais e pode ser encontrada entre todas as células da pele e da leptomeninge, bem como entre os astrócitos no cérebro. A conexina 26 é co-expressa com outras conexinas no fígado e no cérebro e pode ser encontrada isoladamente na glândula pineal. Acredita-se que os canais juncionais são formados por múltiplas cópias de uma única proteína, mas células que sintetizam um determinado tipo de conexina podem se comunicar com células que fabricam outro tipo, indicando que as diferentes conexinas podem se alinhar para formar canais juncionais heterólogos, ou seja, formados por conexons (hemicanais) diferentes. Além disso, a co-expressão de mais de uma conexina em um tipo celular determinado abre a possibilidade de que o conexon de uma das células tenha diferentes subunidades em sua composição, embora ainda não haja evidência experimental da existência de tais hemicanais heterólogos (formando junções heterométricas).

**D**iferentes conexinas formam canais juncionais que têm propriedades fisiológicas distintas. Através da utilização de técnicas eletrofisiológicas modernas é possível distinguir a diminuta corrente elétrica que flui através de canais iônicos individuais. No caso das junções comunicantes, formam-se selamentos de alta resistência elétrica, com microeletrodos de vidro, polidos por aquecimento, em pares de células. Os fragmentos de membrana sob a ponta do eletrodo são rompidos por meio de forte sucção, podendo-se então medir, com amplificadores apropriados, a corrente que flui entre as duas células, em resposta à imposição de um gradiente de potencial elétrico (figu-

## A FAMÍLIA DAS CONEXINAS

A produção de anticorpos capazes de reconhecer especificamente proteínas de junções comunicantes foi um passo fundamental para o estudo da comunicação intercelular. Até o início da década de 1970, acreditava-se que todas as junções comunicantes eram constituídas por uma única proteína, apesar de experimentos fisiológicos já indicarem a existência de propriedades funcionais distintas para os diferentes tipos de junções estudadas. A partir dessa década, a produção de anticorpos que reconheciam especificamente ou a proteína juncional de fígado ou a de coração (ver figura 5), aliada ao fato de que a proteína juncional cardíaca exibia propriedades físico-químicas distintas daquela purificada de fígado, começava a indicar que as proteínas juncionais, na realidade, constituíam toda uma família. Entretanto, só na metade da década de 1980, com a clonagem da primeira conexina — a proteína juncional de fígado, agora denominada conexina 32 —, é que as técnicas de biologia molecular permitiram identificar rapidamente um número de proteínas juncionais até então inimaginável para o mais otimista dos estudiosos.

Sabemos hoje que as conexinas constituem uma família multigênica de proteínas com razoável grau de homologia. Uma dúzia de membros foram identificados em uma única espécie (o camundongo). Agora, um dos desafios para os pesquisadores é saber a razão de um número tão grande de conexinas. Outra questão importante a ser abordada é por que a maioria dos tecidos expressa mais de um tipo de conexina. No coração, além da conexina 43, principal proteína juncional cardíaca, as conexinas 40 e 45 também são expressas. Canais formados por estas diferentes conexinas exibem resistências unitárias distintas e são afetados diferentemente por voltagem, sugerindo que o acoplamento elétrico pode exibir propriedades funcionais distintas entre as células cardíacas, dependendo da predominância de um tipo específico de conexina. A esse respeito, é interessante notar que, no coração, os tecidos especializados de condução expressam muito menos conexina 43 do que os miócitos ventriculares, e que a expressão destas conexinas parece ser diferencialmente regulada durante a diferenciação do coração.



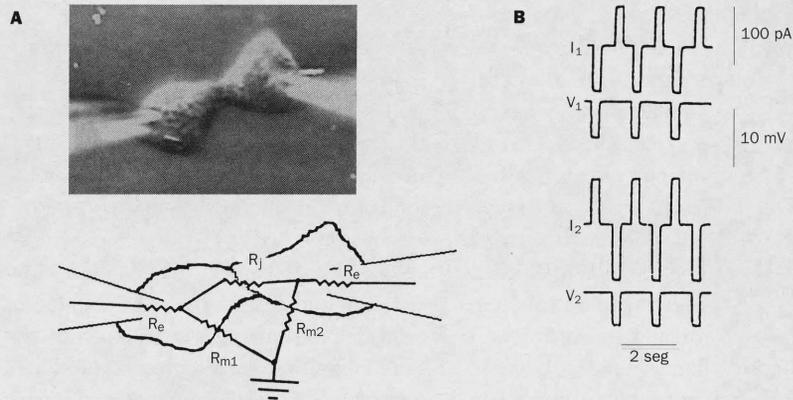
**Figura 5. (A)** Imunoblot de células de músculo liso em cultura, utilizando-se um anticorpo policlonal específico para a conexina 43. Observe-se na pista direita (AP-) que pelo menos duas bandas são reconhecidas pelo anticorpo em torno de 43 kDa. Já na pista da esquerda, após tratar as células com a enzima fosfatase alcalina (AP+), que remove grupamentos fosfato das proteínas, observa-se uma única banda, que corresponde à forma não fosforilada da conexina 43. **(B)** Imunofluorescência de tecido cardíaco utilizando anticorpo policlonal. O anticorpo marca a região correspondente aos discos intercalares onde se concentram as junções comunicantes.

ra 6). Quando apenas uns poucos canais juncionais estão abertos, o registro de corrente mostra eventos retangulares, que correspondem a abertura e fechamento de canais individuais (figura 7). O número de canais abertos em qualquer tempo e a duração dessa abertura podem ser modificados por diversos tratamentos. A abertura e o fechamento dos canais são análogos aos de uma porta, permitindo ou impedindo o fluxo de íons na forma "tudo ou nada". Entre os agentes que controlam a abertura e o fechamento dos canais juncionais estão o pH e o cálcio intracelulares, agentes fosforilantes, certos anestésicos gerais e a voltagem.

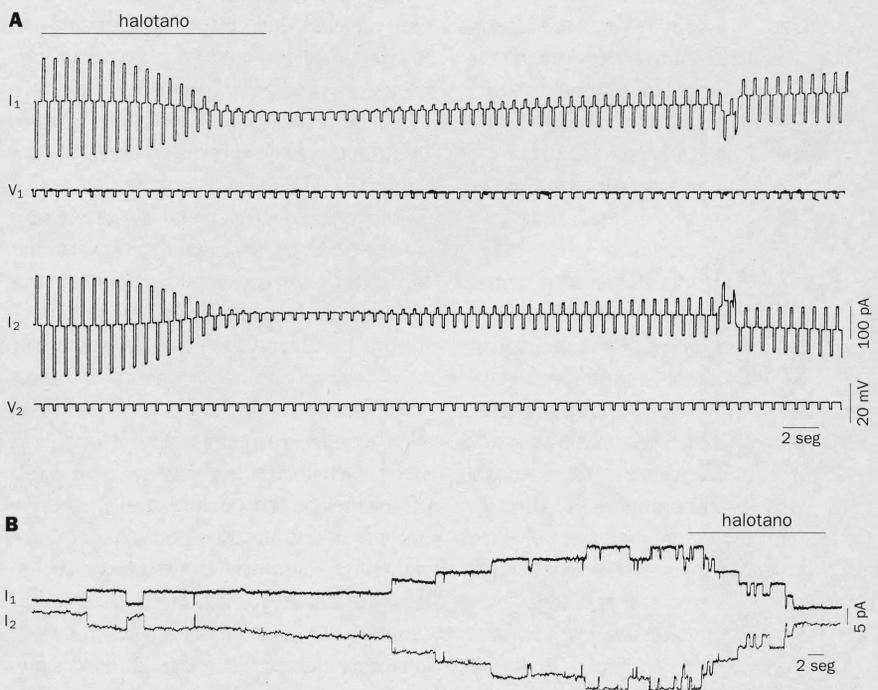
A primeira demonstração de que os canais juncionais podem ser fechados foi obtida há quase um século pelo fisiologista alemão Rotschulst. Ele demonstrou que a área ao redor de uma lesão no coração recomeçava a bater logo após a lesão ter sido provocada. Se os canais juncionais permanecessem abertos, todas as células do órgão se despolarizariam (perderiam seu potencial de repouso) e o coração pararia de bater. O fechamento dos canais juncionais tem, indubitavelmente, valor adaptativo, pois se a célula vizinha fosse lesada, as células a ela acopladas perderiam não apenas seu potencial elétrico, mas vários de seus metabólitos, por difusão para o meio exteno.

Nos últimos quinze anos, foram identificados diversos mecanismos de controle dos canais juncionais, capazes de agir em canais formados por diferentes conexinas. Mais recentemente, experimentos de mutagênese sítio-dirigida em conexinas expressas em sistemas exógenos começaram a permitir a identificação de regiões da molécula que são responsáveis pelos vários mecanismos de controle.

Por muito tempo pensou-se que a concentração de cálcio livre no citoplasma fosse o principal determinante do estado aberto ou fechado dos canais juncionais. Esta hipótese se devia à observação de que o batimento cardíaco num ventrículo lesado era restaurado mais rapidamente quando o íon cálcio estava presente no meio e à demonstração de que quando grandes quantidades de cálcio eram injetadas nas células os canais juncionais se fechavam. Na última dé-



**Figura 6.** Micrografia de um par de miócitos isolados do coração de um rato neonatal, estudados pela técnica de dupla fixação de voltagem em célula inteira (*dual whole cell patch-clamp*). O esquema abaixo mostra o circuito elétrico equivalente.  $R_e$  é a resistência do eletrodó,  $R_m$  a resistência da membrana e  $R_j$  a resistência da junção. (B) Registro das correntes ( $I$ ) e voltagens transmembrana ( $V$ ) em cada célula do par ilustrado em A. O potencial de ambas as células é inicialmente fixado em um valor comum e então se aplicam pulsos de voltagem teste alternadamente nas células 1 e 2, registrando-se as correntes correspondentes. A deflexão para cima no traçado de corrente corresponde à corrente que atravessa as junções comunicantes. A deflexão para baixo corresponde à soma das correntes juncional e não juncional. A resistência da junção pode ser calculada dividindo-se a diferença de potencial transjuncional pela corrente juncional.



**Figura 7.** A exposição de um par de células musculares lisas ao anestésico halotano as desacopla de forma reversível, revelando atividade elétrica de canais juncionais unitários em B. (A) O desacoplamento reversível induzido por halotano (2 mM) é evidenciado pela redução na deflexão para cima (correspondente à corrente juncional) nos traçados de corrente de ambas as células ( $I_1$  e  $I_2$ ). Interrompida a perfusão de halotano, as células voltam a se acoplar. (B) Durante a fase de desacoplamento com halotano pode-se registrar atividade de canais juncionais unitários entre as células. No registro mostrado, a voltagem da célula 1 foi fixada em +5 mV, enquanto a da célula 2 foi fixada em -25 mV. A natureza juncional dos canais é revelada pela amplitude idêntica e oposta das transições de correntes unitárias registradas nas duas células.

cada, com a utilização de corantes que alteram suas propriedades espectrais de acordo com a concentração de cálcio, tornou-se possível medir a concentração intracelular de cálcio em células vivas. Esses estudos confirmaram que os níveis de cálcio livre citoplasmático são bem menores que os níveis no meio externo, e que não são de natureza fisiológica as alterações na concentração de cálcio intracelular necessárias para provocar o fechamento dos canais juncionais. As células musculares cardíacas e lisas certamente permanecem acopladas quando os níveis de cálcio citoplasmático aumentam o suficiente para provocar uma contração completa dessas células, e o cálcio injetado ou liberado de reservas intracelulares se difunde entre as células, fluindo através dos canais juncionais.

O pH intracelular também regula o estado dos canais juncionais, e canais formados por diferentes conexinas apresentam sensibilidade variável aos íons de hidrogênio. Nas células de mamíferos, o pH intracelular fisiológico se situa em torno de 7,2, e o acoplamento celular só é substancialmente reduzido quando o pH cai para 6,5 a 6,3, indicando que, como o cálcio, o hidrogênio intracelular também pouco participa da regulação fisiológica dos canais juncionais.

Na porção citoplasmática dos canais, a maioria das conexinas contém resíduos de aminoácidos que podem ser fosforilados. A fosforilação é uma reação química na qual o fosfato de alta energia é retirado do ATP e adicionado a outras moléculas, utilizando-se enzimas denominadas proteínas quinases. No caso das conexinas, quinases ativadas pelos segundo mensageiros AMPc e diacilglicerol (quinases *a* e *c*, respectivamente) adicionam o fosfato à proteína juncional. De modo geral, a fosforilação dos canais juncionais leva os canais a ficarem abertos com maior frequência, e no caso da conexina 43 pode alterar tanto a resistência elétrica do canal quanto a mobilidade eletroforética da proteína. A fosforilação da proteína juncional pode ser um sinal importante durante a inserção da proteína na membrana após sua síntese, ou pode auxiliar na montagem e desmontagem do canal. Estas propriedades são

fundamentais para as proteínas juncionais, pois seu tempo de permanência na membrana é muito curto.

Os canais juncionais se fecham quando se expõem as células a uma variedade de anestésicos gerais e compostos relacionados, incluindo halotano, octanol e clorofórmio. Embora outros tipos de canais iônicos sejam sensíveis a essas drogas, elas foram utilizadas por Paolo Meda para demonstrar que o acoplamento celular é importante na secreção glandular. Essas substâncias fecham todos os canais juncionais até hoje estudados, sendo utilizadas para comprovar a existência de junções comunicantes em situações onde possa ter ocorrido fusão celular.

A voltagem é um determinante adicional do estado aberto ou fechado dos canais juncionais, e as junções comunicantes mais sensíveis à voltagem são encontradas entre células embrionárias (onde gradientes de voltagem podem estabelecer compartimentos de desenvolvimento) e em certos neurônios (nos quais o desacoplamento pode sustar períodos mantidos de atividade neuronal). Na maioria dos casos, a voltagem mais importante é aquela através do canal juncional (a voltagem transjuncional), e o comportamento do canal sugere a presença de dois sensores de voltagem em série, cada um localizado em uma extremidade do canal juncional. Distintamente dos canais ativados por voltagem que dão origem ao impulso nervoso, os canais juncionais se fecham (são desativados) com a voltagem transjuncional; porém, a sensibilidade dos canais juncionais à voltagem é comparável com a observada nos canais ativados por voltagem.

Outra diferença entre os canais juncionais formados a partir das diferentes conexinas é sua resistência ao fluxo de corrente elétrica. Há relatos de canais juncionais com diferentes resistências. A faixa de valores encontrados é de aproximadamente 5 a 50 gigaohms ( $10^9 \Omega$ ) nos diferentes tecidos. Estes valores de resistência não são muito distintos daqueles encontrados para os outros canais iônicos, o que, de início, causou surpresa, pois os canais juncionais permitem a passagem de substâncias muito grandes (de até 1 kDa). Esperava-se, portanto, que

fossem maiores e apresentassem uma resistência menor que os canais seletivos para íons como sódio, potássio, cloro e cálcio. Mas a similaridade nas resistências pode estar relacionada a diferenças na estrutura básica dos canais íon seletivos, que apresentam grande região vestibular (a "boca" do canal) e regiões de seletividade muito estreitas (o chamado filtro de seletividade), quando comparados aos canais juncionais que se aproximam mais de um poro cilíndrico. Sabe-se atualmente que os canais juncionais formados por diferentes conexinas têm resistências unitárias distintas, e que — pelo menos para a conexina 43 — a resistência do canal unitário pode ser alterada por fosforilação. É importante que se descubra se a permeabilidade dos canais pode também ser regulada por fosforilação, já que tal propriedade influenciará as principais funções do canal em várias situações.

A tecnologia do ADN recombinante tem sido uma ferramenta extremamente útil para testar estas hipóteses. Através dela, ADNs são inseridos em vetores e expressos em células que normalmente não sintetizam a proteína codificada pelo ADN exógeno. Esta abordagem já foi utilizada no campo das junções comunicantes para demonstrar que diferentes conexinas codificam canais juncionais de resistências distintas, que a porção carboxi-terminal da conexina 43 contém os sítios de fosforilação da proteína (que influenciam no valor da resistência unitária, mas não na sensibilidade à voltagem) e que o terceiro segmento transmembrana é provavelmente a porção da proteína que forra as paredes do canal juncional.

#### SUGESTÕES PARA LEITURA

- BENNETT, M.L.V., BARRIO, L., BARGIELLO, T.A., SPRAY, D.C., HERTZBERG E.L., SAEZ, J., "Gap junctions: new tools, new answers, new questions". *Neuron* 6: 305-320, 1991.
- CAMPOS DE CARVALHO, A.C., "Regulation of gap junctional channels". *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 21(2):177-188, 1988.
- MUSIL, L.S. & GOODENOUGH, D.A. "Gap junctional intercellular communication and the regulation of connexin expression and function". *Current Opinion in Cell Biology* 2: 875-880, 1990.

Edição de texto: César Benjamin

**NOVO  
TELEFONE  
PARA VOCÊ  
ASSINAR**

**CIÊNCIAHOJE**

**(021) 270 0548**

## Perspectivas para o desenvolvimento de vacinas contra a

# AIDS

### Mauro Schechter

Faculdade de Medicina,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Laboratório de Pesquisa em AIDS, Hospital  
Universitário Clementino Fraga Filho – UFRJ

**E**m 1981, o Centers for Disease Control and Prevention (CDC) dos Estados Unidos registrou os primeiros casos de uma nova e fatal doença, que se tornou conhecida como Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (SIDA / AIDS). Suas vítimas, a maioria homossexuais previamente saudáveis, faleciam de infecções e neoplasias raras que, até então, só acometiam pessoas nascidas com certas deficiências imunológicas ou pacientes cujo sistema imune havia sido enfraquecido pelo uso de agentes imunossupressores.

No final de 1993, mais de 1,5 milhão de casos, ocorridos em mais de 150 países, já haviam sido oficialmente notificados à Organização Mundial de Saúde (OMS). Tal número subestima a real extensão dessa pandemia (epidemia generalizada), já que considerável proporção dos casos não é notificada, especialmente em países em desenvolvimento, carentes de infra-estrutura adequada para diagnóstico e vigilância epidemiológica.

Mesmo em países desenvolvidos parece ser substancial a subnotificação, e alguns peritos estimam que, nos EUA, até 30% dos casos não são notificados. Em 1992, a OMS estimava que mais de 2 milhões de casos de AIDS já haviam ocorrido no mundo e que mais de 13 milhões de pessoas encontravam-se infectadas pelo Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), o agente etiológico da AIDS. Nessa mesma época, a OMS esti-

mava que até o ano 2000, 30 milhões de adultos e de 5 a 10 milhões de crianças estarão infectados pelo HIV, e terão ocorrido 12 a 18 milhões de casos de AIDS, sendo 4 a 8 milhões em crianças.

No Brasil, até o final de 1993, cerca de 45 mil casos já foram oficialmente notificados ao Ministério da Saúde, calculando-se a subnotificação em até 50%. Há estimativas que indicam que até o ano 2000 alguns milhões de brasileiros estarão infectados pelo HIV.

O HIV pertence à subfamília lentivírus dos retrovírus humanos. Como todos os retrovírus, tem material genético composto de ácido ribonucléico (ARN), e caracteriza-se pela presença de uma enzima denominada *Transcriptase Reversa*, que permite a transcrição do ARN viral em ácido desoxirribonucléico (ADN). Tal cópia de ADN é, então, capaz de integrar-se ao genoma da célula hospedeira, passando a fazer parte de seu patrimônio genético.

O HIV infecta principalmente, porém não exclusivamente, células que apresentam a molécula CD4 em sua superfície (principalmente linfócitos T4-*Helper* e macrófagos). Essa molécula, que normalmente participa como estrutura estabilizadora do contato entre células do sistema imune no processo de apresentação de antígenos, age como receptor do vírus, mediando a invasão celular. Existem mecanismos CD4-independentes de invasão celular por HIV, que, provavelmente, têm papel mais relevante na infecção de macrófagos e de outras células que não linfócitos.

A conseqüência final da infecção pelo HIV é uma contínua e previsível deterioração do sistema imune, caracterizada pela diminuição progressiva dos lin-

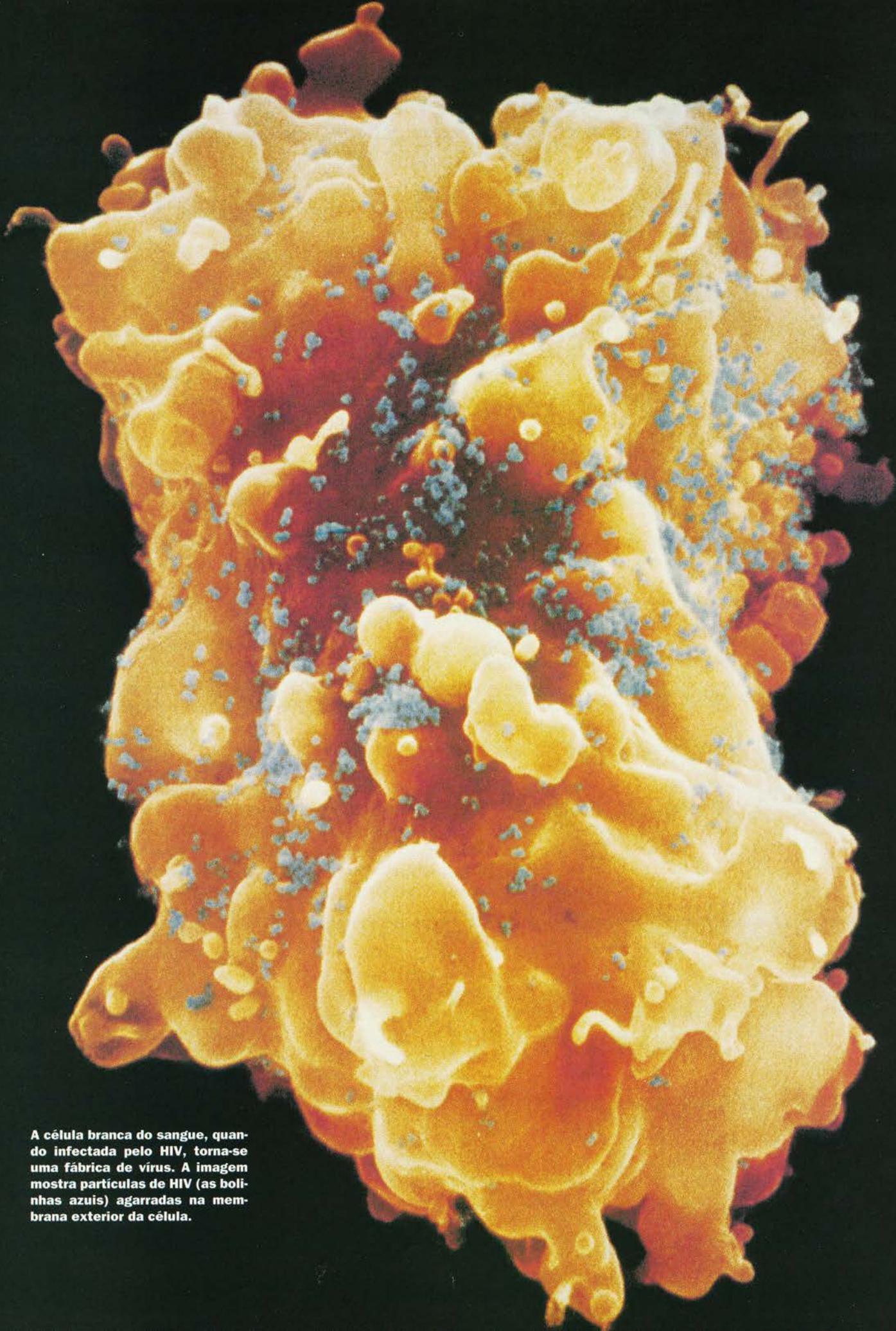
fócitos CD4<sup>+</sup>, que de início compromete principalmente a imunidade celular. A AIDS é uma manifestação tardia do processo.

### O que é a AIDS ?

A AIDS é definida como sendo um estágio avançado da infecção pelo HIV, caracterizado pela ocorrência de infecções oportunistas (assim chamadas porque, em geral, só ocorrem em pacientes imunodeprimidos) e/ou por determinadas neoplasias. Assim, o seu diagnóstico fica restrito aos pacientes cuja imunodepressão ocasionada pela infecção pelo HIV já tenha atingido determinado limiar, tornando-os susceptíveis a doenças que normalmente não ocorrem em indivíduos imunocompetentes.

Infecções oportunistas só ocorrem a partir de determinado grau de imunodeficiência, o que geralmente corresponde a contagens de linfócitos CD4<sup>+</sup> menores que 200 células/mm<sup>3</sup> (o valor normal situa-se entre 700 e 1000). Como regra geral, pode-se afirmar que raríssimos pacientes atingem tal limiar nos primeiros dois anos após a infecção. A partir do terceiro, aproximadamente 4% dos pacientes ao ano atingirão contagens inferiores a 200 linfócitos CD4<sup>+</sup>/mm<sup>3</sup>. Estudos demonstraram que, sem tratamento, são necessários 10 anos, em média, para que esse limiar seja atingido, a contar do momento da infecção.

A terapêutica antiretroviral (como o AZT, por exemplo) iniciada no momento correto é capaz de retardar consideravelmente a progressão da imunodeficiência. Já o emprego de quimioprofilaxia consegue impedir o desenvolvimento das infecções oportunistas mais comuns, como



A célula branca do sangue, quando infectada pelo HIV, torna-se uma fábrica de vírus. A imagem mostra partículas de HIV (as bolinhas azuis) agarradas na membrana exterior da célula.

por pneumonia por *P. Carinii*. Assim, a associação dessas duas formas de tratamento (antiretroviral e quimioprofilaxia) permite retardar por vários anos o desenvolvimento de AIDS nos indivíduos infectados pelo HIV. Dessa forma, é essencial diferenciar-se AIDS de infecção pelo HIV por serem diagnósticos com enorme diferença prognóstica.

Antes do advento das medicações antiretrovirais e do uso rotineiro de quimioprofilaxia para infecções oportunistas, 50% dos pacientes com AIDS nos Estados Unidos e na Europa morriam após 11 meses do diagnóstico e 100%, após 18 meses. Em países em desenvolvimento a sobrevivência era ainda menor. No Brasil, no período 1982-1989, ela era estimada em aproximadamente 6 meses.

Após o advento daqueles tipos de tratamento, houve aumento significativo da sobrevivência após o diagnóstico de AIDS, e hoje, nos países desenvolvidos, a sobrevivência média fica em torno de 3 anos. Estudo realizado no Rio de Janeiro mostrou que nos casos de AIDS diagnosticados em 1989-90, a sobrevivência dos pacientes, muitos dos quais beneficiados pelo uso de antiretrovirais, foi de aproximadamente 22 meses.

### A transmissão do HIV

Existem apenas três vias de transmissão do HIV: (1) via sexual bidirecional, isto é, da mulher para o homem e do homem para a mulher, nas relações heterossexuais, e do parceiro ativo para o passivo ou do passivo para o ativo, em relações homossexuais; (2) através de sangue (ou seus produtos) contaminado; (3) da mulher para seu filho (durante a gestação, no trabalho de parto ou pela amamentação).

Desse modo, conter o avanço da epidemia parece depender de intervenções simples: sexo seguro (isso é, com preservativo, método extremamente eficaz na prevenção da transmissão), fiscalização do sangue (ou derivados) usado em transfusões, e limitação do compartilhamento de seringas e agulhas entre usuários de drogas injetáveis.

Nos países desenvolvidos, bem como em vários países em desenvolvimento (incluindo os principais centros urbanos

no Brasil), a instalação de programas de triagem dos doadores e do sangue doado foi capaz de, praticamente, interromper a transmissão do HIV por essa via. Tendo em vista que, em termos mundiais, 90% das novas infecções se dão pela via sexual (a vasta maioria por contato heterossexual) a falta de sucesso da maioria dos programas que visavam modificar comportamentos sexuais, a exemplo de tantas outras campanhas educacionais, fez com que o desenvolvimento de uma vacina se tornasse a única esperança de se conter o avanço da epidemia de HIV/AIDS.

### Obstáculos ao desenvolvimento de uma vacina contra a AIDS

Possivelmente, os principais obstáculos teóricos ao desenvolvimento de uma vacina repousam na falta de conhecimento preciso da patogenia da infecção pelo HIV, na grande variabilidade do vírus e no fato de não se saber que tipo de resposta imune é capaz de proteger contra a infecção pelo HIV.

Inúmeras evidências indicam que o HIV é, por si só, capaz de causar AIDS, através de mecanismos diretos e indiretos. Embora existam demonstrações *in vivo* e/ou *in vitro* da existência desses vários mecanismos, ainda não foi possível determinar com precisão a importância relativa de cada um deles.

A variabilidade do HIV talvez seja o obstáculo que maior destaque recebeu até o momento. Como regra geral, a eficácia de uma vacina antiviral é em grande parte dependente de sua capacidade de induzir a produção de anticorpos neutralizantes, isto é, anticorpos que eliminam o vírus antes de ele ser capaz de infectar as células.

No caso do HIV, os principais anticorpos neutralizantes são dirigidos a uma região altamente variável da glicoproteína de superfície do vírus, denominada alça V3.

Em estudos *in vitro*, os anticorpos neutralizantes têm atividade quase restrita à cepa que os induziu, isto é, são incapazes de neutralizar vírus de cepas di-

vergentes, sugerindo que uma vacina produzida a partir de uma determinada cepa (por exemplo, uma cepa norte-americana) poderia ser ineficaz contra outra diferente (por exemplo, uma cepa brasileira).

No entanto, existem poucas evidências de que anticorpos sejam realmente essenciais para a eficácia de uma vacina anti-HIV/AIDS. Pelo contrário, muitos investigadores acreditam que a indução desse tipo de anticorpos seja de pouca importância.

Essa dúvida decorre do fato de não se saber se uma vacina, para ser eficaz, necessita induzir imunidade estéril, isto é, que seja capaz de destruir os vírus na porta de entrada, antes que ocorra infecção das células. Se esse tipo de imunidade for realmente essencial para evitar o desenvolvimento de AIDS, então a presença de anticorpos em mucosas e de anticorpos neutralizantes no sangue é essencial. Caso contrário, a presença de imunidade celular seria mais relevante.

Tomando por base modelos de outras infecções virais para as quais existem vacinas eficazes como, por exemplo, poliomielite, sarampo ou raiva, é bastante provável que a imunidade estéril não seja essencial. Nessas e em outras viroses para as quais existem vacinas, embora os vírus penetrem no organismo e invadam células, a doença não se desenvolve. Em outras palavras, embora a vacinação não seja capaz de evitar a infecção (isto é, não induz imunidade estéril), ela é capaz de evitar o adoecimento. Se o mesmo for verdade em relação ao HIV, então a indução de anticorpos neutralizantes torna-se de menor importância, e a imunidade celular assume um papel de maior destaque.

Dessa forma, a variabilidade do HIV deixaria de ser um grande obstáculo, porque as partes da molécula contra qual são dirigidos os anticorpos ou a imunidade celular (os determinantes antigênicos) são bem menos variáveis e capazes de induzir respostas de maior amplitude. À diferença dos anticorpos neutralizantes, a imunidade celular não tem atividade restrita apenas contra a cepa que os induziu.

Quanto ao tipo de resposta imune capaz de proteger contra a infecção pelo

HIV, sabe-se que os indivíduos soropositivos (infectados pelo vírus) produzem anticorpos neutralizantes, células citotóxicas e todos os demais componentes considerados importantes para uma imunidade antiviral efetiva. No entanto, ainda assim, parecem ser incapazes de erradicar a infecção.

A aparente incapacidade de erradicar a infecção, associada à falta de um modelo natural ou experimental de cura da infecção pelo HIV, por muitos anos fez com que a possibilidade de desenvolvimento de uma vacina fosse encarada com ceticismo por muitos. No entanto, avanços recentes no campo da imunologia, bem como a demonstração da existência de pessoas que estiveram expostas ao HIV, mas não se infectaram, começam a reverter esse quadro pessimista.

A resposta imune, *grosso modo*, pode ser dividida em dois tipos: celular e humoral (isto é: através de anticorpos). Em ambas, os linfócitos CD4<sup>+</sup> exercem papel central. Há poucos anos foi demonstrado que em camundongos existem duas diferentes subpopulações de linfócitos CD4<sup>+</sup>, denominadas de T<sub>H1</sub> e T<sub>H2</sub>. Essas subpopulações se diferenciam pelas citocinas que secretam em resposta a estímulos antigênicos. A primeira (T<sub>H1</sub>) está principalmente envolvida na imunidade celular, enquanto a segunda (T<sub>H2</sub>), na resposta humoral.

Não se conhecem com precisão os fatores que determinam o desenvolvimento de uma resposta predominantemente T<sub>H1</sub> ou T<sub>H2</sub>. Sabe-se, no entanto, que a forma de apresentação dos antígenos, sua dose, sua via, sua porta de entrada no organismo e sua constituição bioquímica são importantes. Sabe-se, também, que em qualquer tipo de resposta imune há o predomínio de um ou outro tipo de resposta, e ainda que o aumento de T<sub>H1</sub> leva à diminuição de T<sub>H2</sub> e vice-versa.

Em outras palavras, face a um agente infeccioso, o organismo seria obrigado a optar por ter uma resposta de um tipo ou de outro. Além disso, fatores que levem a diminuição de um tipo de resposta indiretamente aumentariam o outro tipo.

Apenas em 1992/93 demonstrou-se a existência de respostas imunológicas semelhantes em seres humanos.

## A teoria Salk

Há mais ou menos três anos, o médico norte-americano Jonas Salk, descobridor da vacina contra a poliomielite, sugeriu que uma vacina anti-HIV/AIDS só seria eficaz se utilizasse vírus atenuados. A Teoria Salk baseia-se na observação de que, em várias infecções por patógenos intracelulares (como, por exemplo, *M. tuberculosis* ou *Leishmania* spp.), o desfecho final (doença ou cura) dependerá do tipo de resposta imune (celular ou humoral) desencadeada pelo hospedeiro.

Em modelos experimentais, cepas de camundongos com resposta predominantemente celular (T<sub>H1</sub>) são imunes à leishmaniose. Já as cepas com resposta predominantemente humoral (T<sub>H2</sub>) desenvolvem leishmaniose rapidamente fatal. A manipulação dessas respostas é capaz de alterar radicalmente o desfecho da infecção. Camundongos com resposta T<sub>H1</sub> (imunes, portanto) quando manipulados para terem resposta do tipo T<sub>H2</sub> tornam-se altamente susceptíveis à leishmaniose. Já os camundongos com resposta do tipo T<sub>H2</sub> (susceptíveis) quando manipulados para terem resposta do tipo T<sub>H1</sub> tornam-se altamente resistentes à leishmaniose. Além disso, camundongos susceptíveis à infecção por *Leishmania*, se vacinados com doses repetidas e subimunogênicas de *Leishmania*, desenvolvem resposta do tipo T<sub>H1</sub> (celular, sem produção de anticorpos anti-*Leishmania*) e tornam-se resistentes a infecção por este parasita.

Observações desse tipo levaram Salk a sugerir que indivíduos com resposta do tipo T<sub>H2</sub> (isto é, predominantemente humoral, com produção de anticorpos) seriam incapazes de controlar a infecção pelo HIV e desenvolveriam AIDS. Já os indivíduos com resposta do tipo T<sub>H1</sub> (isto é, predominantemente celular, que *não* produzem anticorpos anti-HIV) seriam capazes de se curar da infecção. Se isso for verdade, a estratégia correta de vacinação seria o emprego de repetidas inoculações de doses diminutas, sub-immunogênicas, de vírus atenuado, de forma a induzir uma resposta T<sub>H1</sub> e não T<sub>H2</sub>.

Dois tipos de observações aparentemente corroboram a Teoria Salk. Existem

na literatura especializada inúmeros relatos de pessoas com fortes evidências epidemiológicas de exposição ao HIV (por exemplo, homossexuais com repetidas práticas de alto risco, usuários de drogas endovenosas e filhos de mães soropositivas) que não se infectaram. Em um número significativo desses indivíduos foi possível demonstrar que possuíam resposta T<sub>H1</sub> específica anti-HIV, embora não produzissem, *in vivo* ou *in vitro*, anticorpos anti-HIV.

Em muitos deles também demonstrou-se a presença de ADN viral integrado às suas células, embora não houvesse produção de ARN viral. O conjunto dessas observações indica que esses indivíduos realmente estiveram expostos ao vírus, desenvolveram uma resposta do tipo T<sub>H1</sub>, mas não do tipo T<sub>H2</sub> (humoral) e foram capazes de se curar da infecção.

## Modelos animais de vacinação eficaz

O outro tipo de observação que aparentemente corrobora a Teoria Salk decorre de experimentos de vacinação de primatas com o vírus da AIDS de símios (SIV). A infecção pelo SIV provoca em algumas espécies de primatas quadro semelhante à AIDS, sendo fatal em relativamente curto espaço de tempo.

Em um experimento, SIV 'atenuados' por engenharia genética — isto é, que tiveram o gene *Nef* retirado — foram injetados em primatas. Por serem defeituosos, tais vírus provocaram apenas uma infecção auto-limitada. No entanto, os primatas pré-infectados com esses vírus atenuados tornaram-se imunes à infecção com SIV, seja por via venosa ou retal. Em outras palavras, a vacinação com um vírus atenuado por engenharia genética foi capaz de proteger primatas de infecção pelo vírus da AIDS de símios.

Os recentes avanços da imunologia, as evidências de existirem pessoas resistentes à infecção pelo HIV e os sucessos obtidos em estudos iniciais de vacinas anti-SIV indicam que o desenvolvimento de uma vacina anti-HIV/AIDS é um objetivo que poderá ser atingido.

Edição de texto: Marília Pessoa

# O BRASIL TEM A MAIOR REDE INTEGRADA DE TELEFONIA CELULAR DO MUNDO.

A partir de agora, você não precisa mais pedir habilitação à operadora local para falar do celular fora de seu domicílio. A Telebrás anuncia que, no Brasil, esta burocracia sumiu. O Roaming Automático Integrado é um inédito avanço tecnológico, conquistado pelo Sistema Telebrás, que conseguiu tornar compatível os diversos equipamentos celulares. Com isso, o Brasil ganhou o máximo de mobilidade e rapidez nas telecomunicações. O Roaming Automático Integrado é do Brasil. É Telebrás.



 **TELEBRÁS**

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES

O N D E T E M B R A S I



# ROAMING

A U T O M Á T I C O

L T E M T E L E B R Á S

## GOVERNO BRASILEIRO CRIA PLANO DECENAL DE EDUCAÇÃO PARA TODOS

Há mais de quarenta anos, as nações do mundo afirmaram na Declaração Universal dos Direitos Humanos que “toda pessoa tem direito à educação”. No entanto, ainda hoje:

- mais de 100 milhões de crianças não têm acesso ao ensino primário;
- mais de 960 milhões de adultos são analfabetos — um problema significativo em todos os países industrializados ou em desenvolvimento;

• mais de um terço dos adultos do mundo não têm acesso ao conhecimento impresso e às novas tecnologias capazes de melhorar sua qualidade de vida;

- mais de 100 milhões de crianças e incontáveis adultos não conseguem concluir o primeiro ciclo e outros milhões, apesar de concluí-lo, não conseguem adquirir conhecimentos e habilidades essenciais.

### CONFERÊNCIA DE EDUCAÇÃO PARA TODOS

*•Relembrando que a educação é um direito fundamental de todos, mulheres e homens, de todas as idades, no mundo inteiro;*

*•entendendo que a educação pode contribuir para conquistar um mundo mais seguro, mais sadio, mais próspero e ambientalmente mais puro, e que, ao mesmo tempo, favoreça o progresso social, econômico e cultural, a tolerância e a cooperação internacional;*

*•sabendo que a educação, embora não seja condição suficiente, é de importância fundamental para o progresso pessoal e social;*

*•reconhecendo que o conhecimento tradicional e o patrimônio cultural têm utilidade e valor próprios, assim como a capacidade de definir e promover o desenvolvimento;*

*•admitindo que, em termos gerais, a educação que hoje é ministrada apresenta graves deficiências, que se faz necessário torná-la mais relevante e melhorar sua qualidade, e que ela deve estar universalmente disponível;*

*•reconhecendo que uma educação básica adequada é fundamental para fortalecer os níveis superiores de educação e de ensino, a formação científica e tecnológica e, por conseguinte, para alcançar um desenvolvimento autônomo; e*

*•reconhecendo a necessidade de proporcionar às gerações presentes e futuras uma visão abrangente de educação básica e um renovado compromisso a favor dela, para enfrentar a amplitude e a complexidade do desafio, proclamamos a seguinte*

*Declaração Mundial sobre Educação para Todos: Satisfação das Necessidades Básicas de Aprendizagem*

TAILÂNDIA, MARÇO 1990

○ aumento da dívida de muitos países, a ameaça de estagnação econômica, o aumento da população, as diferenças econômicas entre as nações, a guerra, a ocupação, as lutas civis, a violência, a morte de milhões de crianças e a degradação generalizada do meio ambiente são problemas que atropelam os esforços para satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem.

Entretanto, hoje, testemunhamos o progresso da distensão pacífica e uma maior cooperação entre as nações. Surgem novas e valiosas realizações científicas e culturais. O volume das informações disponíveis no mundo continua crescendo num ritmo acelerado.

Essas novas forças, combinadas com a experiência acumulada de reformas, inovações, pesquisas e com o progresso em educação registrado em muitos países, fazem com que, pela primeira vez na História, a meta de educação básica para todos seja viável.

○ Brasil participou, em março de 1990, da Conferência de Educação para Todos, em Jomtien, na Tailândia, convocada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO); Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF); Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e Banco Mundial.

Dessa conferência resultaram posições consensuais, sintetizadas na Declaração Mundial de Educação para Todos, que devem constituir as bases dos planos decenais de educação, especialmente dos países de maior população no mundo, signatários desse documento.

## **UM COMPROMISSO DE TODA A SOCIEDADE**

O período de aguda crise social e econômica que vive a Nação brasileira exige redobrados esforços para a consolidação da democracia e da cidadania. Nosso sistema escolar, de baixa qualidade e produtividade, não consegue responder às exigências de uma sociedade democrática e cidadã.

Apesar do avanço quantitativo do ensino fundamental observado na década de 80, o direito de todos à Educação, consagrado na Constituição de 1988, permanece ainda um desafio para o presente e o futuro.

Os compromissos assumidos necessitam, portanto, de uma reafirmação efetiva pela ação do poder público e de todos os segmentos da sociedade. Não podemos mais tolerar que de cada 1.000 crianças que ingressam na primeira série, apenas 45 concluam o ensino fundamental em oito anos e sem repetência. E ainda, que 18,3% da população acima de 15 anos sejam analfabetos.

Para garantir a satisfação das necessidades básicas de educação de seu povo, o governo brasileiro criou o Plano Decenal de Educação para Todos, cujo objetivo mais amplo é assegurar, até o ano 2003, a crianças, jovens e adultos conteúdos mínimos de aprendizagem que atendam a necessidades elementares da vida contemporânea.

Para que o país volte a se desenvolver, além de um profundo ajustamento econômico e financeiro que torne possível uma efetiva inserção na ordem econômica internacional, impõem-se alterações nas estruturas e modalidades de aquisição e

desenvolvimento das competências humanas. São necessários novos critérios de planejamento educativo e de relações entre escola e sociedade, capazes de gerar oportunidades educacionais mais amplas e diferenciadas para os vários segmentos da população.

Ao elaborar o Plano Decenal de Educação

para Todos, o MEC buscou a parceria dos mais variados segmentos da sociedade civil brasileira. O Grupo Executivo do Plano foi composto por técnicos do MEC, do Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Educação (Consed) e da União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação (Indime).

### AS METAS GLOBAIS DO PLANO (1993 - 2003)

- Incrementar, em cerca de 50%, os atuais níveis de aprendizagem nas matérias do núcleo comum, tomando como referência os novos padrões de conteúdos mínimos nacionais e de competências básicas a serem nacionalmente determinadas com a participação dos sistemas de ensino.
- Elevar a, no mínimo, 94% a cobertura da população em idade escolar.
- Assegurar a melhoria do fluxo escolar, reduzindo as repetências, sobretudo na 1ª e 5ª séries, de modo a que 80% das gerações escolares, no final do período, possam concluir a escola fundamental com bom aproveitamento, cumprindo uma trajetória escolar regular.
- Criar oportunidades de educação infantil para cerca de 3,2 milhões de crianças do segmento social mais pobre.
- Proporcionar atenção integral a crianças e adolescentes, sendo que 1,2 milhão através do Plano Nacional de Atenção Integral à Criança e ao Adolescente (PRONAICA), em áreas urbanas periféricas.
- Ampliar o atendimento de jovens e adultos, de modo a oferecer oportunidades de educação básica equivalente ao ensino fundamental para 3,7 milhões de analfabetos e 4,6 milhões de subescolarizados.
- Ampliar progressivamente a participação percentual do gasto público em educação no PIB brasileiro, de modo a atingir o índice de 5,5%.
- Implantar novos esquemas de gestão nas escolas públicas, concedendo-lhes autonomia financeira, administrativa e pedagógica.
- Promover a revisão crítica dos cursos de licenciatura e da escola normal, de forma a assegurar às instituições formadoras um novo padrão de qualidade, compatível com os requerimentos atuais da política de educação para todos.
- Dotar todas as escolas de ensino fundamental, urbanas e rurais, estaduais e municipais de condições básicas de funcionamento.
- Aumentar progressivamente a remuneração do magistério público, através de plano de carreira que assegure seu compromisso com a produtividade do sistema, ganhos reais de salários e a recuperação de sua dignidade profissional e do reconhecimento público de sua função social.
- Descentralizar progressivamente os programas de livro didático e de merenda escolar.

Do Comitê Consultivo participaram, além dessas três instituições, representantes do Conselho Federal de Educação (CFE), Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras (Crub), Confederação Nacional das Indústrias (CNI), Condefederação Nacional dos Trabalhadores em Educação (CNTE), Conferência Nacional dos Bispos do Brasil/Movimento de Educação de Base (CNBB/MEB), UNESCO e UNICEF.

Posteriormente, o Comitê Consultivo foi ampliado, passando a contar com a participação do Fórum dos Conselhos Estaduais de Educação, da Confederação Nacional das Mulheres do Brasil (CNMB), da Ordem dos Advogados do Brasil (OAB) e do Ministério da Justiça.

### PRINCIPAIS PROBLEMAS

Não são poucos os desafios a enfrentar para o fortalecimento da educação fundamental.

Embora a consciência social de sua importância venha se ampliando de modo significativo, a educação básica não adquiriu, ainda, o *status* de questão nacional premente e de item prioritário da agenda política, seja dos poderes públicos, seja das elites, das famílias e dos vários segmentos sociais.

Somam-se a isso os obstáculos próprios do sistema educacional brasileiro, cujas características de desempenho e de insucesso escolar comprometem os avanços obtidos nas últimas décadas nos níveis de atendimento educativo da população, quais sejam:

- baixa produtividade do sistema, evidenciada pelas perdas observadas por repetência e evasão, em sucessivas gerações escolares.

- nível insatisfatório de qualidade do ensino;
- práticas inadequadas de avaliação do desempenho escolar;
- enfraquecimento da escola como instituição-chave no processo ensino-aprendizagem;
- pouca criatividade do sistema para atender a grupos em situações específicas, como jovens engajados na força de trabalho, deficientes, minorias e grupos em situação de extrema pobreza;
- ausência de metodologias e processos adequados para se trabalhar com grupos em situações de risco, principalmente os marginalizados social e economicamente;
- inexistência de uma política para formação e capacitação de professores;
- falta de condições para o efetivo exercício das atividades do magistério;
- desigualdade e heterogeneidade da oferta de ensino entre redes, regiões, localidades e escolas;
- dispersão e ineficiência na alocação e na gestão de recursos;
- descontinuidade das políticas educacionais;
- desarticulação entre os níveis de governo federal, estadual e municipal.
- pouca integração dos recursos de conhecimento e de competência das universidades.

Em síntese, o sistema educacional vem mostrando incapacidade de garantir o acesso e a permanência na escola de uma clientela afetada por profundas desigualdades sociais. A região Nordeste, as zonas rurais, as populações de baixa renda e a clientela que ingressa precocemente na força de trabalho devem ser foco prioritário das ações. Da mesma forma, os

indígenas devem receber atenção diferenciada, levando-se em conta os aspectos lingüísticos e culturais, além dos métodos de aprendizagem próprios de suas comunidades. Bem como os portadores de necessidades especiais de educação, cujo contingente é expressivo no Brasil.

### **COMPROMISSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PARA TODOS**

A conquista de um padrão de escolarização de melhor qualidade, que permita inserir o Brasil em novo patamar de desenvolvimento, depende de ampla mobilização da sociedade.

Nesse sentido, os participantes da Semana Nacional de Educação Para Todos, reunidos em Brasília-DF, de 10 a 14 de maio de 1993, decidiram propor a seguinte agenda de compromissos para orientar o Plano Decenal de Educação Para Todos e assim responder aos

reclamos da democracia e da cidadania no Brasil.

**1.** Institucionalizar as políticas de ensino com perspectivas de médio e longo prazos, para superação da transitoriedade e descontinuidade de gestão e a articulação dos outros setores, de modo a tornar a educação, de fato, a prioridade política demandada pela sociedade ao Poder Público.

**2.** Assegurar eficiente e oportuna aplicação dos recursos constitucionalmente definidos, bem como outros que se fizerem necessários, nos próximos dez anos, para garantir a conclusão do ensino fundamental para, pelo menos, 80% da população em cada sistema de ensino.

**3.** Elevar a qualidade do ensino fundamental, reconhecendo a escola como espaço central da atividade educativa dotado de estrutura material, pedagógica, organizacional e financeira capaz de oferecer à comunidade escolar

### **OBJETIVOS GERAIS DE DESENVOLVIMENTO DE EDUCAÇÃO BÁSICA**

- *Satisfazer as necessidades básicas de aprendizagem das crianças, jovens e adultos, promovendo-lhes as competências fundamentais requeridas para plena participação na vida econômica, social, política e cultural do País, especialmente as necessidades do mundo do trabalho.*
- *Universalizar, com equidade, as oportunidades de alcançar e manter níveis apropriados de aprendizagem e desenvolvimento.*
- *Ampliar os meios e o alcance da educação básica.*
- *Favorecer um ambiente adequado à aprendizagem.*
- *Fortalecer os espaços institucionais de acordos, parcerias e compromisso.*
- *Incrementar os recursos financeiros para manutenção e para investimentos na qualidade da educação básica, conferindo maior eficiência em sua distribuição e aplicação.*
- *Estabelecer canais mais amplos e qualificados de cooperação e intercâmbio educacional e cultural de caráter bilateral, multilateral e internacional.*

condições de realizar o atendimento às necessidades básicas de aprendizagem das crianças e adolescentes.

**4.** Atribuir às unidades escolares, nos sistemas de ensino, crescente autonomia organizativa e didático-pedagógica, propiciando inovações e sua integração no contexto local.

**5.** Valorizar social e profissionalmente o magistério, por meio de programas de formação permanente, plano de carreira, remuneração e outros benefícios que estimulem a melhoria do trabalho docente e da gestão escolar.

**6.** Definir as competências e responsabilidades das diferentes instâncias e setores do Poder Público, em regime de colaboração, incorporando a participação de entidades, grupos sociais organizados e da família no processo de gestão das políticas educacionais e da escola.

**7.** Engajar os mais amplos segmentos sociais na promoção, avaliação e divulgação dos esforços de universalização e melhoria da qualidade do ensino fundamental, instituindo um organismo permanente de mobilização, assessorado por grupo técnico de acompanhamento do Plano Decenal de Educação para Todos.

## **MEC REALIZA CONFERÊNCIA INÉDITA DE EDUCAÇÃO PARA TODOS**

Com a continuidade do processo, a discussão do Plano chegou aos níveis básicos, à própria escola, aos corpos docentes e às comunidades ligadas à escola. Foram promovidos, pelas Secretarias Municipais de Educação, debates públicos em 2.600 municípios, e 45.000 escolas farão o acompanhamento

da implementação do Plano.

Como parte do compromisso internacional que o Governo Brasileiro assumiu na Conferência das Nações Unidas, realizada em Nova Delhi, Índia, em dezembro de 1993, o Ministério da Educação e do Desporto realizará, no período de 29 de agosto a 2 de setembro/94, a Conferência Nacional de Educação para Todos.

Esse evento, que contará com a participação de representantes dos principais segmentos envolvidos no processo educacional, debaterá os resultados obtidos nas discussões do Plano Decenal.

A Conferência, que será transmitida ao vivo em rede nacional pelo sistema de TV e Rádio Educativa do MEC, inclui em sua programação vários painéis que tratarão de questões relevantes para o futuro do Plano Decenal.

Um dos painéis mais importantes é o da Política Educacional dos Presidenciáveis e o Compromisso de Educação para Todos. Esse painel terá a presença dos candidatos à presidente. Outro painel de grande alcance é o da Sustentação e Continuidade das Políticas Educacionais, onde se discutirão as bases do Projeto do Acordo Nacional da Educação Brasileira.

A Conferência terá, ainda, o Painel Internacional de Educação para Todos, com a apresentação das experiências da China, Índia, Paquistão, Indonésia, Nigéria, Bangladesh, Egito, México e Brasil.

Vários organismos internacionais, como o Banco Mundial, UNESCO, UNICEF, FNUAP, PNUD, enviarão representantes e observadores.

## Combate à tuberculose

*Uma nova arma para reduzir à metade os casos da doença no país*

**O** Brasil acaba de ganhar uma nova arma contra a tuberculose: o Programa de Química Fina para o Combate a Doenças Tropicais (QTROP), elaborado em 1993 e lançado este ano pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Câmara de Química Fina da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Por 'doenças tropicais', entende-se qualquer enfermidade que ocorra em regiões tropicais, se instale facilmente no homem e se alastre por milhões de indivíduos.

A tuberculose, considerada em estado de urgência no mundo pela Organização Mundial de Saúde, será a primeira doença-alvo do programa. A escolha foi feita a partir de dois *workshops* realizados no ano passado e os critérios levados em conta foram o nível do sofrimento do ser humano, o impacto da doença na economia e na força de trabalho do país e a competência nacional para atacar o problema. A meta é

reduzir, em cinco anos, a incidência da tuberculose em 5% ao ano no Brasil.

"O programa é mobilizador e vai envolver pesquisadores de universidades e centros de pesquisa, industriais e médicos do país, que atuarão em diversos momentos do combate à doença, desde a síntese de novas drogas até o acompanhamento do doente", explica Eliane Bahruth, da Finep e uma das coordenadoras do QTRQP.

As diretrizes do QTRQP referentes à Química Fina incluem levantamento das drogas existentes no mercado; produção no país de fármacos e medicamentos para o tratamento da doença; verticalização da fabricação dos insumos; introdução de novas drogas e alteração dos produtos já existentes, visando reduzir o tempo de tratamento (hoje de cerca de oito meses) e os efeitos colaterais.

Indústrias, centros de pesquisa e laboratórios do país serão qualificados para

### Os números da tuberculose

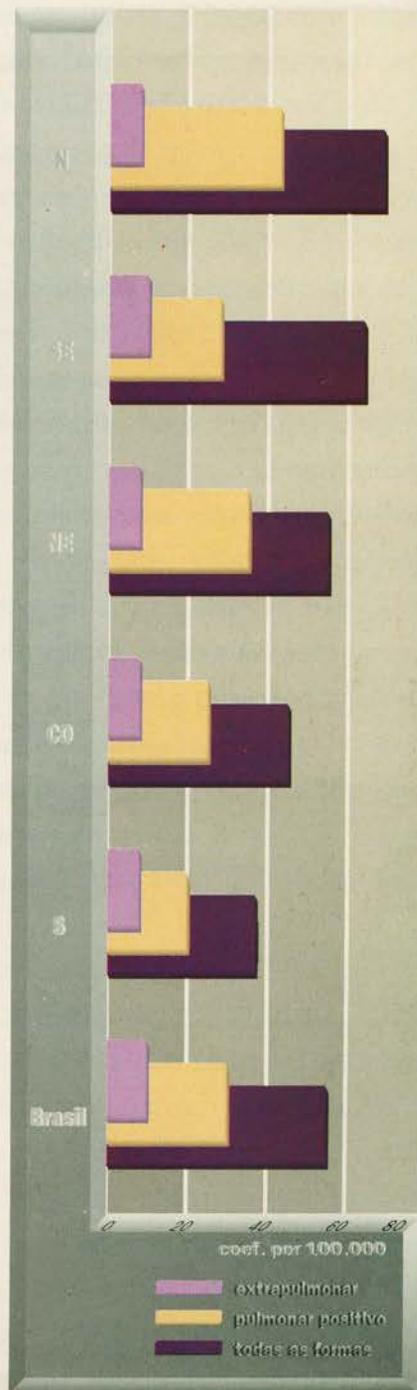
Há cerca de oito milhões de casos novos das várias formas de tuberculose no mundo por ano. No mesmo período, a doença mata aproximadamente três milhões de pessoas, sendo a maior causa de óbito por uma única doença infecciosa. A associação da infecção pelo bacilo de Koch (causador da tuberculose) com o HIV (responsável pela Aids) eleva em 25 vezes o risco de desenvolvimento da tuberculose (ver "Tuberculose e Aids: atração fatal", *Ciência Hoje*, nº 98).

No Brasil, foram notificados, em média, 80 mil casos novos da doença por ano, na década de 80. Em 1992,

registraram-se cerca de 86 mil casos, com a seguinte distribuição: Sudeste, 41 mil; Nordeste, 25 mil; Sul, oito mil; Norte, sete mil; e Centro-Oeste, quatro mil. Os dados foram fornecidos por Miguel Hijjar, coordenador de Pneumologia Sanitária do Centro Nacional de Epidemiologia (Cenepi), órgão vinculado ao Ministério da Saúde.

"As condições socioeconômicas precárias no Brasil — principalmente nas periferias das grandes cidades — e, mais recentemente, a epidemia da Aids são o cenário ideal para a tuberculose", alerta Hijjar.

**INCIDÊNCIA DA TUBERCULOSE POR REGIÕES NO BRASIL (1992)**



## Nutrição e povos indígenas

*Estudos mostram índios mais desnutridos que os habitantes da periferia*

seguir essas diretrizes. Nos laboratórios serão estabelecidas rotinas de ensaios biológicos e pré-clínicos para as drogas e extratos naturais desenvolvidos pelo programa.

Está previsto um sistema de informações sobre a tuberculose. Para isso, serão avaliadas e cadastradas várias instituições que funcionarão como Centros Referenciais de Informação. Uma rede de comunicação eletrônica será estruturada para disseminar as informações geradas pelo QTROP junto com outras iniciativas similares nacionais e internacionais.

Outro ponto em destaque no QTROP é o levantamento das plantas medicinais que já demonstraram eficácia no combate à tuberculose. O trabalho resultará em um banco de dados com informações sobre as espécies eficazes, sua distribuição geográfica, disponibilidade *in natura*, possibilidades de cultivo, abordagem fitoquímica para extração dos compostos, parte da planta a ser usada etc.

Hoje, um dos maiores causadores da reincidência da doença é o abandono do tratamento pelos pacientes. Isso ocorre porque os medicamentos existentes no mercado devem ser tomados por um período comprido, de cerca de oito meses. Quando os doentes começam a se sentir melhor, acreditam que já estão curados e param de tomar os remédios, permitindo que o microrganismo se multiplique novamente. Para evitar a reincidência, é fundamental um programa educativo, previsto no QTROP. Estão programadas também ações educativas para reduzir a transmissão da doença e mobilizar a população para permitir o diagnóstico precoce.

A formação de recursos humanos não poderia ficar de fora. Diversos cursos e seminários sobre a tuberculose estão previstos para os próximos meses e a III Escola de Química Fina, no início do próximo ano, terá essa doença como tema central.

**Luisa Massarani**

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

**C**erta ocasião, há uns dois anos, conversava com um colega nutricionista, um pesquisador com larga experiência de trabalho em bairros da periferia do Rio de Janeiro, quando lhe mostrei os resultados de inquérito nutricional que, junto com Carlos Coimbra Jr., um especialista em antropologia médica da Escola Nacional de Saúde Pública, havia conduzido entre os índios Tupi-Mondé de Mato Grosso e Rondônia. Esses grupos, que incluem os Gavião, Suruí e Zoró, habitam uma região onde, ao longo das últimas décadas, vêm ocorrendo aceleradas mudanças socioeconômicas e ambientais, decorrentes de atividades de colonização. Sua reação foi de perplexidade diante dos dados: as estatísticas apontavam para níveis de desnutrição energético-protéica e de anemia não só muito superiores àquelas com as quais ele estava familiarizado nos bairros carentes da Baixada Fluminense, como às disponíveis para o país como um todo. Como pode ser isso, indagou, manifestando que sua impressão pessoal sempre fora de que os índios eram bem nutridos.

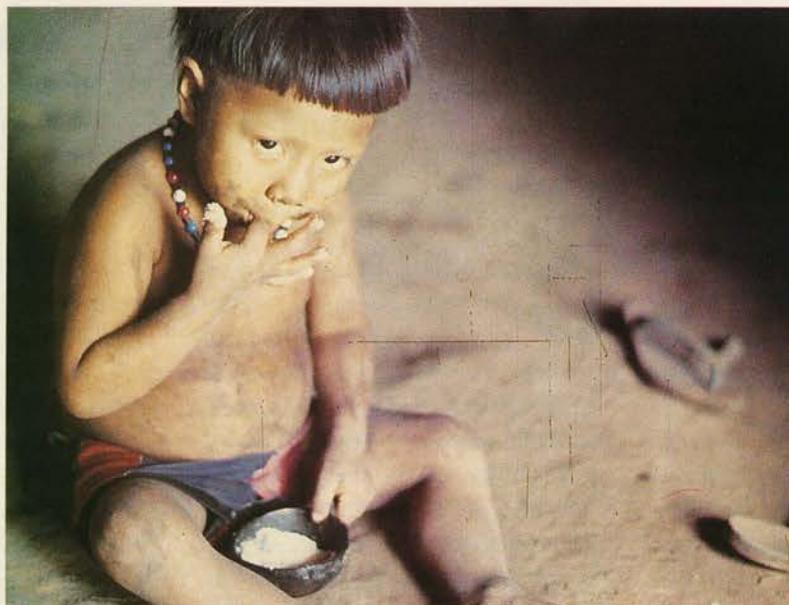
De antemão, pode-se afirmar que sabemos muito pouco sobre a situação nutricional das populações indígenas. É verdade que há razoável quantidade de conhecimentos acumulada a respeito das suas formas de manejo dos recursos naturais, etnobotânica e etnozologia, sistemas alimentares e assim por diante. Dispõe-se, contudo, de muito pouca informação acerca do estado nutricional propriamente dito. Por exemplo, as duas grandes pesquisas nacionais que incluíram a coleta de dados sobre estado nutricional no país — o Estudo Nacional de Despesa Familiar (ENDEF), da década de 70, e a Pesquisa Nacional sobre Saúde e

Nutrição (PNSN), realizada no final da década de 80 — não incluíram as populações indígenas. Tampouco tem sido comum a coleta de dados nutricionais por pesquisadores trabalhando em comunidades indígenas específicas. Como afirmou recentemente Darna Dufour, antropóloga da Universidade do Colorado (EUA) que estuda há vários anos a nutrição de grupos indígenas amazônicos, a maior parte do conhecimento disponível sobre o assunto é, no mínimo, superficial, pouco informando sobre a adequação da dieta ou sobre problemas nutricionais. Mesmo diante da escassez de informações, o senso comum diria que as populações indígenas são 'naturalmente' bem nutridas.

A nutrição das populações indígenas, como a de nossa própria sociedade, caracteriza-se pelo dinamismo, refletindo o contexto socioeconômico no qual elas se inserem. É precisamente a sensibilidade do estado nutricional às flutuações dos indicadores socioeconômicos que o torna tão relevante na caracterização do perfil de saúde das populações humanas. Assim sendo, não se pode afirmar que, por serem indígenas e adotarem um estilo de vida que possibilitaria um estreito contato com a natureza, esses grupos sejam necessariamente bem nutridos. Esta é uma simplificação excessiva da realidade — qualquer análise de dados nutricionais das populações indígenas precisa ser devidamente contextualizada. Historicidade e dinamismo são conceitos-chaves nesta discussão.

Daí advém a dificuldade em se avaliar o estado nutricional de populações indígenas no passado a partir de estudos de grupos contemporâneos. No caso da Amazônia, por exemplo, têm sido freqüentes as tentativas de elaboração de modelos de

exploração de recursos naturais para o período pré-colombiano com base na realidade de grupos indígenas atuais. Um dos problemas dessa abordagem está no fato de que, por ocasião da pesquisa, geralmente já foram tantas as mudanças experimentadas pelo grupo que se torna difícil extrapolar os dados coletados para contextos mais amplos. As informações oriundas de pesquisas arqueológicas, etno-históricas e



**Criança Suruí alimentando-se de açúcar refinado. Rondônia, 1980.**

etnográficas ajudam-nos a entender esse argumento. Por exemplo, os estudos realizados pela arqueóloga norte-americana Anna Roosevelt no Baixo Amazonas chamam atenção para os riscos de extrapolar para o passado padrões de utilização de recursos naturais evidenciados em pesquisas atuais. Isso porque, no longo processo de ocupação da Amazônia, modificaram-se não só as formas de exploração desses recursos, como também os itens cultivados. Em consonância com os relatos de cronistas que viajaram pela Amazônia no século XVI, ela encontrou evidências arqueológicas de grandes núcleos populacionais indígenas e da prática de agricultura intensiva nas várzeas dos grandes rios.

Duas importantes características discutidas pela arqueóloga — exploração intensiva dos recursos naturais e grandes aldeias — não constituem a regra entre as populações que sobreviveram à desestruturação social associada à ocupação da Amazônia. Há também exemplos contemporâneos que apontam para a questão de plantas introduzidas e de grande importância na dieta de vários grupos. A banana pacobá, encontrada nas mais isoladas aldeias Yanomami, nas quais em muitos casos representa a mais importante fonte de calorias, não é autóctone do Novo Mun-

do, tendo sido introduzida possivelmente no século XIX. Ou seja, aspectos essenciais da dinâmica nutricional de grupos indígenas de hoje, que podem parecer profundamente arraigados, às vezes têm uma trajetória relativamente recente.

E quanto à nutrição das populações indígenas contemporâneas? Infelizmente as informações acerca da composição dietética, incluindo proteínas, calorias e outros nutrientes, são muito esparsas. Estudos dessa natureza são particularmente difíceis de realizar em comunidades indígenas, uma vez que, além de requererem uma longa permanência entre elas, em geral demandam a pesagem sistemática dos alimentos. Como os índios não têm o hábito de realizar refeições em horários fixos e consomem alimentos tanto na aldeia como fora dela, tais estudos se tornam muito difíceis.

É indiscutível que episódios de estresse alimentar, incluindo verdadeiras 'epidemias' de fome, fazem parte da realidade das sociedades indígenas. Diversos pesquisadores que presenciaram a ocorrência de epidemias de doenças infecciosas em grupos recém-contactados apontam para a desestruturação social, com o conseqüente comprometimento do fornecimento de água e alimentos, como uma

das principais causas para os altos níveis de mortalidade. Foi o que observaram Noel Nutels e James Neel, por exemplo, por ocasião de epidemias de sarampo que acometeram grupos Xinguanos e os Yanomami nos anos 60. Como os índios não estocam alimentos nas aldeias, têm que ir à roça ou à caça quase todos os dias. Assim, é um importante aspecto da dinâmica tribal que fica seriamente comprometido com o adocimento simultâ-

neo de muitas pessoas.

O que conhecemos a respeito do estado nutricional das populações indígenas se deve sobretudo a inquéritos antropométricos, com ênfase em crianças. A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda que os dados antropométricos das crianças sejam comparados às curvas de crescimento de uma população-referência. As mais empregadas são as da chamada referência NCHS, resultado de um grande estudo realizado nos EUA nos anos 70. Tanto o ENDEF como a PNSN basearam-se na antropometria de crianças para a avaliação dos níveis de desnutrição da população brasileira.

Quais foram os resultados? Os dados da PNSN apontam para uma prevalência de desnutrição energético-proteica crônica (baixa estatura para a idade) de 15% para o Brasil como um todo, variando de 8% na região Sudeste a 27% na região Nordeste. Já os dados para as populações indígenas, evidenciados em inquéritos realizados em comunidades específicas, não raro revelam prevalências de baixa estatura superiores a 40% em crianças. Foi o que observamos, por exemplo, entre os Tupi-Mondé (46%), resultado este que encontra paralelo em investigações realizadas em comunidades in-

dígenas de outras partes da América do Sul, como os Tucano da Colômbia (56%), os Shipibo do Peru (43%) e os Chachi do Equador (75%). Ou seja, a antropometria aponta para níveis de desnutrição bastante superiores às médias nacionais, o que configura um quadro extramamente preocupante.

Contudo, a interpretação dos dados antropométricos das crianças indígenas no que diz

respeito à nutrição é, no mínimo, controversa. A questão básica é a seguinte: podem as elevadas freqüências de baixa estatura e baixo peso encontradas serem vistas como evidências de desnutrição energético-protéica? Um ponto freqüentemente questionado diz respeito à utilização de uma única referência (NCHS) na avaliação do padrão de crescimento das crianças do mundo inteiro, independentemente de filiação étnica. Essa é uma questão particularmente importante para os estudiosos do crescimento físico humano, com inúmeros desdobramentos para a saúde pública. Assim, se o potencial genético de crescimento das crianças norte-americanas for superior àquele das crianças indígenas brasileiras, obviamente as estatísticas relativas aos níveis de desnutrição destas últimas serão superestimadas. O debate acerca da similaridade ou não do potencial de crescimento físico das crianças das diversas partes do mundo permanece sem uma resposta definitiva.

Apesar dessas dificuldades teórico-metodológicas, temos que nos apoiar basicamente na antropometria nutricional, uma vez que dados complementares sobre a nutrição desses povos são pratica-



**O acompanhamento do crescimento físico das crianças é parte fundamental do processo de avaliação nutricional. Na foto, crianças Suruí de diferentes idades. Rondônia, 1987.**

mente inexistentes ou de difícil obtenção. Assim, por exemplo, há inúmeros relatos apontando para a robustez física dos adultos e a quase inexistência de crianças indígenas com sinais de desnutrição detectáveis a partir de exame físico. Sabe-se, no entanto, que as formas mais freqüentes de má-nutrição em países como o Brasil não são as clinicamente detectáveis, e sim as ditas 'leves', que se manifestam por déficits de crescimento ou outras modificações corporais perceptíveis apenas através de procedimentos mais acurados.

Ainda que a prevalência de desnutrição energético-protéica para as comunidades indígenas brasileiras possa parecer excessivamente elevada à luz dos dados nacionais, é provável que reflita a precária realidade de saúde de muitos desses grupos. É inquestionável que as drásticas mudanças ecológicas, decorrentes do contato com o 'homem branco', geram condições propícias a um quadro alimentar e nutricional pouco favorável. Entre elas podemos citar: a diminuição dos territórios tribais aliada a uma crescente pressão sobre os recursos naturais; o abandono das práticas tradicionais de subsistência, acompanhado

da adoção de uma dieta menos diversificada, baseada em alimentos industrializados; a formação de aldeias cada vez maiores e sem infra-estrutura sanitária satisfatória. Ao lado disso, os serviços de atenção primária à saúde nas áreas indígenas raramente funcionam a contento, prejudicando, entre outros aspectos, a vacinação. Tais problemas, além de outros potencialmente deterioradores das condições nutricionais, estão tanto presentes nas comunidades Tupi-Mondé já mencionadas, onde

atingem níveis alarmantes, como em boa parte das comunidades indígenas do país.

No momento em que a sociedade brasileira procura discutir a fome que atinge grande parte de sua população, atenção especial precisa ser dirigida a segmentos sociais específicos, como as comunidades indígenas. Na verdade, sabemos muito pouco a respeito dos impactos que os processos de mudança associados ao contato causam à dinâmica nutricional. Esse tema precisa entrar na agenda da discussão sobre a fome no Brasil, de forma a gerar informações que possam subsidiar maneiras mais eficazes (além de culturalmente adequadas) de debelar os problemas nutricionais que, ao que tudo indica, estão mais presentes entre os índios do que em geral se imagina.

**Ricardo Ventura Santos**

*Museu Nacional, UFRJ.  
Escola Nacional de Saúde Pública,  
Fundação Oswaldo Cruz.*

## Santuário subterrâneo

*Pesquisadores descobrem um museu vivo de história natural na Toca da Boa Vista.*

**D**urante uma expedição à Bahia em janeiro de 1987, membros do grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, de Belo Horizonte, adentraram pela primeira vez o gigantesco labirinto de condutos subterrâneos da Toca da Boa Vista, no extremo norte do Estado. Quatro dias mais tarde encerrariam seus trabalhos com a certeza de terem feito uma das descobertas mais importantes da espeleologia brasileira. A vigésima caverna do mundo em extensão e a maior da América do Sul, com 60 km já topografados, começaria então a ser explorada.

A caverna intercala grandes salões com trechos estreitos e tetos baixos divididos em cinco 'mundos': Boa Vista Clássica, Novo Mundo, Além-Mundo, Terceiro Mundo e Fim do Mundo, segundo a nomenclatura criada pelo grupo a partir do desenvolvimento exploratório e do aspecto morfológico dos setores explorados. Muito ramificada, a Toca da Boa Vista exige atenção especial dos espeleólogos. Se, por um lado, esse padrão labiríntico dificulta o mapeamento, por outro, facilita o deslocamento em seu interior, abrindo várias frentes de exploração. Qualquer ponto pode ser atingido em poucas horas a partir de uma de suas três entradas. Depois de um conduto estreito, é sempre possível a descoberta de um novo 'mundo'.

A Toca da Boa Vista é uma caverna atípica em muitos aspectos. Sua forma geral está condicionada pelas direções de fraturamento e de eixos de suaves dobras da rocha. Embora esteja inserida em dolomitos — rocha menos solúvel que o calcário e teoricamente menos propícia a gerar cavernas longas —, suas dimensões extrapolam em muito o universo de cerca



**Localização da Toca da Boa Vista, no município baiano de Campo Formoso.**



**Salão Telécio, localizado na Boa Vista Clássica, um dos maiores e mais importantes da Toca da Boa Vista.**

de duas mil cavernas calcárias identificadas até agora no Brasil. Contrariamente à maior parte das cavernas, criadas a partir da ação química do ácido carbônico contido em águas infiltradas a partir da superfície, a Toca da Boa Vista pode ter sua gênese associada a um mecanismo *sui generis*.

Análises químicas feitas em nascentes da região revelaram teores anômalos de ácido sulfúrico, sugerindo que esse ácido, com capacidade superior à do ácido carbônico para dissolver uma rocha, teria contribuído para formar a extensa rede de condutos. Entre as hipóteses aventa-

das para explicar a presença do ácido sulfúrico estão a oxidação de bolsões de pirita ( $FeS_2$ ) no interior do dolomito e a ascensão de fluidos ácidos a partir da subsuperfície.

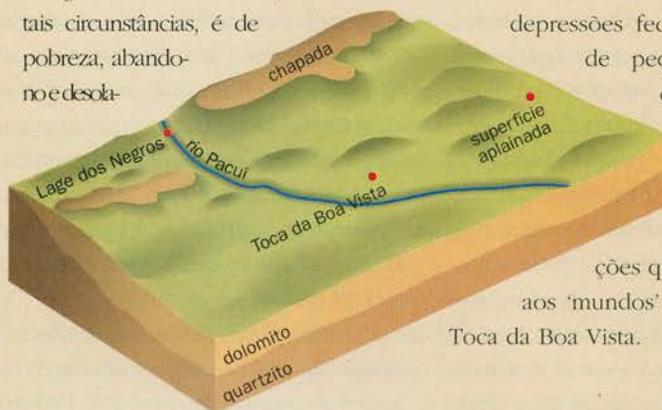
Seja qual for a origem da água ácida, essa caverna tipicamente freática se criou através do fluxo lento da água subterrânea, que foi dissolvendo as fraturas e outras discontinuidades da rocha. Com o contínuo rebaixamento do lençol freático, ligado à evolução da paisagem e às mudanças climáticas, a maior parte da caverna tornou-se seca. É bem possível que a Toca da Boa Vista tenha permanecido sem contato com a superfície por milhares de anos, visto que as entradas hoje existentes estão ligadas a desmoronamentos ocorridos quando o rebaixamento erosivo da superfície a aproximou de algumas galerias.

Na maioria das cavernas, o mapeamento significa um documento básico para pesquisas futuras. Na Toca da Boa Vista, tem sido mais que isso, condicionando sua própria exploração e garantindo o retorno seguro dos espeleólogos. Na época da descoberta da Boa Vista, os tradicionais métodos topográficos utilizados no Brasil não se adequavam às exigências de sua complexa estrutura. Era necessário criar um sistema eficiente, preciso e que se perpetuasse por muito tempo.

Em cada ramificação foi estabelecido um ponto de topografia identificado através de uma fita. Nele, medidas relativas ao aspecto do conduto (largura e altura) e sua posição em relação ao ponto anterior (distância, azimute e inclinação) foram criteriosamente anotadas. Essa infinidade de valores, depois de processados através de um sofisticado *software*, gerariam uma

## A paisagem local

A Toca da Boa Vista fica a 12 km do povoado conhecido como Lage dos Negros, no município baiano de Campo Formoso, numa região marcada pela escassez de chuvas, com precipitação anual média de 460 mm, e temperaturas altas durante todo o ano. Os pequenos povoados e o meio rural nos arredores da caverna são duramente atingidos pela falta d'água de superfície e pelo total desinteresse do governo. O cenário, em tais circunstâncias, é de pobreza, abandono e desola-



**Bloco-diagrama** exibindo a morfologia e os principais tipos de rocha encontrados nos arredores da Toca da Boa Vista.

ção. A paisagem local é caracterizada por duas unidades morfológicas: a chapada residual, elaborada predominantemente em rochas quartzíticas, e a superfície aplainada, onde ocorre o dolomito calcítico. Destaca-se nesse setor a vegetação esturricada e espinhenta da caatinga. A monotonia da superfície aplainada é ocasionalmente rompida pela presença de morros alongados bem individualizados, pela calha intermitente do rio Pacuí e por depressões fechadas na forma de pequenos abismos ocasionados por abatimentos do teto da caverna. É através dessas feições que se tem acesso aos 'mundos' subterrâneos da Toca da Boa Vista.

ossos de um tigre-dente-de-sabre, de pequenas preguiças terrícolas, de um cachorro, de um macaco semelhante ao nosso monarcauro e de um pequeno urso, do tamanho de uma ovelha, parecido com o atual urso-de-óculos dos Andes. De espécies que ainda sobrevivem, foram encontrados restos de porco-domato, onça, raposa, veado, tatu, morcego e de uma lhama idêntica ao guanaco, que vive hoje na Patagônia.

Em outras grutas, num raio de 100 km, já foram identificados fósseis da fauna extinta de grande porte, como preguiças gigantes, cavalos e mastodontes. A ausência de fósseis desses animais na Toca da Boa Vista e o estudo dos hábitos de algumas espécies nela encontradas — como o "primitivo macaco do Brasil" (*Protopithecus brasiliensis*), muito semelhante ao monarcauro, exclusivo da Mata Atlântica — indicam a existência, no passado, de ambientes muito diversos do atual.

A Toca da Boa Vista é um verdadeiro santuário subterrâneo, um museu vivo de história natural retratando os processos físicos e biológicos do passado. Estudos futuros, de caráter interdisciplinar, poderão subsidiar a elucidação dos parâmetros ambientais predominantes na área durante o Quaternário (período de aproximadamente 2,5 milhões de anos atrás aos dias atuais), assim como questões relacionadas à sua gênese. Por outro lado, o objetivo do grupo é que, no ano 2000, a Boa Vista esteja entre as 10 maiores cavernas do mundo, com extensão topografada superior a 100 km. Até lá, é certo, ela continuará educando novas gerações de espeleólogos, que, com a incipiente luz de acetileno, desvelarão lentamente um tesouro escondido há milhares de anos.



**Representação, em planta baixa, do labirinto de condutos da Toca da Boa Vista topografados até agora. O total de 60 quilômetros de galerias já mapeados faz desta caverna a maior da América do Sul e a vigésima do mundo em extensão.**

complexa malha topográfica. A representação gráfica, feita sob a forma de um atlas onde cada página corresponde a uma área de 10.000 m<sup>2</sup>, possibilita sua utilização nas explorações subsequentes.

Freqüentemente os topógrafos faziam também o trabalho de descobridores de fósseis. Mas, recentemente, o grupo do paleontólogo Cástor Cartelle, do Instituto

de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, se integrou à equipe do Bambuí em suas expedições à Toca da Boa Vista. De mapa na mão, os paleontólogos chegavam ao ponto definido e trabalhavam na coleta do material de seu interesse, tendo identificado restos de uma fauna curiosa e muito diversificada.

De espécies já extintas, recolheram

### Augusto Auler

Universidade Western Kentucky (EUA),  
Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

### Ezio Rubbioli

Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

### Luís Beethoven Piló

Universidade de São Paulo,  
Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

# Patentes para Biotecnologia

*A lei das patentes deve ser capaz de conviver com a ética e a ciência*

**A**propriedade industrial em biotecnologia, particularmente a questão das patentes, provocou uma grande discussão em todo o mundo, envolvendo diversos setores da sociedade. Desde o começo, a idéia de patentear a vida confrontou-se com ponderações de natureza ética, socioeconômica e cultural que extrapolaram o ambiente da invenção e da inovação da atividade produtiva, áreas a que se restringe a discussão de patentes na maioria dos outros campos da indústria.

Durante as últimas duas décadas, a discussão foi completada e ultrapassada nos países industrializados. Hoje, a Comunidade Européia, os Estados Unidos, o Japão e um número crescente de países emergentes (como os 'Tigres Asiáticos' e, mais recentemente, a Cinha Continental) incluem a biotecnologia em suas modernas legislações de propriedade industrial. A proteção da propriedade intelectual para invenções na área de seres vivos foi absorvida também pela "Rodada Uruguai" do Acordo Internacional de Comércio e Tarifas Aduaneiras (GATT), recentemente concluída e da qual o Brasil foi signatário. Na América Latina, o México introduziu a biotecnologia em sua legislação sobre patentes de 1991. A discussão trava-se agora no Brasil e na Argentina, países em que a harmonização do assunto é necessária para as relações comerciais no Mercosul.

A modernização de nossa Lei de Patentes encontra-se em fase final de aprovação no Congresso Nacional, e é importante que a sociedade brasileira participe da discussão sobre o tema. É necessário esclarecer o que é biotecnologia, qual a sua influência e importância para o setor produtivo, para a economia nacional e

para o nosso cotidiano. É preciso ainda definir que invenções devem ser protegidas nas atividades industrial e comercial, sem desprezar o interesse social.

## O que é biotecnologia?

Entende-se por biotecnologia o conjunto de conhecimentos, técnicas e métodos, de base científica ou prática, que permitem a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial e de bens e serviços.

Grande parte das biotecnologias industriais de hoje utiliza microrganismos em processos fermentativos. Nesses processos, há muito conhecidos, os microrganismos se comportam como fábricas químicas especializadas em determinada reação. Fermentações pelos mais diversos microrganismos para variados fins ganharam proeminência junto às indústrias químicas, farmoquímicas e de alimentos, e ao manejo do meio ambiente.

O enorme progresso da tecnologia de fermentações nos últimos 150 anos esbarrou numa restrição importante. Os biotecnólogos dispunham apenas de organismos naturais e estes nem sempre apresentavam o conjunto de propriedades desejado. Apesar da enorme biodiversidade à nossa disposição, era lento e pouco seguro buscar na natureza (ou nos 'bancos' de microrganismos) o agente biológico ideal para um novo processo fermentativo.

Na agricultura e na pecuária, o homem contou, desde cedo, com a possibilidade dos cruzamentos entre as raças animais e variedades vegetais para fazer a transferência de características funcionais de interesse econômico. Esse sistema, denominado 'melhoramento' (vegetal ou animal) baseia-se na genética

clássica e é responsável pelo grande sucesso no aumento de produtividade e na incorporação de características adaptativas importantes nas lavouras e nos rebanhos. Mas a transferência de características genéticas hereditárias através da reprodução sexuada também tem sua limitação: a compatibilidade reprodutiva dos organismos cujas características se pretende combinar. Com freqüência, a intenção de transferir para uma planta ou um animal uma característica determinada esbarra no fato de que tal característica só existe num outro organismo, tão distante na árvore taxonômica que torna inviável o cruzamento.

O quadro de limitações acima descrito foi radicalmente alterado na década de 60 com a expansão da moderna biologia molecular, capaz de manipular as moléculas de ADN (ácido desoxirribonucléico) e ARN (ácido ribonucléico). Essas moléculas codificam, na memória genética de uma célula, todas as suas potencialidades funcionais, inclusive a sua capacidade de promover certas reações químicas. Controlam ainda o aparecimento e a intensidade dessas potencialidades.

Abriu-se assim o caminho para a engenharia genética de microrganismos, que, pela intervenção do homem, passaram a combinar características bioquímicas e funcionais jamais encontradas juntas na natureza. Essa biotecnologia moderna, que já era bastante dominada na década de 70, foi trazida para a prática industrial nos anos 80 e, hoje, é um dos setores de ponta que mais se desenvolve. Nos últimos 15 anos, os cientistas conseguiram estender a façanha da engenharia genética também aos vegetais e aos animais. Mais recentemente, foi a vez do próprio homem, que já vem sendo

ajudado na luta contra doenças pelas chamadas genoterapias, nas quais os genes são introduzidos no organismo do paciente.

### O panorama da indústria biotecnológica

Em todos os países desenvolvidos, a indústria biotecnológica moderna — que se vale da alteração radical das funções vitais de seres vivos — caracteriza-se como um setor de fronteira tecnológica. Seus principais atores são: a) *as instituições de pesquisa, públicas ou privadas*, cuja função primária é ampliar a base de conhecimentos necessária ao desenvolvimento biotecnológico industrial; b) *as pequenas empresas de base biotecnológica*, capacitadas para interagir eficientemente com as instituições científicas e transformar conhecimento em inovações tecnológicas e em finos produtos de biotecnologia moderna; c) *as grandes indústrias usuárias da biotecnologia*, capazes de traduzir tecnologias em produção de massa e de incorporá-las aos produtos finais oferecidos à sociedade nas prateleiras de supermercados e farmácias.

Esses três segmentos se estimulam e se motivam mutuamente, numa combinação bem ajustada de ofertas e demandas tecnológicas. Mercado e inteligência criativa são os dois pólos que dirigem perguntas e respostas ao longo dessa cadeia, assim como dirigem a formulação de projetos e os fluxos financeiros necessários ao funcionamento da máquina. Toda essa atividade é regulada por um conjunto de normas ditadas pelo poder público, que atua na vigilância ao abuso e no estímulo financeiro à pesquisa científica, ao desenvolvimento tecnológico e à transferência e absorção de tecnologias inovadoras pela indústria.

### Para que servem as patentes

Distintos interesses e lógicas operacionais dos vários atores no trajeto entre o mundo das idéias criativas e o mundo da indústria e do comércio tornam essencial

a existência de uma 'moeda' capaz de quantificar financeiramente os valores intangíveis da transferência de tecnologias. Essa 'moeda' é a propriedade industrial, e mais particularmente, as patentes.

Sem as patentes o cientista inventor e

**Empresas de biotecnologia, esperando uma Lei de Propriedade Industrial favorável, já investem em desenvolvimentos biotecnológicos modernos.**

a instituição em que trabalha perdem a condição de oferecer ao sistema industrial um bem claramente apropriável, em regime de exclusividade. Por sua vez, o sistema industrial, incapaz de identificar um bem apropriável que singularize o seu detentor num mercado competitivo, não se dispõe a comprá-lo e, muito menos, a desenvolvê-lo com terceiros. O resultado é o isolamento entre os elos da cadeia, interrompendo-se a única via prática para a extensão dos benefícios da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico à grande massa da população, ou seja, a sua transferência aos produtores de bens e serviços.

Para a indústria biotecnológica clássica brasileira, que vende anualmente US\$ 16 bilhões, a modernização competitiva pela introdução de biotecnologias modernas é uma tendência natural. Essa modernização é trazida por dois vetores dinâmicos. O primeiro, é a vinculação crescente entre a indústria nacional e as nossas instituições científicas, em cujos quadros e instalações reside uma sig-

nificativa força inovadora de biotecnologia moderna. O segundo vetor é o segmento transnacional da indústria, que já traz tecnologias modernas prontas, mantendo-as, sempre que possível, sob o manto do segredo industrial.

A falta de proteção à propriedade industrial para as biotecnologias modernas tem sido um obstáculo constante em diversas negociações internacionais. Pior ainda, a inexistência de patentes é um impedimento concreto ao investimento brasileiro em inovação biotecnológica.

Com esse pano de fundo negativo, agravado pelas dificuldades econômicas do país, pode-se considerar surpreendente e alentador o fato de que algumas de nossas empresas de biotecnologia, na expectativa de uma Lei de Propriedade Industrial favorável, já tenham começado a investir em desenvolvimentos biotecnológicos modernos, em colaboração com grupos científicos no Brasil e no exterior. Em cada um desses casos, será necessário patentear os inventos, para que processos e produtos inovadores da biotecnologia moderna do país possam trazer progresso e fortalecer nossas empresas, permitindo ao mesmo tempo o justo retorno a todas as partes envolvidas, inclusive às instituições científicas e aos cientistas inventores que nelas trabalham.

### Como funciona o sistema de patentes

A patente é um mecanismo de premiação da atividade inventiva útil à indústria e à sociedade. Através da patente, o poder público concede, por prazo determinado (entre 15 e 20 anos), privilégios de monopólio sobre a utilização industrial do objeto patenteado, seja ele um novo processo, um novo produto ou uma nova utilização prática de algum conhecimento. Durante esse prazo de vigência, o objeto patenteado não pode ser utilizado, fabricado, vendido, exportado ou importado, a não ser pela vontade expressa do detentor do privilégio. Em contrapartida, o inventor cede à sociedade todos os

conhecimentos técnicos sobre o objeto inventado, através da publicação formal na revista editada pelo organismo público controlador do sistema de patentes no país (no caso do Brasil, o Instituto Nacional de Propriedade Industrial — INPI).

As publicações de patentes são mundialmente disponíveis e, hoje, integram as grandes redes informatizadas. Representam, assim, uma valiosa fonte de informações técnico-científicas, submetidas a um forte crivo especializado no país de origem, no que tange à originalidade da idéia e ao grau de inovação e aplicabilidade industrial.

O monopólio do detentor da patente tem, todavia, restrições legais. Interessa especialmente ao mundo da ciência aquela que dá direito automático de livre uso dos conhecimentos e técnicas constantes da descrição da patente, para fins de pesquisa científica. Assim, o sistema de patentes aumenta a disseminação de conhecimento e promove de fato o desenvolvimento da ciência e da técnica, ao invés de impedi-lo.

Outro ponto de interesse para a sociedade está em que, uma vez conseguida a patente, o inventor fica obrigado a explorá-la, suprimindo o mercado do produto e utilizando plenamente os processos patenteados. Caso contrário, a patente é perdida por 'caducidade'. Portanto o inventor que não pretende explorar diretamente a sua patente deve licenciar o uso de sua invenção para uma indústria capacitada a pô-la em prática. A licença garante à sociedade o acesso à inovação. Ao inventor, nesse caso, caberá uma porcentagem da comercialização do seu invento, na forma de *royalties*.

Patentes são assim bens móveis que podem ser vendidos ou alugados. Por essa razão, a capacidade de negociar transferência de tecnologia (aquisições e licenças) entre inventores e utilizadores industriais de novas tecnologias é de importância primária numa universidade, num instituto ou numa empresa.

No Brasil, com a abertura do paten-

teamento em biotecnologia, deverá ocorrer um movimento importante de pedidos do exterior, ultrapassando de muito o número de patentes pleiteadas por inventores nacionais. Esse desequilíbrio só será revertido, progressivamente, à medida

**O projeto deixa claro que a lei brasileira não permitirá o patenteamento de nossa biodiversidade ou de qualquer ser vivo encontrado na natureza.**

que amadurecer a atividade criativa dos centros de pesquisa e empresas biotecnológicas brasileiras.

Contrariamente ao que se poderia supor numa primeira análise, os cientistas e industriais brasileiros de biotecnologia vêm com bons olhos essa abertura. Primeiro, porque uma parte significativa das patentes estrangeiras que venham a ser depositadas no Brasil poderão ser licenciadas para empresas brasileiras, representando uma via de acesso a numerosas invenções que hoje estão fora de seu alcance. Cientistas, tecnólogos e industriais, todos poderão aprender muito e rapidamente com isso. Segundo, porque a patente estimula a criatividade brasileira em biotecnologia a se expressar e a interagir sem medo com a indústria. Desse modo, crescerão a ciência e o número de pequenas empresas de base tecnológica, que buscarão formar uma extensa e forte rede de terceirização, altamente especializada, em torno de seus clientes preferenciais: as grandes empresas usuárias de processos, produtos e serviços da biotecnologia moderna.

Nesse quadro, pode-se prever que, futuramente, as empresas transnacionais buscarão entre nós respostas para demandas tecnológicas específicas do nosso mercado interno, bem como sobre os melhores caminhos para exploração conjunta, sustentável e autoconfiante de nossa extensa base genética, vegetal e animal. E se soubermos ser competentes, por que não pensar numa biotecnologia moderna no Brasil, capaz de vencer barreiras competitivas no mercado internacional?

### **O projeto de lei de propriedade industrial**

O projeto em tramitação no Congresso Nacional constitui, no seu conjunto, um avanço importante na legislação brasileira sobre propriedade industrial. O projeto deixa claro que a lei brasileira não permitirá o patenteamento de nossa biodiversidade ou de qualquer ser vivo encontrado na natureza. Também não serão patenteáveis os processos biológicos naturais ou os genes de um ser vivo, ainda que deles isolados.

No âmbito da biotecnologia clássica, tornam-se patenteáveis novos métodos de isolamento e seleção de microrganismos para fins industriais, bem como as tecnologias produtivas em que esses organismos venham a ser criativamente inseridos. São, por extensão, patenteáveis os próprios microrganismos quando associados a um processo industrial inovador, desde que não existam na natureza no mesmo estado em que participam do processo industrial patenteados.

Quanto à biotecnologia moderna, tornam-se patenteáveis várias tecnologias inovadoras, como as fusões celulares especiais denominadas 'hibridomas', produtoras de anticorpos monoclonais importantes na produção de *kits* para diagnóstico e para novas tecnologias de controle de qualidade. Também são patenteáveis os microrganismos transgênicos (transformados pela engenharia genética). Mesmo que o gen utilizado na transformação seja encontrado na natureza,

não serão naturais os meios utilizados, nem será natural o organismo vivo daí resultante.

O projeto de lei proíbe o patenteamento de animais e plantas superiores em geral, inclusive os transgênicos (resultantes de engenharia genética). Essa exclusão é divergente da posição adotada pelos países industrializados e traduz as inquietações do Congresso Nacional e de setores da sociedade organizada quanto ao possível impacto da biotecnologia na agricultura, no meio ambiente e na própria tessitura ética da sociedade brasileira. A indústria biotecnológica e um contingente significativo dos cientistas envolvidos diretamente no assunto não compartilham essas preocupações.

Sem minimizar as importantes questões éticas e morais relacionadas à engenharia genética do homem e à manipulação de embriões humanos, é preciso entender que a Lei de Patentes se dirige apenas à patenteabilidade de um invento, para fins de sua exploração industrial e comercialização. Se um invento, por qualquer razão, não puder atingir esse estágio, estará automaticamente invalidado para fins de patente.

Várias razões podem impedir que um invento seja explorado comercialmente. Entre elas, está a hipótese de a produção e comercialização atentarem contra a moral, os bons costumes e a segurança pública. Tal estipulação, presente em todas as legislações de propriedade industrial, antigas e modernas, acha-se claramente explicitada no projeto de lei brasileiro. Entretanto, é importante observar que não é a Lei de Patentes que define o que é ético e moral, ou o que se qualifica como bons costumes. Se for necessário definir esses conceitos por lei, que se faça através de instrumento legal específico. Aliás, encontra-se em tramitação no Congresso um projeto de lei de bioética, originário do Senado Federal.

Uma lei de bioética poderá regular claramente o que pode e o que não pode ser praticado pela sociedade brasileira no

âmbito da biotecnologia. As práticas que forem proibidas estarão automaticamente excluídas de patenteabilidade. Por outro lado, a lei de bioética não deve nem precisa tratar de proibições de patenteamento. Isso seria tão esdrúxulo quanto a lei

**É importante, ainda, observar que não cabe à Lei de Patentes a definição do que é ético e moral, ou do que se qualifica como bons costumes.**

de patentes tratar de ética e de moral.

Resolvida essa questão, cabe alertar para o perigo de um eventual cerceamento legal da engenharia genética de células humanas somáticas, tecnologia que constitui hoje um caminho absolutamente essencial na luta contra doenças congênicas e contra o câncer, para citar apenas dois exemplos.

A pesquisa nesse terreno é intensa e progressos importantes já foram alcançados. Seria 'tapar o sol com a peneira' imaginar que uma lei de bioética no Brasil fosse travar tais progressos, ou acreditar que, uma vez alcançados, pudéssemos mantê-los afastados de pacientes brasileiros. Seria não só infrutífero como também criminoso no âmbito da responsabilidade médica, social e moral.

Portanto nenhum esforço deve ser poupado no estudo da lei de bioética, para que ela seja justa, enobrecedora de nossa cultura e capaz de conviver com os progressos lícitos e éticos da ciência e da técnica. Já os cuidados com a lei de patentes são de outra natureza, mais prática e econômica.

No que tange a plantas, a concordância a favor da proteção aos direitos de propriedade intelectual é ampla. Entretanto, predominaram os que preferem vê-la protegida por mecanismos outros que não a patente. Planeja-se, assim, criar no futuro um sistema *sui generis* de proteção para variedades comerciais de plantas agricultáveis (cultivares), adotando-se os princípios da União Internacional para a Proteção das Obtenções Vegetais (UPOV).

Consideramos justo criar uma lei especial para proteger a obtenção de novos cultivares pela genética clássica. A convenção da UPOV, no seu formato mais recente (versão de 1991), cria os mecanismos necessários para essa proteção. Por outro lado, entendemos também que o Brasil não pode fechar os olhos para as perspectivas da engenharia genética de vegetais. O sistema UPOV não tem mecanismos para proteger plantas transgênicas. Por isso, patentes para essas plantas são adotadas no primeiro mundo, lado a lado com a proteção dos direitos de melhorias pelo sistema da UPOV. Sendo coexistentes, os dois sistemas se respeitam e se complementam, como se depreende do fato de que a UPOV e a Organização Mundial da Propriedade Industrial (OMPI) compartilham facilidades e postos diretivos de suas estruturas superiores.

Apesar do senão referente a patentes de vegetais, a comunidade biotecnológica entende que o projeto de lei de propriedade industrial traz progressos sensíveis, constituindo-se em base importante para a negociação final dos pontos levantados acima.

**Antonio Paes de Carvalho**

*Instituto de Biofísica e Fisiologia,  
Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Secretário-geral Fundação Bio-Rio,  
Presidente da Associação Brasileira das  
Empresas de Biotecnologia.*

# Teleporto do R



**Daqui dá pra ver co**



Em plena Cidade Nova, uma área que está sendo totalmente revitalizada, a Embratel e a Telerj estão desenvolvendo o maior complexo integrado de telecomunicações da América Latina. Um projeto que atrairá, com a mais avançada tecnologia em comunicação, os mais importantes nomes do empresariado do Estado e do País. O Teleporto do Rio de Janeiro, fruto da ação conjunta da Prefeitura do Rio de Janeiro, Embratel e Telerj, terá mais de 500 mil m<sup>2</sup> de área construída, próximo à Linha Vermelha, a apenas 10 minutos dos aeroportos da cidade e a 5 minu-

# io de Janeiro.

# mo vai ser o futuro.

tos da Zona Sul. O Teleporto do Rio de Janeiro contará com serviços telemáticos e de telecomunicações, integrados à rede da Telerj e às redes nacionais e internacionais da Embratel, utilizando a rede nacional de fibra óptica, os satélites do Intelsat, do Inmarsat e do Brasilsat. Isto é: um dos mais modernos centros de atendimento do mundo - com segurança, infra-estrutura e qualidade de vida diferenciadas. Os primeiros sinais do Teleporto do Rio de Janeiro já são visíveis. E eles vêm na forma de um prédio inteligente, construído pela Fundação Vale do Rio Doce de Seguridade Social (Valia), que entrará em funcionamento já em setembro de 1994. Conheça o projeto no show-room de telecomunicações instalado no empreendimento. Um negócio do futuro que você pode ver hoje.



# UMA POLÍTICA OCEANOGRÁFICA PARA O BRASIL

**Com nove mil quilômetros de litoral voltado para o Oceano Atlântico, o Brasil tem um enorme potencial para a oceanografia. Entretanto, as pesquisas nessa área têm sido modestas, mesmo diante da importância política e estratégica que o uso dos recursos do mar tem para a soberania nacional. Em novembro de 1994 entrará em vigor a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Para que o país exerça de fato seus direitos de exploração e gestão dos recursos marinhos, torna-se indispensável uma política governamental que oriente, organize e subsidie as ações de oceanografia. A partir daí, programas e projetos poderão ser implementados, a médio e longo prazos, para atender as demandas nacionais relacionadas sobretudo à determinação do potencial de recursos minerais marinhos, à produção de alimentos, à formação de pessoal e ao desenvolvimento de tecnologia marinha. Neste sentido, é fundamental considerar o desenvolvimento histórico da oceanografia dentro e fora do país e, mais do que isso, seu quadro atual, para evitar a repetição de equívocos do passado ou adotar modelos dissonantes com a nossa realidade.**

**SIDNEY LUIZ DE MATTOS MELLO**

*Departamento de Geologia, Laboratório de Geologia Marinha, Universidade Federal Fluminense.*

A geologia e a geofísica marinha deram seus primeiros passos a partir dos anos 20 quando várias mudanças sucessivas ocorreram nas ciências da Terra. Entre elas, destacamos: 1) o reconhecimento da interdependência entre os estudos geológicos e os estudos climáticos, oceânicos e atmosféricos; 2) o estabelecimento de medições dos fenômenos geológicos e de modelos quantitativos sobre o comportamento do planeta, por meio da aplicação da química e da física à geologia; 3) o progresso dos estudos aprofundados sobre as bacias oceânicas.

Graças a essas mudanças, desenvolveram-se novos métodos, técnicas e equipamentos para pesquisas no mar. Entretanto, foi somente a partir da Segunda Guerra Mundial que a geologia e a geofísica marinha ganharam maior impulso, aproveitando-se das inovações científicas e tecnológicas introduzidas pelas nações envolvidas no conflito. Além disso, foi preciso conhecer melhor o fundo dos oceanos, tanto por questões de domínio geopolítico como para aproveitamento dos recursos do mar.

Em conseqüência, levantamentos geológicos e geofísicos sistemáticos do fundo dos oceanos foram incentivados em diversos países, especialmente nos Estados Unidos. A marinha norte-americana investiu grandes recursos em instituições de apoio à pesquisa, como o Office of Naval Research and Bureau of Ships e centros universitários de pesquisa, como o Lamont Doherty Geological Observatory (LDGO), o Woods Hole Oceanographic Institu-

tion (WHOI) e o Scripps Institute of Oceanography.

Sem dúvida, foi através desses esforços de pesquisa que nos anos 60 a ciência geológica passou por uma revolução. A teoria da tectônica das placas, baseada na hipótese da deriva dos continentes e da expansão do assoalho oceânico trouxe elementos importantes para a compreensão do desenvolvimento das margens continentais onde ocorrem bacias sedimentares, cujo potencial mineral é notável (petróleo, sal, gás, carbonatos e fosfatos). Diante da necessidade crescente desses bens, e de sua real perspectiva exploratória nas margens continentais, intensificaram-se os estudos nessas regiões. No entanto, só no final da década de 60 o Brasil iniciou suas pesquisas em geologia e geofísica marinha, defasado, portanto, em pelo menos 10 anos.

## **GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA NOS ANOS 70/80**

A primeira expedição oceanográfica brasileira, denominada Geomar I, foi realizada em 1969. Voltava-se para o estudo do fundo submarino ao largo do rio Amazonas, com o apoio do navio oceanográfico Saldanha da Gama, da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), e congregando diversas instituições, entre elas a Petrobrás, o Departamento de Produção Mineral (DNPM) e várias universidades.

O sucesso do empreendimento levou à criação, no mesmo ano, do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM) que, com apoio do Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), reuniu todas as instituições participantes da expedição (à exceção da Petrobrás) para fazer o reconhecimento da margem continental brasileira e promover o desenvolvimento da infra-estrutura de equipamentos e pessoal para geologia e geofísica marinha.

Entretanto, a urgência de reunir informações sobre a margem continental brasileira, visando principalmente interesses exploratórios da Petrobrás, levou quase simultaneamente à criação do Projeto Remac (Reconhecimento Global da Margem Continental), com recursos da Petrobrás, da Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM), do DHN e CNPq. O volume de recursos disponíveis permitiu que esse programa canalizasse praticamente todas as ações em geologia e geofísica

marinha no país, entre 1972 e 1977, inclusive os intercâmbios internacionais para pesquisas no mar. Com isso, o PGGM foi inteiramente esvaziado, bem como as pesquisas em oceanografia geológica nas universidades.

O Projeto Remac reuniu o maior número de pesquisadores da área de geologia e geofísica marinha e realizou diversas expedições oceanográficas nacionais ou em cooperação internacional com o LDGO, o WHOI e o CNEXO (Centre National pour l'Exploitation des Océans), hoje Ifremer (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer). Como resultado direto, obteve-se o levantamento da margem continental brasileira na escala de 1:2.500.000 e a publicação de uma série de nove volumes que é um testemunho do nível do conhecimento científico alcançado na época.

O Remac teve um saldo positivo ao obter um rápido reconhecimento da nossa margem continental. Entretanto, também reduziu as ações das universidades a estudos sobre os sedimentos costeiros e, sobretudo, não contribuiu para fortalecer a infra-estrutura de equipamentos e recursos humanos. Ao término do projeto, os pesquisadores engajados em geologia e geofísica marinha dispersaram-se para outras áreas de estudo.

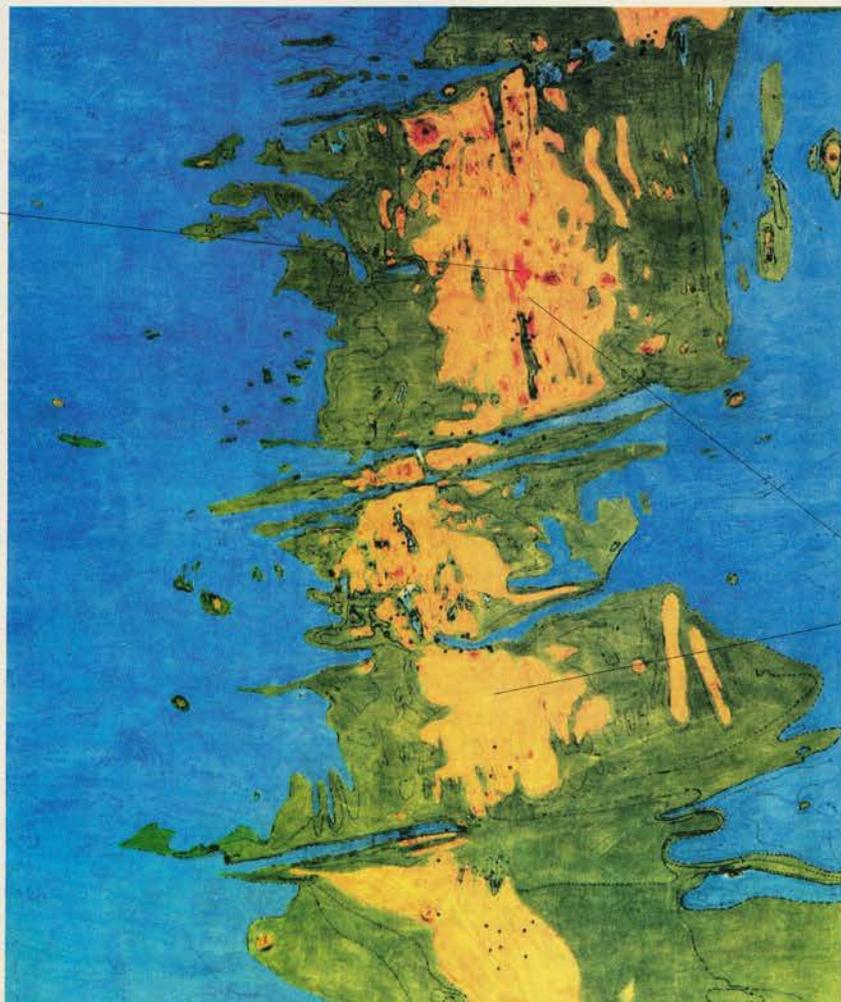
Assim, a geologia e a geofísica marinha chegaram ao final dos anos 70 no Brasil sem que a comunidade científica dedicada a estudos do mar dispusesse de uma embarcação adequadamente equipada e de pessoal qualificado. No período de 1969 a 1978, apenas sete pesquisadores se doutoraram no exterior e apenas 13 mestres se formaram no país. Em geral, suas teses

**LOCAL DE POTENCIAL OCORRÊNCIA DE SULFETOS POLIMETÁLICOS**



**Cordilheira existente na região central do Oceano Atlântico. As profundidades estão indicadas pelas cores: azul (>3.500 m), verde (<3.500 m e >3.000 m), amarelo (<3.000 >2.000 m) e marrom (< 2.000 m). Os pontos pretos representam os epicentros de terremotos. Essas regiões merecem estudos detalhados, pois são potencialmente ricas em sulfetos polimetálicos e crostas ricas em cobalto, cobre e níquel.**

MAPA CEDI-DO PELO AUTOR.



**LOCAL DE POTENCIAL OCORRÊNCIA DE CROSTA RICA EM COBALTO**



versaram sobre estudos costeiros e sedimentológicos, em vista da tradição exclusiva dessas linhas de pesquisa, em contraposição a uma visão integrada do estudo da geologia e geofísica marinha que envolve a investigação das margens continentais e assoalho oceânico.

Nos anos 80, com a criação da Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) e a elaboração do 1º Plano Setorial para Recursos do Mar (PSRM), os estudos oceanográficos, instrumentalizados pela comunidade científica, receberam do governo brasileiro uma relativa atenção e orientação. Com isso, o PGGM, que estava desarticulado, voltou a se organizar. As instituições que o integravam receberam recursos para pesquisa e criação de sua infra-estrutura.

A Comissão Interministerial alocou verba para expedições oceanográficas (expedições Geomar), usando o navio-oceanográfico Almirante Câmara, do DHN, e para novos programas, como o Proantar (Programa Antártico), o PNGC (Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro) e, mais recentemente, o Leplac (Programa de Levantamento da Plataforma Continental), com a finalidade de delimitar, para efeitos jurídicos, a plataforma continental brasileira. Também financiou a implementação do Banco Nacional de Amostras Geológicas (BNAG), para armazenar amostras do fundo oceânico e permitir estudos diferenciados de uma mesma amostra. Criou ainda o Banco de Equipamentos Geofísicos (BEG), para gerar um *pool* de equipamentos geofísicos capaz de servir a todas as instituições do PGGM em suas pesquisas no mar. O primeiro curso de pós-graduação em geologia e geofísica marinha no Brasil também foi apoiado pela Comissão Interministerial.

A atuação da Comissão junto às universidades foi muito valiosa para a oceanografia brasileira e, conseqüentemente, para a retomada do PGGM, porém a partir de 1990 só ficaram sob sua responsabilidade o projeto Leplac e parte do Programa Antártico. Suas atribuições de fomento à pesquisa passaram para o CNPq; a imple-

mentação do Terceiro Plano Setorial para Recursos do Mar foi transferida para o Ministério do Meio Ambiente.

Essas mudanças ainda não foram inteiramente assimiladas pela comunidade científica nem pelos órgãos envolvidos. É possível que, diante da crise econômica que o país atravessa, nem o Ministério da Ciência e Tecnologia ou o do Meio Ambiente tenham, isoladamente, conseguido priorizar as ações em oceanografia, por não contar com os recursos indispensáveis para isso.

Assim, entramos nos anos 90 sem perspectivas claras sobre o futuro da oceanografia no Brasil e, por que não dizer, com saudades de uma ação interministerial para os assuntos do mar.

## PANORAMA HOJE

A situação atual é resultado do esforço de algumas instituições e reflete o efeito da descontinuidade das políticas governamentais voltadas para a pesquisa e o ensino da oceanografia no país. Nesse quadro, destaca-se a Petrobrás que, como detentora do monopólio da exploração de petróleo, desenvolveu ao longo dos seus 40 anos intenso programa de capacitação de pessoal em geologia e geofísica marinha.

Graças à sua notável experiência, a Petrobrás tornou-se parceira natural da Marinha do Brasil na execução do Leplac, que hoje representa um dos nossos mais importantes programas da área de geologia e geofísica marinha. Até 1992, esse programa contava com dois navios-oceanográficos, o Almirante Câmara e o Álvaro Alberto, ambos equipados com sistemas sísmicos de multicanal, ecobatímetro, gravímetro e magnetômetro, operados por técnicos da Petrobrás.

Cerca de 150 mil quilômetros lineares (277.800 milhas náuticas) foram levantados até agora, dentro do projeto de delimitação das 200 milhas, conforme o artigo 76 da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Esses dados estão sendo gradativamente liberados para universidades e centros de pesquisa, para servirem à

elaboração de trabalhos. Entretanto, o ideal é que as universidades formem pessoal em entrosamento com o Leplac pois, fora da Petrobrás, a comunidade científica não dispõe de profissionais com ampla experiência na aquisição de dados geofísicos marinhos, indispensáveis à oceanografia geológica.

As universidades têm enorme dificuldade em concretizar seus programas de pesquisa em geologia e geofísica marinha e em co-participar de outros programas, por falta de recursos específicos e de uma política nacional bem estruturada.

Hoje, de um total de 14 instituições atuando na área, apenas quatro oferecem programas de pós-graduação, sendo duas em geologia marinha e duas em geologia e geofísica marinha. A maioria das teses defendidas nessas instituições se restringe a estudos geomorfológicos ou sedimentológicos de áreas costeiras, não atendendo às demandas nacionais de mapeamento de recursos minerais marinhos e conhecimento estratégico do Atlântico Sul. A falta de navios e equipamentos também contribui para que as universidades se limitem ao que pode ser feito.

A permanecer o quadro atual, em que as universidades têm um papel menor nas pesquisas oceanográficas, o país deixará de criar bases sólidas para seu desenvolvimento científico e tecnológico em oceanografia.

## IDÉIAS PARA POLÍTICAS OCEANOGRÁFICAS

Uma política em oceanografia deve ser norteada por dois princípios básicos: a) a necessidade de criar uma 'consciência nacional oceanográfica' através de programas de capacitação institucional e de pessoal; b) a necessidade estratégica que o Brasil tem de conhecer os oceanos, em particular o Atlântico Sul.

Com base nesses princípios, pode-se partir para a idéia principal, que é o estabelecimento de uma Política Nacional de Oceanografia, contemplando todos os campos das ciências do mar. Tal política,

a ser estruturada pela comunidade científica e pelo governo, deve ser plurianual e passível de revisão, não se subordinando às políticas específicas de um único governo. Para isso, deverá ser gerenciada por um órgão definido nos moldes de uma secretaria interministerial.

No âmbito dessa política, o oceano deve ser entendido como a região que se estende da zona costeira ao oceano profundo. Seu estudo requer programas e projetos multidisciplinares, em consonância com a realidade nacional, tais como:

- Formação de recursos humanos: aprimorar os cursos de graduação e pós-graduação em oceanografia e geofísica, garantindo sua infra-estrutura e qualidade, viabilizando o embarque de estudantes em navios oceanográficos da Marinha do Brasil e de outras entidades; vincular parte das pesquisas a programas de interesse nacional; ampliar as bolsas de estudo no exterior para doutoramento em áreas estratégicas; ampliar a concessão de bolsas no Brasil para mestrado, especialização e iniciação científica em oceanografia; buscar capacitação de pessoal de nível técnico dentro e fora do país, na área de instrumentação oceanográfica, manutenção e operação de equipamentos; garantir apoio do Ministério de Educação e Desporto nessa linha de atuação, bem como da Petrobrás e Marinha do Brasil.
- Criação de infra-estrutura para pesquisa no mar: a curto prazo, equipar um navio da DHN para pesquisa em oceanografia química, física e geológica, através de um pool nacional de equipamentos, nos moldes do Banco de Equipamentos Geofísicos do PGGM; estabelecer um cronograma de uso do navio, mediante apresentação de projetos de pesquisa; garantir a manutenção

permanente de todos os equipamentos e adquirir novos na medida do necessário; a médio prazo, a Marinha deve adquirir novo navio oceanográfico.

- Levantamento e pesquisa dos recursos não vivos: estabelecer o mapeamento geológico e geofísico da margem continental e do fundo oceânico em escala 1:1.000.000, buscando caracterizar o potencial de recursos minerais (algumas instituições já realizaram um mapeamento básico, faltando que seja sistematizado e publicado na forma de mapas explicativos); estabelecer levantamentos sistemáticos de medições de correntes, ondas e marés em regiões costeiras, para monitoramento litorâneo; realizar estudos oceanográficos *off shore*, caracterizando a interação de massas d'água; realizar estudos em oceanografia química, para quantificar e qualificar a presença de poluentes na plataforma continental e em ambientes restritos, como baías e estuários.
- Levantamento e pesquisa de recursos vivos: caracterizar estoques pesqueiros, com navio pesqueiro dotado de equipamentos oceanográficos (para realizar esse

ponto, a associação entre os órgãos de pesca, universidades e governo federal é fundamental).

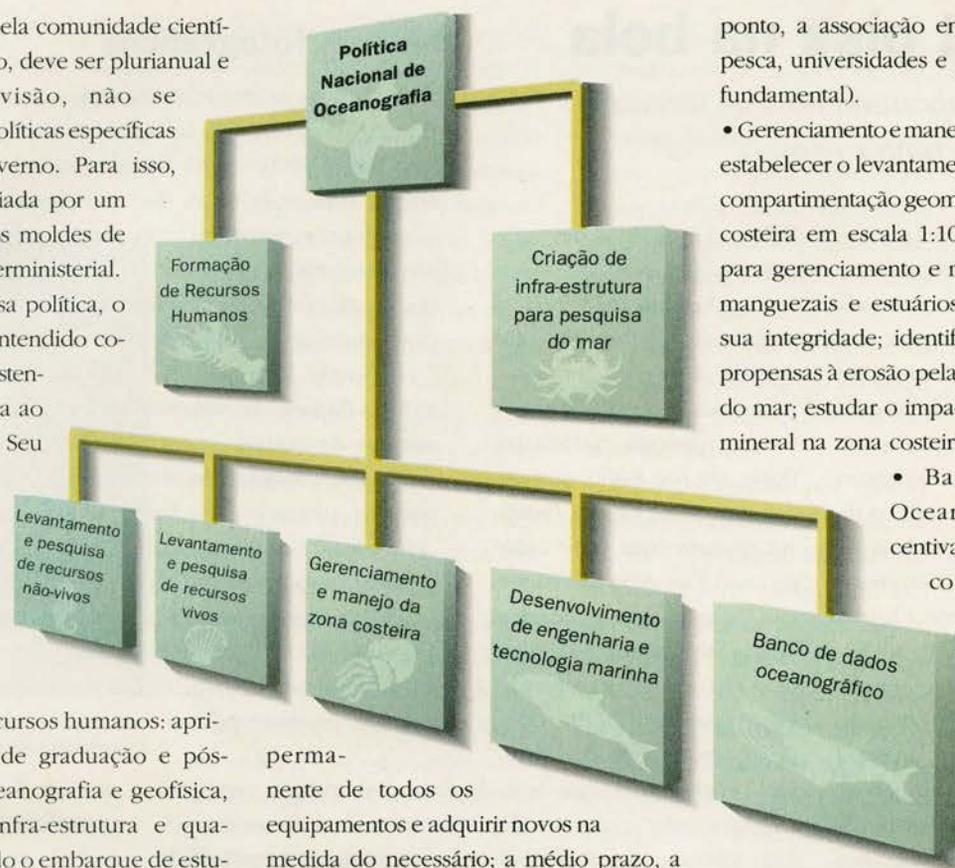
- Gerenciamento e manejo da zona costeira: estabelecer o levantamento sistemático da compartimentação geomorfológica da zona costeira em escala 1:100.000 como base para gerenciamento e manejo; monitorar manguezais e estuários, visando manter sua integridade; identificar áreas críticas propensas à erosão pela elevação do nível do mar; estudar o impacto da exploração mineral na zona costeira.

- Banco de Dados Oceanográficos: incentivar e ampliar o Banco Nacional de Dados Oceanográficos, sob responsabilidade do DHN; informatizar laboratórios de pesquisa para

formar uma rede com o Banco, agilizando a transmissão e recuperação dos dados.

- Engenharia e Tecnologia Marinha: incentivar programas para desenvolvimento de equipamentos; aprimorar e desenvolver tecnologia pesqueira; implementar estudos sobre mineração em áreas oceânicas; caracterizar o potencial energético de ventos, marés e ondas ao longo do litoral, visando seu emprego na geração de energia.

A execução desses programas e projetos ficaria a cargo de instituições de pesquisa e universidades, que apresentariam proposta à análise de uma comissão especialmente designada para esse fim pela secretaria gerenciadora da política nacional de oceanografia. Os resultados seriam informatizados e arquivados no Banco Nacional de Dados Oceanográficos: um grande volume de informações oceanográficas tem sido literalmente perdido ao longo dos últimos anos por falta de um controle informatizado eficiente.



## Debret pisa na bola

*Estudantes apontam erro de física em aquarela do pintor francês*

Os olhos atentos de um calouro de engenharia sobre a aquarela *Pequena moenda para fazer caldo de cana*, pintada pelo francês Jean Baptiste Debret, em 1822, detectaram um equívoco que por quase dois séculos escapou à atenção de historiadores e críticos de arte. Com a cabeça cheia de teorias sobre as leis do movimento, o estudante Cláudio Branco descobriu um erro inimaginável para um artista que se propunha a registrar tão fielmente o cotidiano do Brasil do início do século XIX. Ao retratar uma cena em que dois escravos empurram a alavanca de um engenho doméstico, Debret simplesmente despreza os rigores da física, fazendo a cana-de-açúcar entrar nos cilindros da moenda em sentido inverso ao acionado pela engrenagem.

Vista de forma estática, a figura concebida pelas pinceladas firmes do artista francês não contém erro. No entanto, quando se interpreta o movimento dos escravos impulsionando a alavanca da engenho, a inversão do sentido da engrenagem em relação à entrada e saída da cana é imediatamente detectada. Não fossem as leis básicas do movimento tema de um trabalho prático que o jovem estudante deveria produzir em seu curso de Engenharia Mecânica, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet), talvez o descuido de

Debret tivesse mais uma vez passado despercebido.

Cláudio Branco folheava as páginas de um jornal que divulgava a mostra *Debret — Aquarelas do Brasil*, aberta em fevereiro deste ano na Casa das Rosas, em São Paulo, quando deparou com a foto da *Pequena moenda para fazer caldo de cana* e se deteve a examinar o sistema de engrenagem do engenho. “Fiquei imaginando como ocorria a transmissão do movimento através dos cilindros e percebi que a cana entrava no engenho por onde deveria estar saindo”, conta ele. Tão logo relatou a descoberta aos colegas de curso, surgiu a idéia de transformá-la no trabalho prático de física.

Estimulados pelo professor da disciplina, Dácio Guimarães de Moura, os estudantes deci-

## Pincéis fotográficos

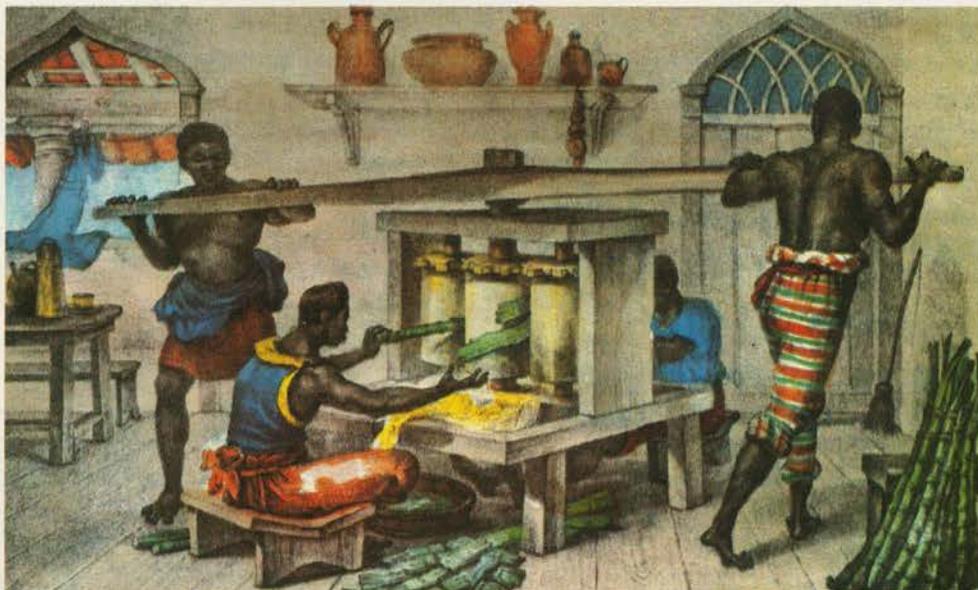
A precisão quase fotográfica com que reproduzia o cotidiano do Brasil escravocrata é um traço marcante das aquarelas de Jean Baptiste Debret. Seus desenhos exibem imagens tão minuciosamente trabalhadas, que mais parecem flagrantes reais congelados no papel. Um crítico chegou a dizer que sua precisão mereceria o qualificativo de “sádica”, tal a agudeza com que o artista foi capaz, por exemplo, de imobilizar no papel a cena do castigo de um escravo.

À exceção do erro de movimento observado pelo estudante, tudo na *Pequena moenda para fazer caldo de cana* foi rigorosamente reproduzido pelos pincéis exatos de Debret: dos detalhes da arquitetura interna do casario onde ocorre a cena retratada, passando pelos móveis e utensílios do ambiente e pelos adereços dos escravos, até a pequena réstia de cebola que pende de uma prateleira ao fundo.

Debret chegou ao Brasil em 1816, a convite do Marquês de Marialva, para ser o retratista oficial da Corte. Mas não tardou a ganhar as ruas, de onde extraiu a maior parte das imagens com que procurou registrar o perfil social da época.

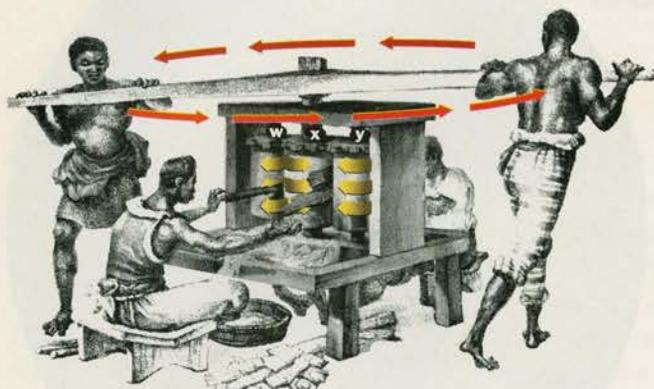
diram reproduzir a cena para demonstrar concretamente como se deu a inversão. Usando madeira e fibra de náilon, construíram um protótipo da engenho: três cilindros ligados por um sistema de engrenagem, em que o do centro é preso a uma alavanca externa

que impulsiona o movimento. Quando acionado, o cilindro central gira obedecendo ao sentido da alavanca, fazendo girar os cilindros laterais na rota da engrenagem. “Se o sistema gira da esquerda para a direita — como indica a figura de Debret —, a cana deveria



Na aquarela de Debret, os alunos detectaram a inversão do movimento da engrenagem.

## ESQUEMA BÁSICO DA MOENDA DE DEBRET



O cilindro-motor (X) é acionado pelos escravos através da alavanca, e os cilindros laterais (Y e W) acompanham o movimento de X por ação das engrenagens. Para acompanhar o sistema de engrenagem indicado no desenho de Debret, o ponto correto de entrada da cana deve ser entre os cilindros X e Y. A cana só poderia entrar entre os cilindros X e W se fosse introduzida por trás da moenda ou se o movimento da alavanca se invertesse.

ser introduzida à direita, para que pudesse ser esmagada no ponto de convergência dos cilindros, saindo à esquerda, quando o movimento da engrenagem se abre para a expulsão”, explica o professor.

“Para nós foi uma experiência empolgante, sobretudo porque ninguém até então havia observado esse detalhe”, diz o estudante Décio Oliveira, integrante do grupo, a quem coube a tarefa de pesquisar na literatura a existência de algum registro do fato. Oliveira consultou vastas coleções sobre a obra de Debret, sem encontrar uma única referência ao erro. Nessa investigação, olhando atentamente cada um dos trabalhos do artista, não observou nenhum outro deslize, pelo menos do ponto de vista da física.

Mas as informações colhidas pelo estudante sobre o método de trabalho de Debret revelaram características que o deixaram

intrigado: os críticos asseguram que ele não fazia esboço de seus desenhos, retratando as cenas como elas de fato aconteciam, com a precisão de uma câmera fotográfica. “Como pode então ter pintado o escravo retirando a cana do lado contrário?”, indaga Décio, certo de que a imagem real vista por Debret não foi a retratada na aquarela, pois daquela forma o engenho não funcionaria. A dúvida gerou entre os estudantes perguntas que tendem a ficar sem resposta: Debret teria tido a intenção de destacar na figura o bagaço de cana, colocando-o em primeiro plano por uma opção meramente estética? Ou foi apenas um descuido do pintor?

Seja qual for o motivo, a obra de Debret permanece inatacável do ponto de vista artístico, sobretudo porque sua intenção não era descrever fatos científicos, a exemplo

## Aprendendo com Mr. Feynman

Apoiado na advertência do físico norte-americano Richard P. Feynman sobre o ensino das disciplinas científicas no Brasil, o professor Dácio Guimarães implantou no Cefet uma metodologia em que as atividades práticas, associando o aprendizado à realidade, têm uma dimensão lúdica. Com isso, tenta evitar que seus alunos se limitem à memorização, tão criticada por Feynman na década de 50, quando ensinou física no Brasil.

Em seu livro *Surely you're joking, Mr. Feynman*, o físico norte-americano descreve uma experiência vivida com seus alunos universitários no Rio de Janeiro sobre o tema ‘luz polarizada’. Feynman conta que, embora soubessem teoricamente as mais complicadas fórmulas sobre polarização da luz, os estudantes não conseguiam reconhecê-la quando ocorria diante de seus olhos: a observação do reflexo da luz solar nas águas da baía da Guanabara, por exemplo, que podia ser vista das janelas da sala de aula.

Em outro exemplo, relata a experiência de um aluno considerado excepcionalmente brilhante nos exames orais, apto a definir prontamente conceitos como diamagnetismo e a calcular com precisão o deslocamento paralelo da luz, mas incapaz de dar um exemplo sequer de uma substância diamagnética. “Depois de muita investigação, descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o significado de nada”, conta Feynman em seu livro.

Atentos à impiedosa crítica do Nobel de física de 1965, os estudantes do Cefet empenharam-se numa experiência de verdadeira aprendizagem no trabalho prático em que demonstraram o erro de Debret. “Eles tiveram oportunidade de trazer a experiência para o plano real, lançando-se à execução de uma criação própria, fruto de sua observação”, orgulha-se o professor Dácio, que, na primeira semana de aula, havia distribuído aos calouros um texto em que Feynman critica a dissociação entre conhecimento e realidade.

do que fazia o célebre pintor inglês do século XVIII Joseph Wright, mais conhecido como Wright of Derby, que se notabilizou por reproduzir alguns experimentos científicos de sua época com absoluta fidelidade.

Erro semelhante ao de Debret foi também detectado pelos estudantes num quadro do pintor alemão Johann Moritz Rugendas, que, como o pintor francês, retratou cenas e paisagens

brasileiras da primeira metade do século XIX. Num engenho em campo aberto movido por uma roda d’água, o movimento de transmissão do eixo até os cilindros que esmagam a cana também foi invertido. “É como se a roda do engenho girasse ao contrário”, afirma Décio Oliveira, valendo-se do exemplo para tomar mais ‘perdoável’ o descuido científico de Debret.

**Marise Muniz**

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

## Vacina à vista

*Localizada molécula que engana o sistema imune e desencadeia a febre reumática*

Já é possível ao menos pensar na hipótese de uma vacina contra a febre reumática. No final do ano passado, pesquisadores da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), liderados pelo médico Jorge Elias Kalil, publicaram vários trabalhos mostrando onde está o problema e onde pode estar o caminho para solucioná-lo. "Mas isso não quer dizer que a vacina esteja prestes a ser obtida", avisa Kalil. Quer dizer apenas que, depois de anos de estudos, os pesquisadores têm agora boas pistas para trabalhar visando a esse objetivo.

A febre reumática é uma enfermidade que acomete pessoas susceptíveis após uma infecção de garganta relativamente sem importância por estreptococo. A maior parte se cura sem problemas, mas alguns desenvolvem uma doença que deforma as válvulas do coração, necessitando, por vezes, intervenção cirúrgica. Além dos problemas cardíacos que gera, a febre reumática ataca as juntas. A infecção é recorrente e, a cada novo surto, o coração do indivíduo é atacado, tomando obrigatório um longo tratamento preventivo à base de antibióticos.

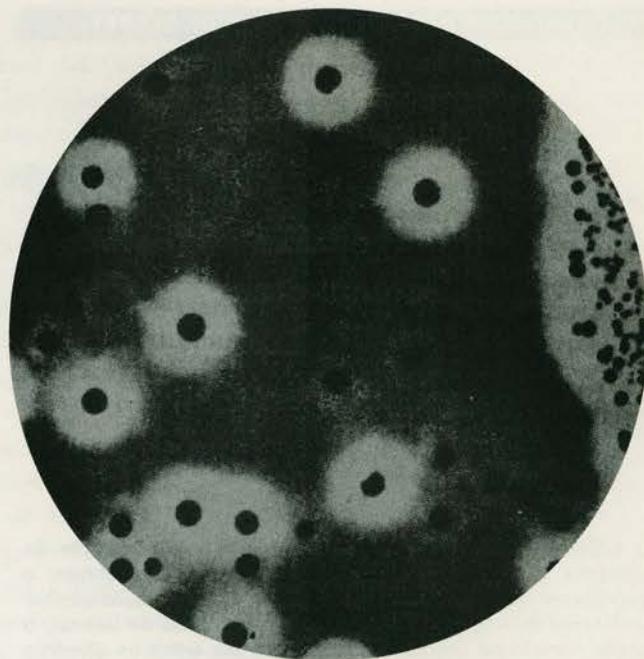
Por tudo isso, o Sistema Único de Saúde (SUS) considera essa a mais cara das doenças para os cofres do Estado. O tratamento é prolongado, muito debilitante para o paciente e, em muitos casos, requer cirurgia. Nada mal, portanto, se os

indivíduos mais sensíveis pudessem ser imunizados contra ela. Mas para isso é preciso saber antes como a doença é desencadeada e o que significa 'indivíduo susceptível'.

O estreptococo é revestido por uma proteína fibrilar chamada proteína M. Quando ocorre uma infecção, essa proteína é processada pelos macrófagos do indivíduo atacado. Em seguida, parte da cadeia é apresentada ao sistema imune, que, após reconhecê-la, dispara o contra-ataque. O problema é que, no coração de algumas pessoas, existe uma molécula de superfície que 'tapeia' os linfócitos. Assim, eles passam a atacar o coração 'pensando' que atacam os estreptococos. "Tudo que os linfócitos 'enxergam' é esse fragmento peptídico e, assim, o atacam", diz Kalil.

Que a febre reumática deve ser uma doença auto-imune, isso é sabido desde os anos 30. A constatação vinha de que, embora o processo de ataque estivesse ocorrendo, não se encontrava nenhum vestígio dos estreptococos no coração. Logo, algo diferente deles estava sendo reconhecido e destruído. O problema era determinar exatamente o que seria esse 'algo'.

O grupo de Kalil usou a tática de quebrar a proteína M para determinar exatamente que porção dela leva o sistema imune a se confundir com moléculas normalmente encontradas na superfície das células do



**Colônia hemolítica de estreptococo, caracterizada pela presença do halo claro circundante.**

### Modelo para estudo de doenças auto-ímmunes

O Laboratório de Imunologia e Transplantes da Faculdade de Medicina da USP começou a funcionar em 1985 com apenas três pessoas. Hoje tem 35. Jorge Elias Kalil, seu diretor, formou-se em medicina no Rio Grande do Sul e, logo em seguida, foi para a França fazer seu doutorado com Jean Dausset, que dividiu com Baruj Benacerraf e George Snell o prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina de 1980, por seus trabalhos sobre o sistema HLA. Há nove anos, já de volta ao Brasil, Kalil foi convidado por Adib Jatene para montar o laboratório de imunologia da universidade.

As perspectivas do trabalho do grupo de Kalil não se limitam ao tratamento da febre reumática. Suas pesquisas são importantes também para se entender melhor o mecanismo das doenças auto-ímmunes, como, por exemplo, lúpus ou diabetes. "O lúpus", afirma Kalil, "é uma síndrome muito complexa e difícil de estudar". Segundo ele, no caso da febre reumática, há uma manifestação clínica clara e um agente etiológico bem definido. Dessa forma, a febre reumática é o modelo mais simples para o estudo dessas doenças, o ponto de partida para a compreensão de síndromes mais complexas que afetam a saúde humana.

endocárdio, a membrana que reveste o coração internamente. Para a possível obtenção de uma vacina, essa informação é fundamental.

“Suponha que fizéssemos uma vacinação contra toda a proteína M”, propõe o pesquisador. “Nesse caso”, explica, “as pessoas em geral ficariam imunizadas contra o estreptococo e as susceptíveis poderiam desenvolver a doença cardíaca”. Para se ter sucesso na vacinação, é preciso encontrar as partes da proteína M que são específicas ao estreptococo, ou seja, aquelas que são diferentes da molécula presente na superfície das células cardíacas. Dessa forma, as pessoas poderiam ser imunizadas contra o estreptococo sem o perigo de confundir o sistema imune. O grande resultado do grupo foi justamente determinar essa região específica da proteína M.

Ao mesmo tempo, outros trabalhos tentam determinar quais os indivíduos mais susceptíveis à febre reumática. Estudos em populações mostram que certos grupos étnicos estão mais sujeitos à doença. Uma vez que os cientistas sabem que os genes que codificam o sistema HLA (sigla para Antígeno Linfocitário Humano) ficam no braço curto do cromossomo nº 6, essa região foi sistematicamente estudada nos indivíduos doentes. No Brasil, a propensão é maior em indivíduos com o alelo DR7 do sistema HLA. Assim, se uma vacina vier a ser desenvolvida, já se sabe que grupo deve ser prioritariamente vacinado.

**Jesus de Paula Assis**

*Ciência Hoje* São Paulo.

## Vírus sob pressão

*Tecnologia para inativar microrganismos coloca o Brasil na corrida contra a Aids*

Pesquisadores do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) obtiveram exemplares do vírus da imunodeficiência símia (SIV) — responsável por uma enfermidade similar à Aids em macacos — capazes de induzir a produção de anticorpos sem causar a doença. A técnica que viabilizou sua obtenção, e que pode eventualmente levar ao desenvolvimento de uma vacina, foi usada também com o vírus da imunodeficiência humana (HIV), causador da Aids, com resultados semelhantes aos produzidos pelo SIV.

Por razões de segurança, os testes com HIV inativado em humanos só poderão ser feitos após estudos mais aprofundados. Até lá, as pesquisas

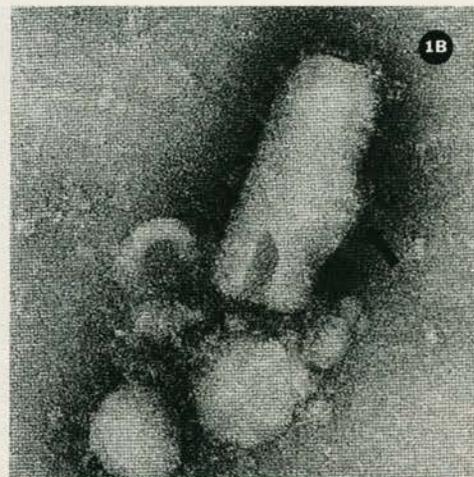
com o SIV serão fundamentais como modelo de estudo da Aids, já que não se conhecem animais que se tornam imunodeficientes quando infectados pelo HIV.

Idealizada pela equipe dirigida pelo bioquímico Jerson Lima da Silva, a técnica consiste em submeter microrganismos a altas pressões, provocando uma dissociação das proteínas que os revestem. Ao retornar à pressão atmosférica, as proteínas se reestruturam — espontaneamente ou por indução, conforme o caso —, com discretas alterações. O vírus, agora morto, não provoca a doença, mas estimula o sistema imunológico do homem ou do animal a defendê-lo contra a doença (figura 1).

Segundo Silva, a vantagem dessa técnica em relação

aos processos biotecnológicos — em que partes do microrganismo são sintetizadas em laboratório — é que as proteínas do vírus permanecem intactas, garantindo proteção mais eficiente. Uma vacina feita só com partes do vírus geralmente estimula anticorpos específicos para tais segmentos, o que nem sempre é suficiente para evitar a doença.

Vacinas desenvolvidas a partir de vírus atenuados podem até provocar a doença nos indivíduos cujo sistema imunológico apresente alguma deficiência. É o caso da vacina contra a poliomielite, que, segundo Silva, é responsável pela maior parte dos casos atuais da doença. “Mas vale a pena correr o risco e vacinar, porque o número de casos é pequeno”, afirma o pesquisador. Projeto da UFRJ com a Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, prevê a obtenção de uma vacina contra a poliomielite usando a técnica desenvolvida



**Figura 1. Microscopia eletrônica do vírus da estomatite vesicular (VSV), responsável por doença veterinária, incubado sob pressão atmosférica por 12 horas (1A) e sob uma pressão de 260 MPa (megapascal; 1 pascal = 2.600 atm.) (1B), a 20 °C. A seta indica a protusão provocada no vírus pela alta pressão. Morto, ele não causa a doença mas estimula o sistema imunológico do indivíduo infectado. Aumento de 276.000 vezes.**

## Drogas nacionais

O Brasil também tem tentado desenvolver novos medicamentos para aids. Pesquisadores da Universidade Federal Fluminense (UFF) atacam diretamente o causador da doença, o HIV. Já o grupo da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) optou por ativar o sistema imunológico do doente, evitando infecções oportunistas características da Aids.

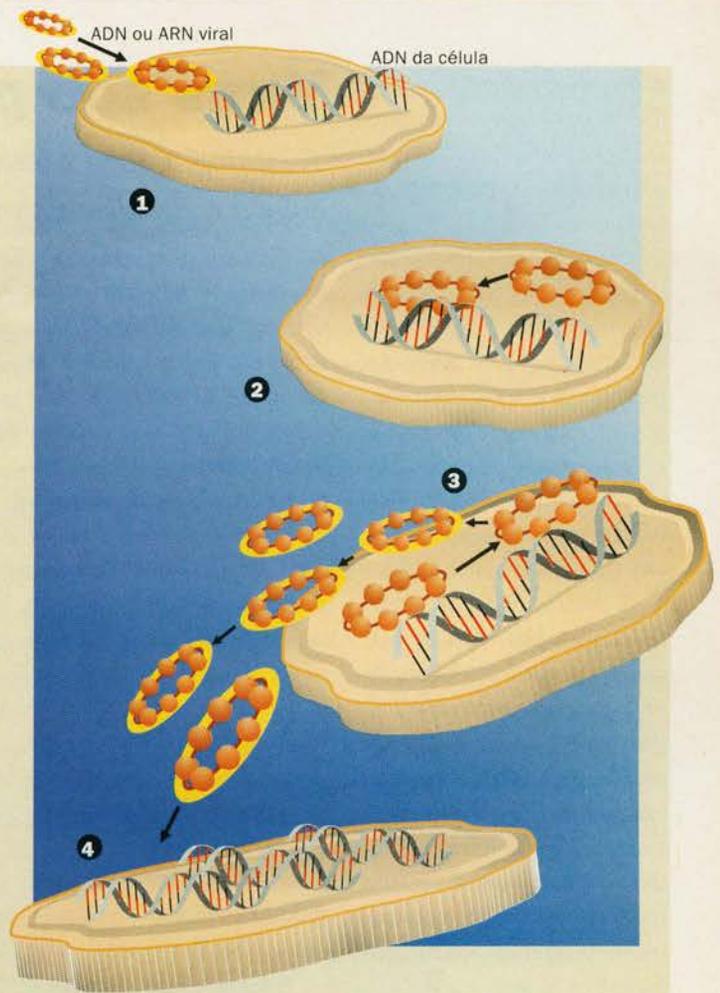
Nos testes *in vitro*, duas substâncias desenvolvidas pela UFF apresentaram atividade anti-HIV muito semelhante à das drogas normalmente usadas por aids (AZT, ddC e ddI), com a vantagem de não ter efeitos colaterais. As novas substâncias são similares aos nucleosídeos naturais usados pelas células para formar o ácido desoxirribonucléico (ADN) e o ácido ribonucléico (ARN), responsáveis pelas características genéticas de cada indivíduo.

Numa infecção, o vírus invade uma célula humana e usa seus nucleosídeos para formar o ADN ou o ARN de que necessita para se replicar (figura 2). Em todo o mundo há pesquisadores tentando obter nucleosídeos com características similares às dos naturais, permitindo que o vírus os reconheça, mas com diferenças capazes de fazer com que, ao usá-los, o ADN ou o ARN formados sejam deficientes, inviabilizando a replicação.

O problema que se tem enfrentado com o AZT, o ddC e o ddI é que a célula humana também é 'enganada': ela usa o nucleosídeo 'falso' e não consegue se replicar, ou seja, o próprio doente medicado é atingido. "O desafio é descobrir um nucleosídeo que 'engane' o vírus mas não a célula", afirma Vitor Ferreira, coordenador do projeto. Ao que parece, o desafio foi vencido. As novas moléculas só atingem a transcriptase reversa, enzima do HIV. O PADCT destinou à pesquisa cerca de 300 mil dólares, em grande parte usados na compra de equipamentos.

O principal dano do HIV, como se sabe, é reduzir o poder de ação do sistema imunológico do indivíduo infectado, fazendo com que ele se torne susceptível a diversas doenças, que por sua vez podem levá-lo à morte. Esse foi o ponto de partida de Nelson Durán, da Unicamp, que desenvolveu a SB-73 a partir de uma proteína isolada do fungo *Penicillium* sp, capaz de estimular o sistema imunológico do doente.

Além disso, a SB-73 protege as células contra diversos vírus,



**Figura 2.** O vírus, em geral composto por material genético (ADN ou ARN) envolvido por uma capa de proteína, penetra na célula através da membrana (1). Na célula hospedeira, o ADN ou o ARN viral perde a capa de proteína (2). Com o uso dos nucleosídeos da célula hospedeira, o material genético viral se replica, formando novos vírus. Estes são encapsulados com uma camada de proteína e deixam a célula, que morre (3). Os novos vírus invadem outras células não infectadas (4).

entre eles o causador de algumas doenças respiratórias (adenovírus tipo 5), da herpes (herpes simplex tipo 1) e da poliomielite (pólio 3). Não houve atividade contra o HIV. Durán acredita que a ação da SB-73 seja consequência de seu componente principal, o magnésio, que influencia vários processos do sistema imunológico humano. Testes realizados em camundongos, cachorros e macacos mostram que a droga não tem efeitos colaterais.

por Silva. Na tentativa de erradicar a doença, a Organização Mundial de Saúde também se interessa por uma vacina desse tipo.

Outros vírus podem ser

inativados em altas pressões. Entre os que já foram estudados pelo grupo de Silva e apresentaram bons resultados estão o vírus da estomatite vesicular (VSV), pertencente à família do

vírus da raiva, o rotavírus, que, por provocar diarreia, chega a matar até cinco milhões de crianças por ano em todo mundo, e o aftovírus, causador da febre aftosa em bovinos.

Para vírus mais resistentes, como os causadores da poliomielite e da hepatite A, Débora Foguel, da equipe de Silva, idealizou um método que associa à alta pressão a redução

da temperatura. Já se sabia que o frio altera as funções de certos microrganismos, podendo inativá-los. No entanto, isso era difícil de se obter porque o microrganismo se congela a 0°C. Quando o vírus é submetido simultaneamente à alta pressão e ao resfriamento, o ponto de congelamento cai para -20°C, permitindo a inativação.

Em breve, o método desenvolvido pela UFRJ — com a colaboração do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), da Comunidade Econômica Européia, do Centro de Primatas Alemão e do Instituto Max Planck, na Alemanha, onde se realizam os testes com o HIV e o SIV — também poderá ser usado para eliminar agentes patogênicos do sangue usado nas transfusões em hemofílicos ou em pacientes submetidos a cirurgias, eliminando riscos de transmissão, por essa via, das hepatites B e C, das doenças neurológicas e do câncer causados pelos vírus HTLV-1 e HTLV-2, da doença de Chagas e da Aids.

O investimento inicial necessário para um hospital usar a técnica da UFRJ é de 25 mil dólares, incluindo o equipamento com capacidade de descontaminar aproximadamente 140 litros de sangue por dia. Uma cirurgia de grande porte, como a cardíaca, requer cerca de três litros de sangue.

#### Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

## Saúvas mortas de fome

*O segredo do formicida está na destruição da fonte alimentar*

Um formicida biodegradável desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) em breve estará no mercado como opção natural de combate às formigas do gênero *Atta*, popularmente conhecidas como saúvas.

A pesquisa "Identificação e formulação de um formicida biodegradável para combate à saúva", coordenada pelo professor Antônio Duarte Coelho, do Departamento de Engenharia Química, caminha na direção oposta à de todas as tentativas já feitas até agora para exterminar a praga. O alvo não é o inseto, mas o fungo *Rhizites gentylophora*, de que ele depende para sobreviver.

O formicida, que vem sendo testado desde janeiro de 1992 em seis formigueiros do *campus* da UFPE, tem quatro elementos em sua composição: levedura de vinho, como aglutinante; bagaço de cana ou folhas para dar volume; um aromatizante (essência de laranja ou roseira) para atrair os insetos; e um fungicida. "Como todos esses componentes são abundantes na região, o custo do produto é muito baixo", garante o pesquisador.

Além de biodegradável, o formicida não é tóxico. Sua utilização, portanto, não traz riscos para o homem nem para o meio ambiente.

Na forma de *pellet* (grão), a

isca é carregada para o interior do formigueiro, indo atuar sobre o fungo de que se alimentam as saúvas. Estas, ao contrário do que imagina o senso comum, não utilizam as plantas que destroem para alimentar-se, mas como substrato para o crescimento do fungo. Sem alimento e com apetite voraz, as formigas entram em processo de canibalização. "O



**Saúva (*Atta* sp) transporta vegetal cortado, substrato para a cultura do fungo de que ela se alimenta.**

### Cidade sob a terra

Nas manifestações de vida social, não há inseto que mais se assemelhe ao homem do que as formigas. Numerosíssimas, os entomólogos estimam que cerca de 7.500 espécies delas já tenham sido descritas até agora. As saúvas, célebres por seu incontrolável poder de destruir lavouras, têm ampla distribuição geográfica no continente americano, onde são encontradas. Apenas o Chile, o Canadá e algumas ilhas das Antilhas não têm problemas com a praga. No Brasil, 11 espécies infernizam a vida de populações rurais e urbanas, em todos os estados. Só à Ilha de Fernando de Noronha elas ainda não chegaram.

Cada saúveiro assemelha-se a uma verdadeira cidade subterrânea. Exercendo tarefas muito específicas, ali vivem milhares de formigas, organizadas em torno de uma rainha, a quem cabe a função exclusiva da reprodução. A população se divide em castas denominadas operárias e soldados. Estes, presentes nas colônias já maduras, são responsáveis pelas batalhas que às vezes se travam contra os inimigos. As operárias incumbem-se das demais tarefas: transportam vegetais, cavam canais, limpam e conservam o formigueiro, recebem, escolhem e repicam as folhas, além de fazer a manutenção do jardim de cogumelos.

Há também castas temporárias de machos e fêmeas alados, os bitus e as içás, que deixam periodicamente o ninho em vôos nupciais ou revoadas. Logo após a fecundação, os bitus morrem e a fêmea se ocupa de pôr os ovos e dar início a um novo formigueiro.

resultado não é a extinção total dos formigueiros, mas uma redução suficiente para mantê-los sob controle”, esclarece Coelho.

A empresa pernambucana Provita Defensivos Biológicos Ltda. vem financiando essa pesquisa e será responsável pela comercialização do formicida, ainda sem nome definido.

Coelho acredita que o produto conquistará importante parcela do mercado de agrotóxicos, totalmente dominado pelas multinacionais, que, muitas vezes, comercializam drogas proibidas em seu país de origem, não encontrando entre nós qualquer tipo de restrição.

O Brasil é um grande consumidor de defensivos agrícolas. Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal (Andef), só em 1993 o país gastou cerca de um bilhão de dólares na compra desses produtos.

Com a colaboração da química Olga Marques e da farmacêutica Sônia Cavalcanti, Coelho trabalha agora na definição do aroma, que, além de atraente, precisa ser perene. Feito isso, o produto entra imediatamente no mercado.

#### Jorge Costa

Agência Meio/Universidade Federal de Pernambuco.

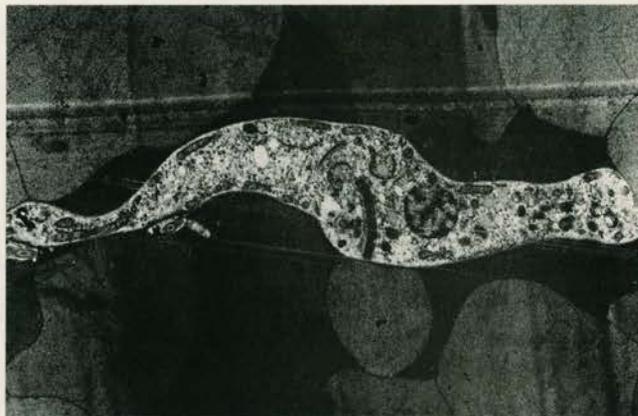
## Combate a doenças tropicais

*Rede de laboratórios da Organização Mundial de Saúde é nova arma sanitária*

O Terceiro Mundo acaba de conquistar um poderoso aliado na guerra contra um de seus maiores problemas sanitários, as doenças tropicais, que atingem milhões de pessoas na região. Uma rede de laboratórios criada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) vai mapear o genoma dos parasitos responsáveis por essas doenças, permitindo que se conheçam melhor seus mecanismos de infecção e se desenvolvam vacinas e medicamentos mais eficazes para combatê-los. Coordenado pelo Programa de Doenças Tropicais (TDR), o Projeto Genoma de Parasitos (PGP) engloba as tripanosomíases, as leishmanioses, a malária, a esquistossomose, a lepra e as filaríases. Além de incentivar os trabalhos já feitos isoladamente em genoma de parasitos, o projeto quer que novos laboratórios realizem esse tipo de pesquisa.

Em fase de planejamento, o PGP reuniu 45 pesquisadores na Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), no Rio de Janeiro, em abril passado, para elaborar as principais linhas de trabalho com os parasitos da doença do sono (*Trypanosoma* sp), da doença de Chagas (*T. cruzi*) e das leishmanioses (*Leishmania* sp).

Segundo o presidente da Fiocruz, Carlos Morel, o encontro foi um sucesso e deve provocar mudanças quantitativas na ciência latino-americana. “Pela primeira vez se tem uma iniciativa de peso numa área de ponta



**O *Trypanosoma cruzi*, descoberto pela Fundação Oswaldo Cruz em 1899, é um dos parasitos cujo genoma será seqüenciado no programa lançado pela Organização Mundial de Saúde.**

com a participação majoritária de pesquisadores do Terceiro Mundo”, avalia Morel, que conseguiu trazer parte das discussões do PGP para o Brasil sob o argumento de que a descoberta do *T. cruzi* se deve à Fiocruz.

Para o pesquisador Wim Degrave, que organizou o evento, “além de viabilizar a solução de problemas de saúde pública, o PGP permitirá que cientistas de países em desenvolvimento dominem a tecnologia de mapear genomas com a colaboração de cientistas do Primeiro Mundo, sem competir com eles”.

Na avaliação de Felix Kuzoe, coordenador do PGP, um dos problemas a serem enfrentados é a instabilidade dos parasitos, que estão sempre encontrando novas formas de ataque. “Por isso, a estratégia da OMS deve centrar-se na busca de métodos cada vez mais eficazes de combate a esses microrganismos”, diz. Outro obstáculo apontado por Kuzoe é o escasso orçamen-

to de 500 milhões de dólares previsto para o PGP. “Se tivéssemos a verba necessária, o genoma do *T. cruzi* ou da *Leishmania* poderia ser seqüenciado em apenas cinco anos”, afirma Carlos Morel.

Mas a responsabilidade de obtenção de recursos não é do TDR, que apenas catalisa o programa, lançando a idéia e fornecendo o chamado *seed-money* (dinheiro-semente), que, no caso, é de 600 mil dólares. Os projetos que surgem a partir da primeira etapa é que atraem recursos de outras fontes, viabilizando a pesquisa. Para o seqüenciamento do bacilo da lepra, o TDR concedeu 50 mil dólares de capital inicial, independentemente da verba liberada para o PGP. O laboratório que venceu a competição obteve mais três milhões de dólares de outras instituições.

Sugeriu-se, no encontro, que parte da dívida externa dos países em desenvolvimento seja

## Cooperar não é competir

Em 1990, foi dada oficialmente a largada de uma mega-aventura científica, o Projeto Genoma Humano (PGH), que pretende esmiuçar todo o material genético humano até 2005. O Projeto mobilizou pesquisadores do mundo inteiro, dos EUA, onde começou, ao Japão, incluindo Reino Unido, Rússia, França e Itália. Em dezembro passado, Daniel Cohen, do Centro de Estudos de Polimorfia Humana (CEPH), na França, anunciou na revista *Nature* (vol. 366, p. 698) ter mapeado o genoma humano. O mapa é simplificado, pode conter erros, mas é o primeiro passo para o detalhamento genético humano. Em entrevista a Micheline Nussenzveig, de *Ciência Hoje*, o francês Denis Le Paslier, da equipe de Cohen, e o norte-americano Val Sheffield, da Universidade de Iowa — que participaram da elaboração das principais linhas do Projeto Genoma de Parasitos, no encontro da Fiocruz, em abril passado —, falaram do PGH.

### *EUA e França estão competindo no PGH?*

SHEFFIELD — Eu usaria a palavra 'cooperação', porque esse projeto é tão grande que não pode ser realizado por um único grupo; há muito trabalho para ser feito e para ser dividido.

LE PASLIER — Não estamos competindo; a política sempre foi a de partilhar o material ou os dados que acumulamos. Portanto, não há competição, mas colaboração. Já aceitamos mais de 500 colaboradores de todo o mundo, e os resultados estão à disposição dos interessados.

### *Quais os principais benefícios do PGH?*

SHEFFIELD — O projeto nos dá condições de estudar a biologia humana e as doenças genéticas. Através dos esforços de colaboração do CEPH, já foram identificados vários genes causadores de doenças genéticas humanas, e muitos genes novos foram localizados.

LE PASLIER — Os benefícios não são para um futuro imediato. O mais interessante do projeto é que ele se volta para os pacientes. Os pesquisadores procuram portadores de doenças raras, principalmente multifatoriais, que causam sofrimento. Esses pacientes necessitam de mapas físicos (equivalentes aos de uma cidade, nos quais se distinguem as ruas, sem constar os endereços) e genéticos (o próprio mapa dos genes) de alta resolução, que serão concluídos nos próximos anos.

### *Os resultados do PGH devem ser patenteados?*

SHEFFIELD — Não deve haver patente para o seqüenciamento. As informações recolhidas no PGH devem poder ser usadas pelos mais diferentes grupos.

LE PASLIER — Não se pode patentear quase nada no genoma

humano. Não se patenteia uma seqüência, pois isso não leva a nada. Também nada há a patentear nos mapas físicos e genéticos das seqüências.

### *O PGH deverá enfrentar problemas éticos?*

SHEFFIELD — Há problemas éticos. Pelo menos nos EUA, há polêmica entre legisladores e cientistas para decidir se as seguradoras têm ou não direito de acesso às informações sobre o genoma de pessoas interessadas em fazer seguro de vida. Novas políticas e leis terão que ser feitas em vista de problemas dessa natureza. Mas muitos deles não são novos. Há tempos os médicos fazem o histórico de famílias com propensão a uma ou outra doença. Deve haver leis que protejam essas pessoas de discriminações baseadas no que lhes possa acontecer no futuro. As pessoas devem estar cientes de que os testes genéticos do futuro não fornecerão informações absolutamente categóricas; ainda haverá dúvidas e aspectos desconhecidos. O PGH tem um potencial bem maior para o bem do que para os abusos. Mas devemos olhar os dois lados. Resultados obtidos com o genoma de parasitos, genes ou seqüência de genes não devem ser patenteados; devem ser partilhados. Mas quando um grupo descobre uma vacina, surge um problema ético. Como ganhar dinheiro com uma vacina que não pode ser comprada pelo Terceiro Mundo? Também sou contra isso. Deve haver uma linha demarcando o que é e o que não é passível de patenteamento. LE PASLIER — Há muitos problemas éticos, mas acima deles ou das leis que precisam ser feitas para regulá-los está o fato de que o PGH trabalha para o paciente. O paciente ou o médico não devem ter poder de decisão; só o governo, através de comissões consultivas.

### *O Terceiro Mundo ficará à margem do PGH?*

SHEFFIELD — Não, pois as doenças mais comuns no mundo — como as infecciosas e as parasitárias, que atingem grande parte da região — devem ser estudadas. O trabalho sobre o PGH pode levar à identificação de genes de susceptibilidade, responsáveis pela tendência de algumas pessoas contraírem certas infecções. O trabalho sobre o genoma do parasitos, por sua vez, dará subsídios importantes para se encontrar métodos de prevenção e tratamento de doenças parasitárias.

LE PASLIER — Não faço diferença entre o Norte e qualquer outro lugar. O maior problema para se trabalhar no genoma humano ou de parasitos é a necessidade de grandes somas de recursos, cuja principal fonte será a indústria farmacêutica. Como dar garantias para as fontes? Como administrar os fundos? Já se está tratando disso, com boas soluções. O alvo é sempre o paciente. Não importa que a solução para uma doença seja descoberta por uma indústria farmacêutica; o importante é que ela apareça rapidamente.

convertida em recursos a serem aplicados nessa pesquisa. Há também a possibilidade de os governos dos 12 países do Programa Ibero-Latino-Americano de Ciência e Tecnologia destinarem recursos ao PGP, conforme foi decidido na reunião realizada em março passado, em Santiago do Chile. Pesquisadores do Centro de Estudos de Polimorfia Humana, na França, e o cientista Barry Bloom, do Instituto Albert Einstein (EUA), sugeriram também que 5% da verba alocada para o Projeto Genoma Humano no Primeiro Mundo sejam destinados às pesquisas em genoma de parasitos feitas pelos países em desenvolvimento.

O geneticista Sérgio Danilo Pena, presidente do Programa Latino-Americano do Genoma Humano (PLAGH) e responsável por seqüenciar o *Schistosoma mansoni*, elogiou a iniciativa dos 40 laboratórios da Europa e EUA que se uniram para seqüenciar a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. O trabalho, iniciado há cinco anos, deve estar concluído em 1995. "Até lá, não teremos seqüenciado o *S. mansoni*, cinco vezes menor que a levedura", lamenta. Especialistas em *T. cruzi* pretendem seqüenciá-lo até 1999, para comemorar os 100 anos de sua descoberta. Se o objetivo será atingido, ainda não se sabe, mas Degraive diz que até lá será possível ter os dados mais relevantes sobre o parasito, para viabilizar novos medicamentos, vacinas e testes diagnósticos para a doença de Chagas.

#### Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

## Fome atrapalha a medicação

*A eficácia de certos medicamentos depende do estado nutricional do paciente.*

Estudo desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) mostra que medicamentos que agem no cérebro podem ter seu efeito reduzido, anulado ou exacerbado quando administrados em ratos desnutridos. Isso ocorre porque a deficiência nutricional pode provocar alteração nos neurotransmissores, responsáveis pela comu-

### A idade crítica

quanto mais jovem, mais rapidamente se desenvolve o organismo. Para isso, precisa da matéria-prima que vem dos alimentos. Se ela não estiver disponível, o sistema não se forma plenamente e muitas funções são afetadas. Se mais tarde a alimentação for adequada, alguns tecidos, como o muscular, se recuperam. No caso do tecido nervoso, a recuperação nem sempre é completa, podendo comprometer irremediavelmente algumas funções do cérebro.

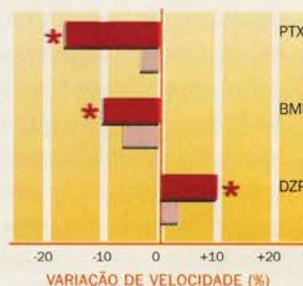
No homem, o alimento não pode faltar por volta dos três últimos meses da gestação ao terceiro ano de vida. Em ratos, o período crítico gira em torno das três primeiras semanas após o nascimento.

nicação entre os neurônios (ver 'A idade crítica').

Em ratos, submetidos à dieta das populações carentes do Nordeste, Rubem Araújo Guedes e colaboradores, do Departamento de Nutrição da universidade, avaliaram o efeito de três substâncias sobre a depressão alastrante, fenômeno produzido artificialmente e que induz a redução da atividade dos neurônios, espalhando-se lentamente pelo tecido cerebral (ver *Ciência Hoje* nº 37). Acredita-se que esse fenômeno tenha mecanismos comuns a certos tipos de epilepsia e seja influenciado por modificações da atividade de neurotransmissores como o ácido gama-amino-butírico (GABA).

As três substâncias analisadas foram o diazepam, que estimula a ação do GABA e é usado para interromper crises epiléticas rebeldes ao tratamento convencional, a bicuculina e a picrotoxina, ambas bloqueadoras da atividade desse neurotransmissor. Todas as substâncias apresentaram um efeito insignificante em animais desnutridos, em contraposição aos resultados obtidos com ratos normais (ver figura). "O medicamento é o mesmo, as doses são idênticas, mas o cérebro do desnutrido não responde", constata Guedes.

O pesquisador observou



**Variação significativa de velocidade da depressão alastrante em ratos normais (barras escuras) tratados com picrotoxina (PTX), bicuculina (BMI) e diazepam (DZP). Em contraste, os resultados obtidos com ratos precocemente desnutridos (barras claras) mostram uma variação não significativa.**

também que em ratos desnutridos a depressão alastrante é iniciada mais facilmente que nos saudáveis, propagando-se mais rapidamente. Em outros testes, Guedes observou que os ratos desnutridos são hipersensíveis ao naloxone, droga que inibe a atividade das endorfinas (substâncias produzidas pelos neurônios e que são similares ao ópio). O naloxone é usado nos tratamentos de viciados em opióides, como a morfina. Dados da literatura indicam ainda que, quando administradas em desnutridos, há drogas capazes de produzir efeito contrário ao esperado.

Mas o pesquisador ainda não sabe até que ponto os dados obtidos em laboratório podem ser aplicados em humanos. "É difícil reconhecer a intensidade da desnutrição e

em que medida o cérebro do paciente foi atingido”, afirma Guedes. A alteração do efeito da droga provocada pela desnutrição é apenas um dos fatores da ineficácia do tratamento. Entre outros, ele cita a interrupção do tratamento (por falta de dinheiro ou por decisão do paciente), a absorção deficiente do medicamento no intestino e a alteração do seu metabolismo no organismo.

Os indícios de que a pesquisa pernambucana está no caminho certo são reforçados pelo neurologista Gilson Silva, do Hospital da UFPE. Ele constatou que o percentual de epiléticos que se mantêm em crise depois de medicados é mais alto no hospital universitário — onde os pacientes pertencem em geral às classes mais baixas — do que em seu consultório particular.

Antes de conhecer a pesquisa, o neurologista acreditava que essa diferença se explicava pela interrupção do tratamento pelos pacientes pobres, pois os medicamentos são caros e exigem uso prolongado. Supunha-se que, quando questionados, eles negassem a interrupção por vergonha. Com os resultados obtidos por Guedes, os médicos passam a dispor de mais um dado a ser considerado na prescrição de um medicamento.

**Luisa Massarani**

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

## Ecosistema ameaçado

*Reunião Especial da SBPC revela dados preocupantes sobre a ocupação do cerrado*

Abordando o tema ‘O Cerrado e o Século XXI: o Homem, a Terra e a Ciência’, a 1ª Reunião Especial da SBPC, realizada de 10 a 14 de abril passado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em Minas Gerais, revelou dados preocupantes sobre a situação do cerrado, que originalmente ocupava 25% do território brasileiro. Boa parte dos 153 trabalhos ali apresentados — alguns dos quais destacamos a seguir (ver ‘Mananciais destruídos’, ‘Desvio de rota’ e ‘Troca de favores’.) — tratou da destruição desse ecossistema pela ocupação agropecuária.

Embora nos últimos anos o ritmo de ocupação tenha diminuído, em consequência da redução dos incentivos governamentais, ainda é preocupante a forma como a região vem sendo explorada. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, dos 204 milhões de hectares do cerrado, 47 milhões já foram substituídos por pastagens plantadas ou por culturas de grãos.

O clima regular, com estações de chuva e estiagem bem definidas, favorece enormemente a produção agropecuária. A região, que ostenta o título de maior produtora de soja do país, é responsável também por 40% da produção brasileira de leite. “Por outro lado”, diz o agrônomo Waldir Mantovani, da Universidade de

## Uberlândia define novo formato de reunião

O tamanho da Reunião Especial em Uberlândia, com 500 inscritos, pode ter definido um novo modelo de evento da SBPC. Bem menor do que as reuniões anuais mas suficientemente grande para garantir a discussão multidisciplinar de vários temas, o evento foi um sucesso em participação e na qualidade dos trabalhos inscritos.

A SBPC Jovem repetiu o sucesso das edições anteriores. Quase 500 alunos de 34 escolas apresentaram 111 trabalhos, a prova mais barulhenta do sucesso dessa Reunião Especial. Calcula-se que entre três e quatro mil crianças e adolescentes estiveram no evento.

Os alunos da 7ª série do Centro Educacional Mondragon, vencedores do Prêmio SBPC Jovem, puderam comprovar a resistência das plantas do cerrado. Algumas partes das plantas que usaram para o trabalho vencedor, ‘Brinquedos alternativos com material do cerrado’, brotaram entre a fabricação das peças e a exposição na reunião.

O uso de plantas do cerrado para confeccionar brinquedos foi a forma encontrada pelos alunos para manifestar sua preocupação quanto ao futuro do ecossistema. “Queríamos mostrar que o uso sustentado de recursos do cerrado é possível”, disse Bernardo Zimon, de 13 anos.



Figura 1. Domínios morfoclimáticos e fitogeográficos do Brasil.

## Cidadão do cerrado

*Cientista homenageado da Reunião de Uberlândia, o geneticista Warwick Kerr foi também um de seus mais empolgados participantes. Defendeu ardorosamente a preservação do cerrado brasileiro, deu palpíte em áreas alheias ao seu objeto de pesquisa, aplaudiu com entusiasmo os trabalhos de iniciação científica e deliciou-se com uma palestra sobre o comportamento dos vagalumes, que o fez lembrar de sua infância em Santana de Parnaíba, no interior paulista, onde nasceu. Há sete anos na Universidade Federal de Uberlândia, Kerr dedica-se atualmente à genética de abelhas e ao melhoramento de hortaliças. Nesta entrevista, concedida a Marise Muniz (Ciência Hoje/Belo Horizonte), ele fez um balanço da 1ª Reunião Especial da SBPC.*

– Qual a importância desta reunião para os estudos do cerrado?

– O cerrado foi tema de 70% dos trabalhos apresentados, desde estudos de solo, adaptação de plantas, espécies animais existentes, até aspectos políticos relacionados à preservação desse ecossistema fantásticamente rico. Aliás, a maioria das pesquisas feitas na UFU tem, direta ou indiretamente, alguma relação com o cerrado. No meu caso, estudo atualmente uma espécie de abelha de extrema importância para a flora da região.

– Como o senhor avalia os resultados da reunião?

– Foi o evento científico mais importante já realizado no Triângulo Mineiro. Reuniu, durante cinco dias, cerca de três mil cientistas, sem falar da SBPC Jovem, que atraiu grande número de crianças e adolescentes ao *campus* da universidade. Um fato importante a se registrar: 90% dos trabalhos inscritos foram efetivamente apresentados.

– Que trabalhos o senhor destacaria?

– A reunião foi diversificada e atraente, abordando temas importantes do ponto de vista científico, social e político. Dos eventos de que participei, destaco a conferência do professor

Ab'Sáber sobre a surpreendente capacidade de regeneração do cerrado. Também me chamaram a atenção um trabalho sobre feromônios no controle de insetos-praga e uma conferência sobre os vagalumes do cerrado, que me permitiu desvendar alguns mistérios de minha infância. Um deles é o chamado 'trenzinho de fogo', que descobri ser na verdade uma lagarta dotada de várias 'lanternas' ao longo do corpo com o objetivo de coletar pragas, diferentemente do vagalume, que usa sua luz para atrair a fêmea.

– O senhor acha que o cerrado vem sendo adequadamente estudado?

– Sim. O que falta são ações no sentido de sua preservação. E não há outra forma de salvá-lo se não forem criados grandes parques federais, estaduais e municipais. O cerrado é um ecossistema tão rico e diversificado, que se dá ao luxo, por exemplo, de ter diferentes espécies dominantes de abelha de acordo com a região. Perto de Ribeirão Preto, por exemplo, ocorrem as espécies manduri e mandaçaia, enquanto na região do Triângulo a espécie dominante é a tuiuva.

– Qual o impacto da devastação no cerrado?

– O que assusta é o fato de que expressiva parte da área total do cerrado já foi substituída por soja, cana-de-açúcar ou pastagem. No Triângulo, a devastação supera 90%! Se essas culturas e as pastagens continuarem se expandindo, em breve o cerrado estará extinto.

– O fato de o cerrado ser um ecossistema relegado a segundo plano contribui para que sua devastação aconteça mais aceleradamente?

– O cerrado é difícil de se preservar por não ter árvores muito grandes. Se o Ph do solo continuar sendo elevado para se adaptar às culturas de soja, toda a vegetação será eliminada. Isso poderia ser evitado, adaptando-se a soja ao solo ácido. Não se trata de impedir o desenvolvimento da sojicultura, mas de controlá-la.

Campinas, “isso faz com que o cerrado seja também um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo”.

Para Mantovani, só extensas unidades de proteção ambiental podem garantir a preservação de parte da biodiversidade da área. “O cerrado paulista é diferente do piauiense, que não

é igual ao goiano. Por isso a complexidade está na distribuição horizontal e não vertical”, diz.

A biodiversidade não poderia, pois, ser medida num hectare; teria de ser avaliada pelo conjunto de paisagens que compõem a vegetação: os campos limpos, os campos sujos, o campo cerrado, o cerrado típi-

co e o cerradão. Sem falar nas matas ciliares, veredas e campos úmidos, que são formações vegetais típicas do cerrado. O pior, para Mantovani, é que parte das poucas unidades de proteção só existe no papel.

Além disso, a diversidade do cerrado não é levada em conta na criação dessas unida-

des. “Limites naturais como nascentes de água são completamente ignorados”, critica o agrônomo. Preocupa também o escasso conhecimento científico sobre o cerrado. Até bem pouco tempo se acreditava, por exemplo, que nele não existiriam mais que 800 espécies de árvores. Mas já há estu-



**Figura 2. Rebrotamento de margaridas do cerrado sete dias após um incêndio.**

dos indicando que esse número pode ser três vezes maior.

Apelidado de “fênix dos ecossistemas brasileiros” pelo geógrafo e atual presidente da SBPC, Aziz Ab’Sáber, o cerrado talvez não consiga mais renascer das próprias cinzas no século XXI. Ao longo de milênios, o cerrado adquiriu uma impressionante capacidade de se recuperar de queimadas, muitas delas, acredita-se, causadas naturalmente por raios.

A biomassa subterrânea do cerrado chega a ser superior à aérea. Há mais raízes, rizomas e tubérculos do que troncos e galhos. Os órgãos e formas subterrâneas estão adaptados ao fogo, e a partir deles as plantas rebrotam. Mas, segundo Leopoldo Coutinho, da Universidade de São Paulo, a frequência muito grande com que extensas áreas vêm sendo queimadas, geralmente para formação de pastagens, empobrecem o solo e a vegetação.

Coutinho, que há anos estuda os efeitos do fogo sobre o cerrado, concluiu, com base em pesquisas realizadas em Pirassununga (SP), que quei-

madadas em intervalos de três anos chegam a ser benéficas para a vegetação. “O fogo estimula a rebrota”, afirma. Esse período seria suficiente para que os nutrientes perdidos com a fumaça voltassem à região com a chuva ou a gravidade. Mas com perdas anuais de nutrientes, não há equilíbrio. O intervalo de três anos vale apenas para vegetação de cerrado e para a região de Pirassununga, lembra Coutinho, para quem o mesmo experimento teria de ser repetido em outras áreas desse ecossistema.

A pecuária é responsável por outra ameaça à biodiversidade do cerrado: a invasão de gramíneas exóticas, em sua maioria trazidas da África para alimentar o gado. A rapidez com que parques e beiras de estrada estão sendo invadidos pelo capim gordura, pelo jaraquá e por braquiárias assusta o professor Coutinho. “Temo que nossos parques se transformem em imensos campos de braquiária”, adverte.

**Margareth Marmori**  
Ciência Hoje/Brasília.

## Mananciais destruídos

*Cultivo em áreas úmidas de chapadões ameaçam nascentes de água*

O avanço descontrolado de plantações de soja e milho sobre chapadões do cerrado está destruindo nascentes de água e poderá comprometer o abastecimento das populações que vivem na região. O alerta é da professora Marilena Schneider, do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, que pesquisou a degradação da bacia do rio Uberabinha.

Através do estudo de fotografias de satélite tomadas em 1964, antes da ocupação agrícola, e em 1990, a pesquisadora observou a redução da bacia do Uberabinha. Análises laboratoriais de amostras de solo e

de água feitas ao longo de dois anos comprovaram a presença de resíduos de agrotóxicos, especialmente organoclorados.

Schneider acredita que a situação do rio Uberabinha, localizado numa área de chapada próxima aos municípios de Uberlândia e Uberaba, no Triângulo Mineiro, é um exemplo do que acontece em outras bacias hidrográficas do cerrado. Ela cita o exemplo da Chapada dos Guimarães, no Mato Grosso, e áreas ao norte do Distrito Federal.

Desde o início da década de 80, a agricultura vem substituindo a pecuária nos chapadões do cerrado. De forma crescente, eles vêm sendo ocupados



**Figura 1. Vala construída em área de brejo sobre chapadão do cerrado para drenagem de nascente.**



**Figura 2. Área de chapadão aplainada para plantio. Na parte mais clara, um brejo que foi drenado. Na área ainda não preparada para cultivo, as manchas claras e arredondadas indicam morros destruídos.**

por extensas plantações, sobretudo de milho e soja, cultivadas especialmente por gaúchos e paranaenses, muitos deles arrendatários.

Nos chapadões geralmente ocorrem extensos campos úmidos que dão origem aos mananciais e os mantêm. Situados em terrenos argilosos, esses mananciais não têm a proteção das matas. Para ampliar ao máximo a área agricultável, os fazendeiros abrem grandes valetas para drenar o solo e utilizá-lo para a agricultura.

A drenagem contraria a legislação, clara ao determinar a proteção de brejos. Mas os fazendeiros, beneficiados pela omissão da prefeitura de Uberlândia, desrespeitam a lei e contrariam a recomendação do governo estadual que determina a preservação das áreas úmidas e de uma faixa de 50 m em torno delas.

Na opinião da pesquisadora, a omissão da fiscalização também se funda na ignorância. "Alguns fiscais acham que destruir brejos não é promover a degradação por não se tratar de um desmatamento típico. Eles não entendem que o capim do cerrado cumpre papel equivalente ao da mata no equilíbrio ambiental", comenta.

Segundo a geógrafa, a ocupação dos campos úmidos dos chapadões agrava a contaminação dos cursos d' água por agrotóxicos. Os brejos, assim como as matas que acompanham cursos d' água, são filtros naturais que reduzem o fluxo de agrotóxicos que alcança os mananciais. **(M.M.)**

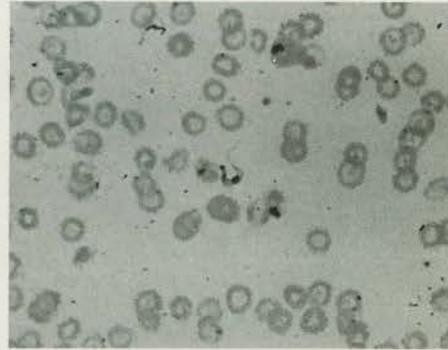
## Desvio de rota

*Desequilíbrio ambiental pode alterar vias de transmissão de doenças*

Animais domésticos estão se tornando reservatório dos protozoários que transmitem a leishmaniose e a doença de Chagas na região do cerrado. A conclusão é da professora Maria Inês Machado, da Universidade Federal de Uberlândia, cuja equipe examinou 480 cães nas regiões do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba. Desse total, 23% estavam contaminados com leishmaniose e 1% com doença de Chagas. A pesquisadora acredita que alterações ambientais no habitat natural dos animais silvestres está promovendo a contaminação dos animais domésticos, geralmente cães.

Com a inundação de matas ciliares e a conseqüente destruição do habitat natural dos mosquitos transmissores da leishmaniose, os insetos passam a viver às margens dos lagos formados pelas represas, reproduzindo-se descontroladamente, sem a resistência dos inimigos naturais presentes na mata.

No caso da doença de Chagas, o contágio dos animais domésticos quase sempre ocorre quando estes se alimentam da carne de animais silvestres. A contaminação pode se dar quando os animais silvestres, sem condições de recorrer às matas ciliares, procuram as fazendas ou mesmo áreas urbanas em busca de alimen-



**Figura 1.** Forma alongada do *Trypanosoma cruzi*, protozoário causador da doença de Chagas, em sangue de cachorro investigado.



**Figura 2.** Rio Araguari, no Triângulo Mineiro, em cuja região foram localizados insetos vetores da leishmaniose.

to e acabam sendo caçados por cães.

Os cães contaminados viviam em fazendas com boas condições sanitárias, nas quais não foram encontrados barbeiros. Daí a conclusão de que os animais silvestres podem ter sido a via de contágio. Embora apenas 1% dos cães examinados estivesse infectado, Machado acredita que esse percentual pode crescer, tornando-se preocupante no futuro.

"Receio que alterações no equilíbrio ambiental estejam mudando as vias de transmissão, com conseqüências desconhecidas", diz.

Grandes projetos são desenvolvidos sem levar em conta o manejo da fauna atingida. Ela cita o exemplo da hidrelétrica de Nova Ponte, no Triângulo Mineiro, cujo lago, de 12 milhões de metros cúbicos, é três vezes maior que a Baía de Guanabara. **(M.M.)**

# Troca de favores

*Formigas do cerrado protegem plantas que as alimentam*

Trabalho sobre interações entre formigas e plantas do cerrado, desenvolvido na Universidade Federal de Uberlândia, em Minas Gerais, demonstrou algo que ainda não havia sido dado como válido para a América Latina. O professor Kleber Del-Claro provou que as formigas protegem, além das folhas, os botões florais de algumas plantas do cerrado.

O trabalho da equipe de Del-Claro traz novas informações sobre as formigas, especialmente as do cerrado, ainda pouco estudadas e sobre as quais pairam muitos equívocos. Um deles é o de que as formigas se alimentam de folhas. "De modo geral elas são carnívoras, raramente se alimentando de partes da planta", diz Del-Claro. A estimativa é de que haja cerca de 15 mil espécies de formigas em todo mundo, das quais cerca de nove mil já foram descritas. Das espécies desconhecidas, boa parte pode estar no cerrado.

Quando se alimentam de alguma parte da planta, geralmente as formigas consomem pólen, polpa de frutas caídas ou, como é comum no cerrado, secreções vegetais. Aquelas que se alimentam dessas secreções, produzidas por nectários extraflorais, são o atual objeto de estudo de Del-Claro.

No cerrado de Uberlândia,

26% das plantas possuem nectários extraflorais, que são glândulas produtoras de néctar não relacionadas à polinização das plantas. O néctar extrafloral compõe-se basicamente de açúcares e aminoácidos e também de lipídios e vitaminas. Del-Claro e sua equipe conseguiram mostrar como algumas formigas protegem a *Qualea multiflora*, uma planta da família das voquisiáceas muito comum no cerrado.

As formigas se alimentam do néctar extrafloral e, numa espécie de troca, patrulham galhos e flores da planta, protegendo-a da ação de predadores. Na 'patrulha', as formigas caçam outros animais, como coleópteros, microvespas e lagartas para se alimen-

tar. A proteção dada pelas formigas à parte reprodutiva da planta já havia sido observada em regiões de clima temperado, nunca em áreas de cerrado.

Mas as interações entre formigas e plantas podem envolver também outros participantes. Del-Claro já observou a participação, por exemplo, de um homóptero (ordem que inclui os pulgões e as cigarras, entre outros insetos) nessa relação. Alguns homópteros, quando sugam a planta, lançam pelo final de seu abdômen uma substância açucarada que atrai as formigas.

As formigas vão até a planta e, em vez de atacar o homóptero, ingerem essa substância, chamada *honeydew*. Em troca, protegem tais ho-

mópteros de seus predadores. O curioso é que o homóptero só expele a gotinha de *honeydew* se a formiga tocar o final de seu corpo com as antenas. Isso feito, externaliza a gota para que a formiga se alimente.

"Estamos tentando entender se essa relação entre a formiga e o homóptero pode beneficiar também a planta", diz Del-Claro. Normalmente o homóptero é um parasita que, em pequeno número, pode não ser tão nocivo à planta, já que teria a função de atrair a formiga com seu *honeydew*.

Os trabalhos sobre esse tipo de interação inseto-planta foram iniciados no Brasil há cinco anos pelo professor Paulo Oliveira, da Universidade de Campinas. Hoje, Oliveira e Del-Claro tentam entender a teia mais ampla de relações, que incluem formigas, insetos herbívoros e plantas. Ao mesmo tempo, tentam recuperar a tão desgastada imagem das formigas.

"Como os cupins, as formigas são muito desprezadas", constata Del-Claro, para quem um animal deve ser considerado segundo sua importância biológica. Para 'limpar' a imagem de seu objeto de estudo, ele lança mão até da biotecnologia: "Quem sabe não seria útil introduzir nectários extraflorais em culturas como a do algodão, para atrair formigas que se alimentam de herbívoros? Assim, os botões florais do algodão estariam muito mais protegidos da praga do bicudo", argumenta. (M.M.)



**Formiga *Zacryptocerus pusillus* em nectário extrafloral da planta *Styphnodendron adstringens*.**

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

**Secretaria:** Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

**Editores:** Ennio Candotti (Instituto de Física/UFJR), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFJR), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFJR), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFJR), Marília Martins da Costa Cruz (secretária).

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

**Diretor:** José Monserrat Filho.

**Redação:** Marília Mendes Pessoa (coordenação); Soraya Araujo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada e Cássio Leite Vieira (edição de texto); Luísa Massarani (repórter); Micheline Nussenzveig (internacional).

**Edição de Arte:** Claudia Fleury (Coordenação) e Luiz Baltar (desenhos).

**Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System):** Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps).

**Administração:** Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Luciene de Santos Azevedo, Marly Onorato, Neuza Luiza de S. Soares, Márcio de Souza, Rodolfo P. dos Santos.

**Atendimento ao Assinante:** Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva; tel.: (021) 295-6198 - 270-0548.

**Depósito e Expedição:** Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Rua Francisco Medeiros, 240 - Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548

**Colaboraram neste número:** Regina Ferraz (programação visual dos artigos); César Benjamin (edição de texto dos artigos); Elisa Sankuevitz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema).

**Conselho Científico:** Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFJR), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFJR), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallemebeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFJR), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFGA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moysés Nussenzveig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFJR), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Osvaldo Porchat Pereira (Dep. de Filosofia/USP), Otávio Elisio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

**Sucursal Belo Horizonte:** Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho (coord. de jornalismo), Marise de Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

**Sucursal Brasília:** Margarete Marmorini - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax (061) 273-4780.

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

**Sucursal São Paulo:** José Carlos C. Maia, Jesus de Paula

Assis, Afonso Bains, Marcelo Christoff, Maria Cristina Avelar, Paulo Cesar Nogueira, Soraya Smaili, Gláucio C. Lohão - Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, 3º andar, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-4192/814-6656.

**Correspondentes: Porto Alegre:** Ludwig Buckup - Dep. de Zoologia, UFRGS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan - Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho - Dep. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

**Correspondente em Buenos Aires:** Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330.

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

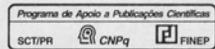
**Assinaturas para o Brasil (11 números):** R\$ 50,00.

**Fotolito:** Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica JB S.A. **Distribuição em bancas:** M. Kistemeyer Distribuidora de Jornais e Revistas Ltda. **ISSN-0101-8515.**

**Colaboração:** Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFJR) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

**Publicidade: Rio de Janeiro:** Irani F. Araújo, tel.: (021) 295-4846, 295-6198, fax (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.

**Assessoria de Imprensa:** Edna Ferreira (Nouvellet Comunicação e Produções Ltda.)



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

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

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

**Sede nacional:** Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 34-7998/214-2879/255-8175, fax: (011) 36-1002.

**Regionais:** **AC** - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900-000, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134, fax: (068) 226-3017 (Reginaldo Fernando de Castela); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Agrário Jorge, s/nº, Prado, CEP 57010-000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 (Winston Menezes Leahy); **AM** - Depto. de Ciências da Saúde/INPA, C. Postal 478, CEP 69011-000, Manaus, AM, tel.: (092) 642-3377, r. 178/642, fax: (092) 642-3440 (Wanderli

Pedro Taddei); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-350, Salvador, BA, tels.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483 (Alberto Brum Novaes); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-2747, fax: (085) 243-2514 (Maria Sulamita de Almeida Vieira); **DF** - Depto. de Sociologia, Instituto de Ciências Humanas/UnB, Campus Universitário, CEP 70910-900, Brasília, DF, tels.: (061) 348-2788/348-2389 (Ana Maria Fernandes); **GO** - Departamento de Física/UFGO, C. Postal 131, CEP 74580-000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 168 (Fernando Pellegrini); **MA** - Depto. de Biologia/UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luís, MA, tel.: (098) 232-3360 (Murilo Sérgio Drummond); **MS** - Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Fundação UFMS, Campus Universitário, CEP 79069-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 751-1746 (Antonio Carlos Marini); **PA** - Depto. de Geofísica, Centro de Geociências/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001-000, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26, fax (091) 229-9677 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Dep. de Eng. Elétrica, Centro de Ciências e Tecnologia/UEPB, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Depto. de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359; **PI** - Depto. de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64000-000, Teresina, PI, tel.: (086) 222-1211, r. 283 (Paulo Rômulo de Oliveira Frota); **PR** - Depto. de Métodos e Técnicas da Educação/UFPR, Rua General Carneiro, 460, sala 504, CEP 80060-150, Curitiba, PR, tel.: (041) 264-2511, r. 278 (Araci Asinelli da Luz); **Londrina** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051-000, Londrina, PR, tel.: (0432) 21-2000, r. 417/527 (Ilce Mara de Syllos Colus); **Maringá** (seccional) - Depto. de Biologia Celular e Genética/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tels.: (0442) 26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo Cezar de

Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Medicina Social/UERJ, Maracanã, CEP 20559-900, tels.: (021) 284-8249 ou 284-8322, r. 2303 (Reinaldo Felipe Nery Guimarães); **RN** - Depto. de Arquitetura/UFRRN, C. Postal 1699-000, CEP 59072, Natal, RN, tel.: (084) 231-0664, fax: (084) 231-1699 (Ari Antonio da Rocha); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78998-000, Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-5622, fax: (069) 224-3093 (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Depto. de Zoologia/UFRS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108 (Ludwig Buckup); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Matemática/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96100-900, Pelotas, RS, tel.: (0532) 25-3455 (Lino de Jesus Soares); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96200-000, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-3300 (Norton Mattos Gianuca); **Santa Maria** (seccional) - Depto. de Física/UFMS, Campus Universitário, CEP 97119-900, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 213 (Cláudio de Oliveira Graça); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia, CCB/UFSC, Rua Dr. Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015-420, Florianópolis, SC, tels.: (0482) 33-9491, fax (0482) 22-4164 (Therézinha Christina M. de Lima Nogueira); **SE** - CCET/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331 (José Daltro Filho); **SP** (subárea I) - Depto. de História, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 05508-000, São Paulo, SP, tels.: (011) 210-2217/210-2314 (Zilda Márcia Gricoli Iokoi); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 33-0011, r. 4125, fax: (0194) 22-5925 (Maria Lúcia Carneiro Vieira); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Educação/Unesp, Campus Universitário, CEP 18610-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 2232 (Alfredo Pereira Junior); **SP** (subárea III) - DCCV, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Rodovia Carlos Tonani, s/nº, km 5, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000 (Aureo Evangelista Santana).



Um planeta quer falar com você. *Ciência Hoje* - BBS  
Um planeta quer falar com você. *Ciência Hoje* - BBS  
Um planeta quer falar com você. *Ciência Hoje* - BBS  
Um planeta quer falar com você. *Ciência Hoje* - BBS

Um micro e uma linha telefônica. Se você tem os dois o mais difícil está feito. Agora, basta somar a eles uma placa de fax/modem e entrar em linha com a Terra e, mais importante, fazer contato com o primeiro BBS do Brasil dedicado exclusivamente à ciência.

### É fácil:

- procure uma loja de suprimentos de informática. Você vai descobrir que a placa fax/modem custa cerca de 5% do preço de um micro. O investimento é pequeno, a instalação é simples e, no final, ela transforma seu PC em um fax completo e em um receptor/transmissor de dados;
- ligue para (021) 295-6198 (de 2ª a 6ª, das 20h às 8h, e nos fins-de-semana, a qualquer hora). É o telefone da *Ciência Hoje* - BBS, que coloca você em dia com os limites da ciência. E não pague nada por isso!

### No *Ciência Hoje*-BBS, você encontra:

***Ciência Hoje*-Hipertexto.** A primeira revista de divulgação científica editada para ser lida em computador. Nela, está o melhor da edição impressa de *Ciência Hoje*, com direito a cores, gráficos e fotos.

**Textos.** Dispense o xerox e tenha os artigos de *Ciência Hoje* prontos para usar, direto em seu editor de textos. Fazer com eles pesquisas, trabalhos escolares e apresentações fica muito mais fácil.

**Jogos educativos.** Use seu micro para aprender, mas evitando a didática tradicional: tenha acesso direto a um acervo que já chega a 50 jogos, desde aritmética para crianças até modelagem química em 3-D.

**Linha direta.** Fale diretamente com a revista: assinaturas, dúvidas sobre os assuntos publicados, sugestões, suporte técnico. Basta ligar e deixar uma mensagem que ela será respondida em, no máximo, 48 horas.



**POUPANÇA AZUL.  
PARA QUEM  
PENSA  
NO FUTURO.**



**POUPANÇA AZUL**  
É DA CAIXA.

CAIXA ECONÔMICA  
**FEDERAL**