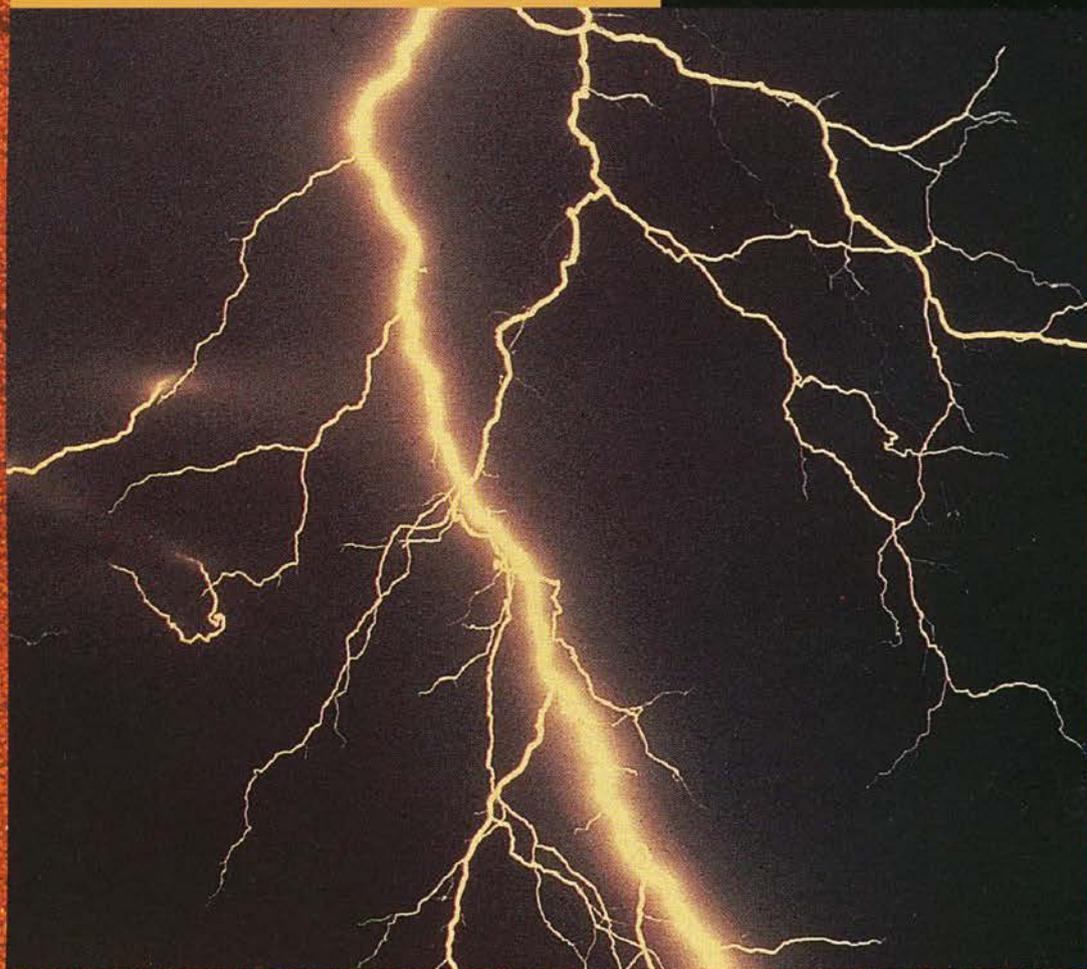


CIÊNCIA HOJE



RELÂMPAGOS

*Forma
e sentido na
linguagem*

*Technologia:
consórcios de
empresas*

*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?*

É urgente debater prioridades em C&T

As fraudes na definição do Orçamento da União revelam que a área de C&T sempre foi tratada como uma vírgula. Não por falta de recursos, mas por falta de *lobby*. Agora sabemos porque, no primeiro semestre de 1992, ela ocupava o 28º lugar na lista das liberações dos recursos da Fazenda.

A carência de verbas para C&T, no entanto, não se pode atribuir apenas à ação criminosa ou ao desvario neoliberal. É preciso examinar com atenção as diretrizes que nortearam a política da área e a levaram ao isolamento e ao descrédito, tanto junto ao Governo, como à sociedade.

Grande responsabilidade no insucesso da política de C&T podem ter a excessiva abrangência dos programas adotados e a incapacidade de avaliar seus frutos, bem como a não identificação das forças reais com que conta o setor.

Urge abrir debate para reformular objetivos e métodos. O uso dos recursos oriundos das privatizações é oportunidade para travar essa discussão. E envolve responsabilidade perante à sociedade. Não podemos errar de novo.

Ao destinar à C&T parte dos recursos das privatizações, o Governo sinaliza que pretende dar novo traçado à rota para o desenvolvimento econômico. Pela primeira vez, a C&T, invariável apenas na retórica dos discursos, ganha alguns decimais do Tesouro. Não há política sem recursos.

Cabe-nos, agora, mostrar que tais investimentos podem, de fato, contribuir para compor novo modelo de desenvolvimento. Nos anos 50, as estatais foram a alavanca do desenvolvimento nacional. Hoje, tudo indica, os investimentos em C&T e recursos humanos são o novo combustível do avanço econômico.

Em 1993-94, estima-se, o Governo deve aplicar em C&T cerca de US\$ 300 milhões do programa de privatizações. Não é muito. Mas, comparado com o que vem sendo destinado à área, é significativo. Em 1991, ela recebeu, US\$ 550 milhões. Em 1992, US\$ 480 milhões. Menos de 0,2 do PIB. Por isso mesmo, os cuidados devem ser redobrados e o imediatismo evitado.

Se o dinheiro for usado para tapar os rombos orçamentários deixados pela política de contingenciamento (que pelas recentes denúncias atingiu mais duramente quem tinha menos poder de "persuasão" junto ao Tesouro), não chegaremos à definição de novos rumos. Os rombos devem ser sanados com verbas do Orçamento – agora, esperamos, livre das contingências subterrâneas.

Seria impróprio substituir o papel do FNDCT ou do PADCT com o dinheiro das privatizações. Por duas razões: há critérios e prioridades na concessão de financiamentos nestes dois fundos, que lhe são próprios. Pinçar um ou outro projeto e destinar-lhe os novos recursos seria um erro – agravado, se não forem definidos critérios claros, diretrizes de longo prazo e responsabilidades explícitas na escolha.

Quando técnicos e consultores do FNDCT decidiram apoiar certos projetos, não tinham conhecimento da nova fonte, nem da determinação do Governo de reorientar a presença do Estado nas novas áreas estratégicas. Tampouco houve rigorosa avaliação dos projetos em andamento, de modo a orientar a nova política de investimentos.

Após tantos anos de pulverização de recursos e resultados medíocres – devidos não só à falta de continuidade dos investimentos – conviria examinar, com mais cuidado, se devemos seguir distribuindo pequenas quantias a múltiplos projetos, alguns dos quais patinando há anos, sem demonstrar que se aproximam das metas propostas.

É inadiável a decisão de concentrar esforços e recursos em poucos programas com alvos claros e competência comprovada. Só assim, poderemos atingir algumas metas e resgatar a credibilidade da área de C&T.

Pretende-se, por exemplo, investir US\$ 40 milhões, em três anos, no VLS (Veículo Lançador de Satélites). Tal projeto – criado nos tempos em que a questão espacial estava aprisionada à doutrina de segurança nacional e a seus mistérios insondáveis – jamais foi efetivamente avaliado em matéria de custos, competência, interesse científico e tecnológico (distinto do interesse militar). Seu custo global, aliás, ainda hoje não é nítido. Para funcionar, calcula-se que ele exigirá bem mais que US\$ 40 milhões.

E este seria hoje um projeto prioritário?

Uma vez mais, parecemos paralisados pela incapacidade de fixar prioridades. De discutir abertamente onde queremos chegar e com que forças realmente contamos para transformar planos em ações concretas, constantes e eficazes.

Permitimos que prevaleça o "faz de conta", terra fértil para a manipulação da burocracia sempre pronta a atender às clientelas – mais ou menos qualificadas – e evitar os desgastes da discussão aberta das prioridades e da avaliação da viabilidade dos projetos.

Não devemos repetir os erros do passado, quando os poucos recursos disponíveis foram dispersos em múltiplos projetos aeronáuticos, nucleares, marítimos, álcool-químicos, petroquímicos, minero-metalúrgicos, ferroviários, de informática. Sem nunca verificar se as metas eram factíveis, os recursos suficientes, a competência consolidada. E, sobretudo, sem estabelecer responsabilidades claras para se ter de quem cobrar os resultados prometidos.

Com coragem e grandeza de espírito, podemos lançar as bases de uma nova história do incentivo à C&T e ao desenvolvimento neste país saturado de mesquinhas.

C&T & T

EDITORIAL

CARTAS

UM MUNDO DE CIÊNCIA

Novas descobertas arqueológicas no sítio da Pedra Furada, no Piauí, são apresentadas como possíveis indícios de que a ocupação humana nas Américas é muito mais remota do que se supunha. Por André Prous.

Vacinas de ADN poderão apresentar uma série de vantagens em relação às vacinas tradicionais e, possivelmente, resultar numa terapia genética. Por Carlos Frederico Martins Menck.

Com a descoberta da estrutura da miosina em três dimensões, será possível entender o mecanismo molecular responsável pela contração muscular. Por Fernando Reinach.

Os químicos tornam-se verdadeiros 'estilistas' de cristais, montando e ordenando moléculas em estruturas e arquiteturas desejadas. Por Micheline Nussenzveig.

TOME CIÊNCIA

As ceras das folhas, além de reduzir a perda de água pela planta, desempenham um papel importante nas relações entre plantas e insetos que se alimentam de vegetais. Por Regina Lucia Sugayama e Antônio Salatino.

RESENHA

David C. Oren comenta o relançamento da clássica monografia de John Gould, *Family of Toucans* (Família dos tucanos), em edição fac-similar, com alguns dos desenhos mais lindos da fauna do Brasil e de países vizinhos já publicados.

Olaf Malm analisa o livro de David Cleary que, ao dar voz aos garimpeiros e demais envolvidos com a garimpagem, busca estabelecer um possível diálogo com a sociedade, e contribuir para uma percepção mais realista do garimpeiro, de suas necessidades e dos problemas que essa atividade pode gerar.

1 Línguas indígenas: 20 500 anos de descobertas e perdas

4 *Aryon Dall'Igna Rodrigues*

8 O isolamento quase completo da América do Sul, até o fim do século XV, reduziu a possibilidade de difusão das línguas desse continente. Nelas encontram-se propriedades lingüísticas inexistentes em outras partes do mundo.

Os Paradoxos da Ciência e da Tecnologia 28

Simon Schwartzman

A ciência e a tecnologia contemporâneas estão presentes em tudo. Cada vez mais divulgadas mas, contraditoriamente, cada vez mais concentradas. As mudanças que vêm ocorrendo são paradoxais e é importante avaliar suas conseqüências para as políticas do setor.

Relâmpagos 36

Iara C. de Almeida Pinto, Osmar Pinto Jr. e Rosângela B. Biasi Gin

16 Desde a descoberta da natureza elétrica do relâmpago, em 1752, várias características desse fenômeno têm sido reveladas, mas restam ainda muitas dúvidas, que vão desde sua influência na atmosfera terrestre e os possíveis efeitos sobre a saúde humana, até a ocorrência de relâmpagos em outros planetas.

Forma e sentido 44

Miriam Lemle, Maria A. Botelho Pereira e Humberto Peixoto Menezes

18 A língua é um sistema cognitivo autônomo? Qual a relação entre som e sentido? Como se organizam na mente humana a representação dos sons, a estrutura das sentenças e o significado das palavras?



ENTREVISTA

O pesquisador fluminense José Marcos Chaves Ribeiro, da Universidade de Arizona (EUA), pesquisa como os insetos desarmam o mecanismo de defesa do organismo que impede a perda de sangue. Por Luisa Massarani.

OPINIÃO

Já na antiguidade se usavam organismos vivos para obter produtos. Hoje, a biotecnologia pode envolver negócios de bilhões de dólares, mas ainda há muito a descobrir e o caminho para sua expansão está na associação com a biodiversidade. Por Glaci T. Zancan.

É BOM SABER

Uma expedição científica para pesquisas oceanográficas ao longo da costa brasileira reuniu 70 pesquisadores de 15 instituições do Brasil e da Alemanha. Por Luisa Massarani.

A Mata Atlântica, apesar da devastação que vem sofrendo e da proximidade com os maiores centros populacionais do país, abriga ainda animais pouco conhecidos como a preguiça-de-coleira. Por Laurenz Pinder.

Os ciclos de produção de folhas, flores e frutos interferem no comportamento dos vertebrados que vivem em florestas tropicais. Como dependem diretamente de flores e frutos, eles passam por períodos de fartura e escassez de alimento. Por Mauro Galetti e Carlos A. Peres.

As larvas de besouros, ou 'bicho de coco', certamente são um problema para os agrônomos. Mas para muitas pessoas elas são uma iguaria. Por Carlos E. A. Coimbra Jr. e Ricardo Ventura Santos.

49 CIÊNCIA E M DIA**62**

Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais confirma dependência físico-psicológica em 95% de idosos usuários de tranqüilizantes, sedativos e drogas hipnóticas e alerta para a necessidade de mudanças na conduta social em relação à velhice. Por Marise Muniz.

52

Um novo método para o controle da anemia infecciosa equina, que chegou a atingir 80% dos cavalos em algumas fazendas do pantanal matogrossense, está reduzindo a incidência da doença na região. Por Margareth Marmorì.

55

A equipe do Laboratório de Imunologia Celular e Molecular do Centro René Rachou, da Fiocruz, em Belo Horizonte, mostrou que células de defesa do sistema imune dos portadores de esquistossomose reagem contra anticorpos do próprio doente. Por Roberto Barros de Carvalho.

Alan Lightman, professor de física e do programa de literatura no MIT, comenta seu último livro de ficção, lançado recentemente em Nova York, *Einstein Dreams*. Os sonhos que Einstein poderia ter sonhado ao investigar o tempo. Por Jesus de Paula Assis.

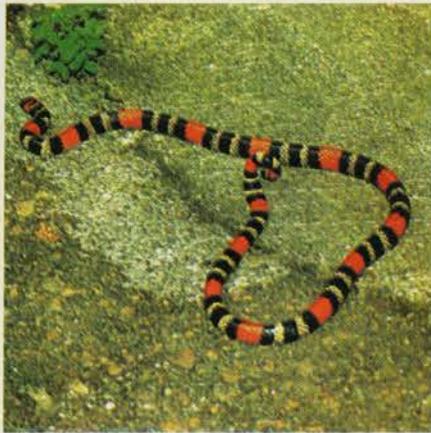
Michel Revel, chefe do Departamento de Virologia e Genética Molecular do Instituto Weizmann (Israel) e um dos descobridores da interleucina-6, falou à *Ciência Hoje* sobre a ação dessa proteína no tratamento do câncer. Por Cássio Leite Vieira.

Médicos norte-americanos anunciaram ter conseguido clonar embriões humanos. A clonagem envolve muito mais problemas éticos do que técnicos. Por Jesus de Paula Assis.

Cobertura da VII Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental, realizada de 25 a 28 de agosto em Caxambu (MG). Por Margareth Marmorì e Luisa Massarani.

TECNOLOGIA

Na Europa, Ásia e Estados Unidos a aliança de empresas concorrentes tornou-se uma importante estratégia para a redução dos custos e difusão de novas tecnologias. Este é o assunto de capa do suplemento *Technologia* que acompanha o número 95 de *Ciência Hoje*.



Serpentes

Sou assinante de *Ciência Hoje* e tenho observado o grande interesse, por parte da revista, em atender as reivindicações dos leitores.

Morando em uma região com grande incidência de serpentes, gostaria que me informassem se há alguma publicação sobre esse assunto. Caso não haja, gostaria que fosse publicado um artigo com ilustrações, para possível identificação das venenosas e das não venenosas.

Suzelma Oliveira e Silva Kochs Santa Maria do Frade (RS).

Já faz algum tempo, CH nº 42 publicou o artigo 'As serpentes', dos professores Carlos Jared e Maria de Fátima Furtado, do Instituto Butantan, em São Paulo. Apesar de ter sido publicado em maio de 1988, o artigo continua atualizado. Se quiser, pode encomendar o número atrasado ao nosso Departamento Comercial. Além disso, também pode receber informações escrevendo ao Instituto Butantan, Av. Vital Brazil 1500, CEP 05504, São Paulo/SP.

Formigueiros

Gostaria que a revista transmitisse aos drs. José Maurício S. Bento e Terezinha M.C. Della Lucia, do Departamento de Biologia Animal da Universidade

Federal de Viçosa (CH nº 90, p. 49) uma experiência que fiz para acabar com os formigueiros do nosso quintal. Experimentei a seiva do bico-de-papagaio em um punhado de formigas (desconheço a classificação da espécie em

alguns minutos, verifiquei que ficavam imobilizadas e morriam. Repeti a experiência, constatando que, mesmo após se debaterem por alguns segundos, a imobilização ocorria. Isso não acontece com a seiva da espirradeira ou a da alamanda: apesar de imobilizadas pela viscosidade da seiva, as formigas logo se libertam, sem que sua mobilidade seja afetada. Bom, foi uma experiência, e espero que os especialistas confirmem a minha observação.

Ricardo Hermanny, Cabo Frio (RJ).

Visual

Em geral, os leitores de *Ciência Hoje* escrevem para elogiar o conteúdo da revista, seu alto nível científico. Quase sempre concordo com eles mas, para mim, o que mais aprecio é o visual da revista, que a torna moderna e capaz de ser comparada às melhores publicações estrangeiras, científicas ou não. Destaco especialmente os números sobre a conquista da América e sobre o caos. Entretanto, sinto falta dos cartuns que *Ciência Hoje* costumava publicar antigamente, sempre assinados pelos melhores cartunistas brasileiros. Não acredito que sejam ainda os reflexos da crise, uma vez que a qualidade gráfica voltou a ser das melhores e que a revista vem publicando

novamente encartes. Por que não volta também o humor, tão necessário para suportarmos a longa crise que o país atravessa? Deixo a pergunta como uma sugestão.

Ilana S. Matos, Ribeirão Preto (SP).

Transportes

Sou leitor e assinante de *Ciência Hoje* e tenho interesse pelo estudo dos diversos modos de transporte, particularmente nos seus custos energéticos e sua interferência ambiental. Neste sentido, faço a sugestão de que a revista apresente um artigo abordando criticamente as diferentes possibilidades de transporte sob os aspectos apresentados. Certamente será uma contribuição para a saída do atraso generalizado em que nos encontramos, conseqüência sobretudo da incapacidade de se pensar soluções de uma forma global.

Francisco Conde, São José dos Campos (SP).

Química

Vimos parabenizá-los pela excelente cobertura da 16ª Reunião Anual de nossa Sociedade, realizada pelos srs. Jesus de Paula Assis e Cássio Leite Vieira, publicada em CH nº 92. Aproveitamos para informar que a 17ª Reunião Anual deverá ocorrer de 24 a 28 de maio de 1994, tendo como tema 'A interdisciplinaridade em química'. A conferência plenária de abertura será

proferida pelo professor Ricardo Ferreira (Universidade Federal de Pernambuco), sobre o tema 'O papel das ligações fracas no desempenho das moléculas de importância biológica'.

Romeu C. Rocha-Filho, secretário-geral da SBO, São Paulo.

Correções no nº 94, Especial "Cérebro":

Pág. 22, figura 1: os sulcos são indicados por áreas em *vermelho*.

Pág. 23, figura 3: os quadros do Córtex Analítico são: via dorso-medial, *via dorso-lateral* e via ventral.

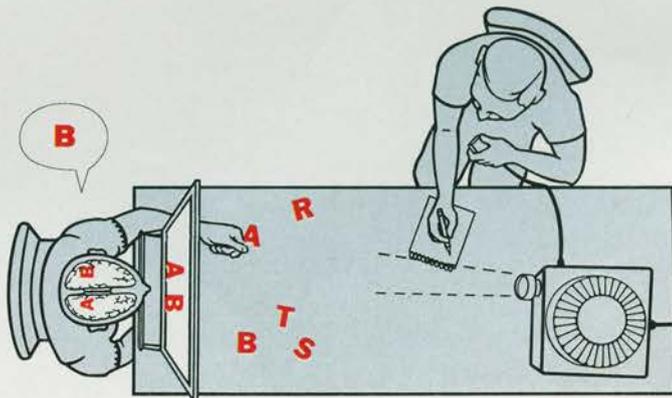
Pág. 29, legenda da figura 3: a ressonância nuclear magnética está mostrada em (a) e a tomografia computadorizada em (b).

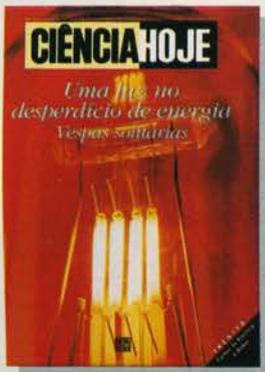
Pág. 32, figura 5: o terminal em amarelo é de nervo *motor*.

Pág. 47: ver abaixo desenho corrigido.

Pág. 82, figura 2: a curva azul corresponde aos animais *transplantados*.

Foram omitidos os seguintes créditos: O autor do desenho da pág. 26 é Felipe Eduardo. Na figura 2 da pág. 44 o desenho em (b) é de Ricardo Bezerra de Oliveira e o desenho em (c) é de Cecília Hedin Pereira. Luisa Massarani fez a cobertura do XVII Congresso Brasileiro de Neurociências e Comportamento. Na pág. 88 o crédito correto da foto é Instituto Weizmann.





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).*

Ensino de ciências

Trabalhando como professor de ciências, associei-me ao projeto Ciranda das Ciências, mantido pela Hoechst e pela Fundação Roberto Marinho. Eles foram de grande valia e têm sido espetaculares. Mas com o tempo, os nossos trabalhos se desenvolveram e esse material tornou-se insuficiente. Estou entrando em contato com vocês para saber se há algum órgão de assistência ao ensino que nos possa auxiliar e fazer valer o incentivo à pesquisa neste país.

César Souza, Aracaju.

Sugerimos que se dirija à FUNBEC – Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências, Av. Prof. Lúcio Martins Rodrigues, Travessa 4, nº 67, São Paulo, SP, CEP 01051.

Tecnologia do queijo

Gostaria de aproveitar as próximas férias para fazer um curso sobre queijos, com

vistas, quem sabe, a tornar-me pequena empresária, visto que meu pai tem um pequeno sítio perto de São Paulo. Sei que o assunto foge um pouco à temática habitual da revista, mas estou certa de que poderão me orientar, com a atenção sempre manifestada aos leitores.

Ana Rosa B. Gianelli, São Bernardo (SP).

Não muito longe de você, em Campinas, o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, tem realizado cursos sobre produção artesanal de queijos. Nossa sugestão é que você entre em contato com o Núcleo Setorial de Informações em Alimentos, do ITAL, para saber quando esses cursos se realizam. Talvez o instituto tenha possibilidade de lhe enviar alguma publicação. O endereço é Avenida Brasil, 2.880, Campinas, CEP 13073-001, telefone (0192) 41-5222, fax (0192) 41-5034, telex 019-1009.

Inseticidas e crianças

Gostaríamos de informar que no artigo 'Inseticidas e memória de crianças' (Ciência Hoje nº 92, p. 12) foram cometidas algumas incorreções bastante graves. 1) Não foram estudados inseticidas de tomada e sim piretróides utilizados em

agricultura e pecuária. Assim, embora os inseticidas de tomada sejam do mesmo grupo, são muito menos tóxicos e *não foram estudados*, sendo portanto inverdade que os mesmos provquem os efeitos citados no artigo.

2) Mais grave ainda é a afirmação que os mesmos inseticidas provoquem perda de memória em *crianças*, uma vez que o trabalho não foi realizado em humanos, e sim em ratos.

3) É também errônea a afirmação de que os piretróides causem ansiedade em pessoas. Nossos dados indicam que possam produzir tal efeito, porém em ratos.

Dra. Maria Martha Bernardi, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, São Paulo.

O lavradeiro

De longa data sou assinante desta brilhante revista, que valoriza a nossa nacionalidade, pela seleção de artigos científicos que, procurando não ferir a verdade e a ética científica, divulgam a nossa ciência. Desejo congratular-me com Margareth Marmori, autora do artigo sobre o cavalo lavradeiro, publicado no nº 91, ilustrado com fotografias de impressionante beleza.

Viriato L. Magalhães Ferreira, Belo Horizonte.





O BRASIL

HOJE, O BRASIL ESTÁ CONQUISTANDO DE VEZ O SEU LUGAR NO FUTURO: PELA RODOVIA PRESIDENTE DUTRA IMPLANTAMOS OS CABOS DA PRIMEIRA REDE DE FIBRAS ÓTICAS DE LONGA DISTÂNCIA EM NOSSO PAÍS. DESTINADA A TRANSMISSÃO DE VOZ, DADOS, TELEX, FAX E TELEVISÃO, A REDE IRÁ ESCOAR O TRÁFEGO DE TELECOMUNICAÇÕES ENTRE RIO E SÃO PAULO COM UM VOLUME 4 VEZES MAIOR DO QUE A CAPACIDADE EXISTENTE. E, ATÉ



TEM FIBRA.

1995, IRÁ INTERLIGAR O BRASIL, DE PORTO ALEGRE À FORTALEZA, COM CONEXÕES PARA OS ESTADOS UNIDOS, EUROPA, ÁSIA E OS PAÍSES INTEGRANTES DO MERCOSUL. O BRASIL TEM FIBRA. E A EMBRATEL TEM MUITO ORGULHO EM ANUNCIAR ESTA CONQUISTA PARA MILHÕES DE BRASILEIROS.



S E M P R E A M E L H O R S O L U Ç Ã O

FIBRA ÓTICA  **EMBRATEL**

Empresa do SISTEMA TELEBRAS

Pedra furada

Mais sobre a chegada do homem nas Américas

Em março de 1993, Paul Bahn publicava na revista britânica *Nature* notícia sobre uma defesa de tese a respeito dos achados do sítio da Pedra Furada, no Piauí. O trabalho foi apresentado em 1993, na École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris, pelo arqueólogo Fábio Parenti que, deixando de lado as escavações previamente realizadas por Niède Guidon, concentrou-se no material que ele mesmo escavou recentemente e cujo contexto podia ser melhor controlado.

As datações radiocarbônicas revelam a importância do abrigo da Pedra Furada, que registra vestígios de ocupação humana possivelmente até 50 mil anos antes do presente. É uma idade muito mais remota que a assinalada em qualquer outro sítio atualmente aceito como evidência da presença do homem em qualquer parte das Américas.

O problema está no caráter atípico dos vestígios: 'instrumentos' tão toscos que a natureza pode produzi-los espontaneamente; 'estruturas' de ocupação (fogueiras etc.) semidestruídas e duvidosas; ausência de matérias não existentes naturalmente no abrigo, que somente o homem poderia ter trazido a ele.

O trabalho minucioso de F. Parenti consiste em dar credibilidade à interpretação de uma origem antrópica das ocorrências, por meio de uma crítica interna séria dos supostos artefatos e estruturas. Paul Bahn considera a demonstração um sucesso completo e afirma que a grande antiguidade do homem nas Américas está agora demonstrada, embora admita que, certamente, sobrarão cétricos, sobretudo na América do Norte.

Não pretendemos aqui entrar em polêmica, mesmo porque não vemos nenhuma impossibilidade teórica na presença do homem há dezenas de milhares de anos no Novo Continente (lembraremos apenas que não existem datações tão antigas e comprovadas nos sítios da Sibéria,

por onde a chegada dos primeiros imigrantes é mais provável). Apenas é importante saber se os dados analisados comprovam ou não a origem humana dos achados do Piauí. Com a bela tese de F. Parenti, dispomos enfim de uma farta documentação que permite até mesmo discutir algumas das interpretações do próprio autor.

Embora não tenha sido ainda publicado, pudemos consultar o texto durante um dia, após a defesa (que assistimos também). Assim, apresentaremos algumas considerações sobre a argumentação, tentando explicar ao leitor não especialista as dificuldades encontradas pelos arqueólogos neste caso. Veremos sucessivamente os problemas ligados aos instrumentos, às estruturas e às posições de ordem 'ideológica', por assim dizer.

Os 'instrumentos'

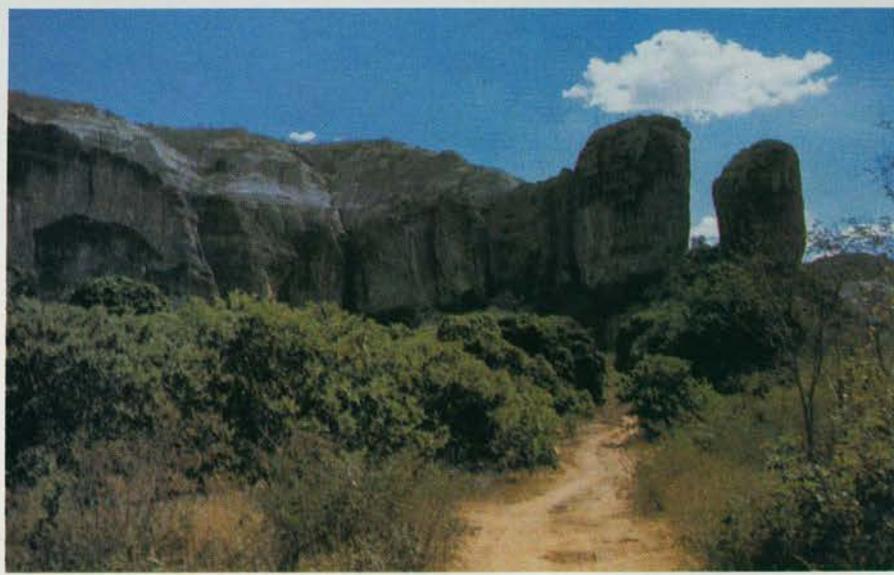
Os instrumentos são blocos ou seixos caídos do teto do abrigo, que apresentam lascamento em uma extremidade, resultado de uma pancada. A cicatriz do lascamento fornece um gume cortante (como a borda quebrada de um copo que recebeu um choque leve). O problema é que um

lascamento desse tipo pode se produzir quando as pedras caem do teto ou são lançadas por macacos (ocorrência frequente no Piauí). Ora, F. Parenti encontrou vários objetos desse tipo espontaneamente formados nas zonas de desabamento atual. Em consequência, decidiu desconsiderar os seixos com um único lascamento e pertencentes a uma única face, pois eles poderiam ter origem natural.

Pela mesma razão, eliminou peças com quebra triédrica, justamente as que Guidon e Delibrias davam como prova da ação humana no seu artigo (*Nature*, 1986). Conservou como certamente trabalhadas as peças com lascamento em ambas as faces ou com mais de um lascamento numa face, pois tais fenômenos não aparecem nos desabamentos atuais, embora admita que todas sejam bastante simples, podendo ser produzidas pela natureza em outros locais.

Dessa forma, selecionou mais de uma centena de 'artefatos', alguns dos quais nos parecem particularmente convincentes (n^{os} 16.998 e 18.704, por exemplo).

O método utilizado é excelente, mas ainda fica uma objeção: F. Parenti admite que o período pleistocênico teria sido



mais úmido que o atual; nesse caso, a força das águas poderia facilmente ter feito rolar aos poucos os seixos já caídos (fato expressamente admitido pelo autor), que poderiam, portanto, ter recebido, na sua segunda face, pancadas de seixos caindo, criando-se os lascamentos bifaciais que o pesquisador não encontrou nos desabamentos atuais. Acrescentaremos que os grandes herbívoros pleistocênicos também poderiam ter feito rolar os seixos ao procurar água no abrigo.

Para comprovar a origem humana das peças selecionadas, é preciso demonstrar que elas se encontram numa posição topográfica que não pode ser explicada naturalmente (por rolamento espontâneo), o que parece difícil diante da dificuldade de reconstituição do detalhe da microtopografia pré-histórica; com efeito, o sedimento é extremamente homogêneo e quase toda a estratigrafia é baseada nas datações radiocarbônicas.

Nota-se a ausência de uma análise de eventuais microvestígios de utilização (a não ser que esta tenha dado resultados negativos e por isso não tenha sido mencionada). Essa análise poderia ter trazido argumentos novos.

Os argumentos mais fortes (embora não definitivos) contra a interpretação 'antrópica' da indústria são: 1) a ausência no abrigo de instrumentos feitos com calcedônia, matéria-prima excelente (bem melhor que os seixos de quartzito local), muito utilizada a partir de 10 mil anos atrás no sítio e facilmente disponível nas imediações da Pedra Furada; 2) a pobreza tecnológica dos 'instrumentos'. Como perguntou um dos membros da banca examinadora: "Será possível que, ao entrar nas Américas, o homem teria perdido sua 'memória técnica'?" Há respostas aceitáveis para essas objeções, mas que não apagam totalmente as dúvidas.

As 'estruturas'

Conjuntos de, pelo menos, três seixos ou blocos próximos foram considerados como arranjos antrópicos. Análises de termoluminescência mostraram que vários desses seixos de quartzo tinham sido queimados. Tivemos tempo apenas para ler parte do capítulo sobre as 'fogueiras', mas as descrições nos deixaram dúvidas sobre a origem humana dos carvões no

abrigo e dos 'arranjos' de pedra; com efeito, os fogos naturais não são raros em regiões tropicais e na maioria das 'estruturas' não há evidência de queima. Em outras, os carvões não estão dentro, mas fora das concentrações de blocos e até os quartzos queimados estão no exterior do conjunto de blocos que teriam delimitado as supostas estruturas de combustão.

Há sempre uma explicação possível: os carvões e cinzas mais leves foram levados embora; os pequenos seixos de quartzo queimados foram retirados numa operação de 'limpeza' da fogueira, ou rolados por processos naturais etc. Dessa forma, qualquer arranjo de pedras (e sabemos que os arqueólogos, ao escavarem, criam facilmente pseudo-estruturas em qualquer sítio) pode ser explicado como estrutura de origem humana desfigurada por perturbações posteriores. Apenas uma análise muito detalhada das possibilidades de transporte natural antes e depois da suposta fabricação pelo homem poderia, talvez, tirar as dúvidas.

As discussões 'ideológicas', os limites da prudência e do entusiasmo

As discussões técnicas mencionadas acima são apenas uma parte do problema. Questões de ordem pessoal entram também em jogo. N. Guidon, por exemplo, sugere que os arqueólogos aceitam ou recusam a presença do homem pleistocênico nas Américas como se fosse uma questão de fé: os 'saudosistas', imobilizados nas suas idéias tradicionais, não poderiam ser convencidos, enquanto os cientistas abertos não poderiam recusar as 'provas' propostas. Ela assinala que os achados de Pedra Furada são 'criticados' com um rigor não aplicado a outros sítios e que, se não há outros sítios com datação tão antiga, é porque a maioria dos arqueólogos nunca os procurou, por não acreditar na sua existência.

Tudo isto é pura verdade, mas se justifica: ninguém vai querer verificar se é verdade que um grande número de carros vermelhos passou determinado dia na ponte Rio-Niterói; mesmo que essa afirmação esteja errada, nela não haveria nada de extraordinário que justificasse indagar a respeito. Em compensação, a

afirmação de que passaram na ponte 20 carroças puxadas por cavalos mereceria verificação, por ser improvável, embora não de todo impossível. Quando se pretende mudar uma opinião abalada por uma longa experiência, é normal que o ônus da prova fique com quem faz a proposta inovadora.

Quanto à falta de procura de sítios em terrenos pleistocênicos, isto era verdade 20 anos atrás. Hoje há muito 'possíveis' sítios escavados ou em escavação (caso da Lapa Vermelha, em Minas Gerais, que escavamos com A. Emperaire nos anos 70, por exemplo), com datações antigas e todos apresentam problemas de interpretação. Por outro lado, é exato que temos tendência a aceitar facilmente demais certas afirmações feitas pelos arqueólogos em sítios não polêmicos, mas a falta de crítica no caso destes é um erro que não justifica a aceitação pacífica de achados duvidosos do Pleistoceno.

Enfim, se for verdade que alguns arqueólogos possam pecar por excesso de prudência, é absolutamente claro que outros (na verdade, todos nós) mostram por vezes excesso de confiança. O próprio F. Parenti, cujo procedimento é um modelo de cautela durante o desenvolvimento da tese, passou a ser imprudente nas conclusões, quando fala de 'áreas de ocupação especializada' na Pedra Furada; questionado sobre esse ponto por um membro da banca, reconheceu que a análise espacial não tinha, realmente, dado resultados e que se tratava de 'uma esperança, mais que de uma realidade'.

Finalizando, a tese de F. Parenti traz uma excelente documentação, que permite discutir concretamente os achados de Pedra Furada. Paul Bahn informa que haverá uma reunião internacional no Piauí. Seria certamente útil aproveitá-la para examinar *in loco* as condições topográficas e as possibilidades de transporte de material no sítio, além de discutir os possíveis artefatos e estruturas já publicados.

* *Nature*, vol. 362, p. 114 (1993).

André Prous

*Museu de História Natural,
Universidade Federal de Minas Gerais.*

Vacinas & genes

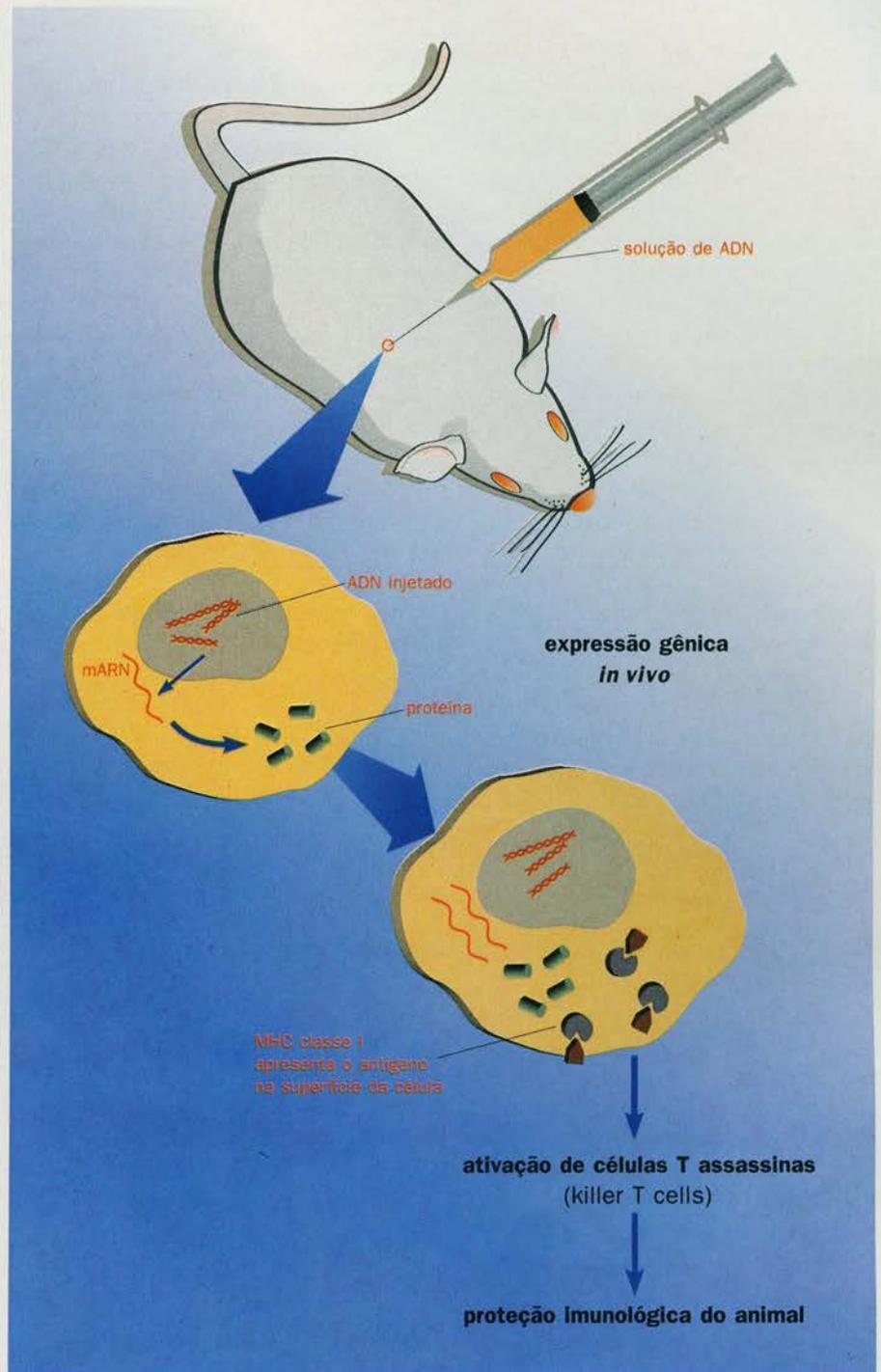
Injeção de ADN estimula defesa imunológica

Muitas vezes as descobertas científicas nos trazem surpresas totalmente inesperadas. Uma delas, sem dúvida, foi a verificação de que uma simples injeção de moléculas de ADN (ácido desoxirribonucleico), que contém um gene do vírus da influenza A (vírus da gripe comum), ativa a defesa imunológica de camundongos, protegendo-os contra inoculações de linhagens diferentes de vírus influenza. Esse trabalho*, publicado recentemente, é fruto da colaboração de pesquisadores chefiados por Margaret A. Liu, do laboratório de pesquisas da Merck em West Point, Pensilvânia e Philip Felgner, da Vical, uma companhia de biotecnologia de San Diego, Califórnia.

Nosso conhecimento das maneiras usuais de manipulação *in vitro* da molécula de ADN nos indica que sua injeção em músculo de camundongo não deveria resultar em nenhuma atividade. Sabe-se, desde o final da década de 70, que é possível introduzir ADN em células animais em cultura; no interior dessas células, os genes podem ser expressos (ativados), produzindo proteína. No entanto, nesses experimentos *in vitro*, as células são tratadas com substâncias químicas ou processos físicos (choques elétricos, por exemplo), de modo a tornar a membrana celular permeável à entrada do ADN. Assim, a injeção dessas moléculas em músculo de camundongo sem qualquer tratamento deveria ser inócua.

Na verdade, os experimentos dos grupos de Felgner e Liu se basearam em artigo publicado três anos atrás**, no qual Robert W. Malone e Felgner, em associação com o grupo de Jon A. Wolff, da Universidade de Wisconsin, buscavam formas de produzir proteínas através da expressão de genes *in vitro*.

Nesse trabalho, a idéia era tentar forçar as células musculares de camundongo a interiorizar moléculas de ADN na forma de plasmídeos, por meio de tratamento



Obtenção da resposta imune por injeção de ADN. Plasmídeos injetados em camundongos se mantêm de forma extracromossomal, havendo expressão do seu produto gênico. Essa proteína, estranha ao organismo, pode se apresentar na superfície celular, induzindo células T assassinas e, conseqüentemente, dando imunidade ao animal.

químico. Como controle, foram também injetados plasmídeos sem o produto químico. Surpreendentemente, os resultados – obtidos pela medida da atividade de enzimas produzidas pelos genes injetados – foram positivos justamente nesses controles. Eles mostraram que as células musculares são capazes de captar o ADN injetado sem nenhum artifício químico e a eficiência de sua produção gênica é comparável à obtida em condições ótimas com células em cultura. Mais do que isso: enquanto nas células em cultura o ADN se degrada rapidamente, em camundongos injetados o gene permanece ativo por mais de um ano.

Trabalhos posteriores demonstraram a expressão de genes em plasmídeos injetados em músculo esquelético e cardíaco de ratos, em peixes e primatas.

As perspectivas dessa tecnologia são de grande alcance e já eram previstas no trabalho pioneiro de Wolff e colegas. A introdução da informação genética por injeção intramuscular poderá corrigir defeitos genéticos herdados, vindo a resultar numa terapia genética. De fato, a expressão da distrofina em tecido muscular de camundongos, após a injeção de ADN, já fora observada.*** A distrofina é um produto do gene, localizado no cromossoma X, em geral deficiente em pacientes com a doença genética conhecida como Distrofia Muscular de Duchene. Esses resultados ilustram o alto potencial dessa tecnologia, embora ainda não a autorizem como terapia.

O uso potencial da injeção intramuscular de ADN em vacinas também foi sugerido inicialmente, e o trabalho desenvolvido pelas empresas Merck e Vical demonstram sua viabilidade. Cerca de 90% dos camundongos vacinados com ADN sobreviveram ao desafio de dose letais de influenza A, contra apenas 20% dos camundongos-controle. Os vacinados demonstraram também estar protegidos contra linhagens de vírus influenza A que divergiram 34 anos em relação ao vírus do ADN injetado. Essa proteção cruzada é mais uma surpresa dos experimentos, uma vez que os vírus de influenza se modificam rapidamente, o que dificulta a obtenção de vacinas comuns contra a gripe.

Segundo os autores, dois fatores de-

vem contribuir para esse efeito: 1) o gene utilizado contém o código que permite sintetizar uma nucleoproteína viral essencial para o vírus e que se conserva mais do que as proteínas de superfície; 2) o sistema imune ativado pela injeção é basicamente celular, ou seja: o produto gênico apresenta-se na superfície da célula na qual se expressa, sendo reconhecido por células T como uma proteína estranha ao organismo. Essas células 'ensinam' outras células T do tipo 'assassinas' (*killer*) a reconhecer, atacar e destruir células que estejam sendo infectadas pelo vírus. É possível que esse sistema imune celular seja mais abrangente que o sistema humoral (que funciona por ativação de anticorpos), permitindo assim a proteção cruzada.

A pergunta que se faz imediatamente é se a injeção de ADN poderá ser utilizada para outras vacinas. A resposta será dada por experimentos que estão sendo realizados com genes do HIV – o vírus responsável pela AIDS –, cujos resultados devem ser logo publicados. É bom lembrar que esse vírus também apresenta uma alta taxa de modificações, o que tem inviabilizado a pesquisa de vacinas pelos métodos tradicionais. Além disso, é possível que a ativação do sistema imune celular em lugar do humoral também seja importante para o combate a esses vírus.

As vacinas de ADN poderão apresentar uma série de vantagens em relação às vacinas tradicionais. Moléculas de ADN, na forma de plasmídeos, são relativamente simples de se obter e, ao contrário das vacinas produzidas por técnicas usuais de engenharia genética, dispensam processos demorados e custosos de purificação proteica.

Esse tipo de vacina também não apresentará os riscos da imunização por vírus atenuados, ou biologicamente inativados por substâncias químicas ou agentes físicos (luz ultravioleta, por exemplo). Como o ADN não é antigênico, múltiplas doses da vacina podem ser aplicadas para ativar a resposta imune contra os vírus mas não contra o plasmídeo.

Finalmente, um 'coquetel' de moléculas de ADN poderá conter os códigos para proteínas de diferentes patógenos, proporcionando proteção contra várias doenças simultaneamente: teríamos, então, a

vacina 'universal'.

O emprego de moléculas de ADN apresenta, portanto, enorme potencial e pode mudar totalmente o conceito tradicional de vacina. Entretanto, como se trata de uma tecnologia muito recente e como pouco se conhece sobre o destino dessas moléculas no organismo, seu uso deve ser analisado com cuidado. Apesar da molécula de ADN normalmente não ter caráter antigênico, algumas doenças humanas, conhecidas como doenças autoimunes, produzem também anticorpos contra moléculas de ADN em estruturas especiais.

Em geral, essas doenças têm um desenvolvimento lento e causas praticamente desconhecidas. Seria desastroso verificar que vacinas com moléculas de ADN podem induzir o processo de autoimunidade vários anos (ou mesmo décadas) após o início de programas maciços de vacinação, como aqueles a que normalmente submetemos as nossas crianças. Uma alternativa interessante seria o emprego desse tipo de vacina em animais, como bovinos e suínos. Além de trazer prováveis vantagens para a pecuária, baixando os custos de vacinação nesses animais, seria uma oportunidade excelente para testar o verdadeiro alcance e o risco de vacinas constituídas apenas por moléculas de ADN.

* *Science*, vol. 259, pp. 1.745-1.749 (março de 1993).

** *Science*, vol. 247, pp. 1.465-1.468 (março de 1990).

*** *Nature*, vol. 352, pp. 815-818 (agosto de 1991).

Carlos Frederico Martins Menck

*Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo.*

Estrutura de um motor molecular

Descoberta a estrutura tridimensional da miosina

Motores são máquinas capazes de transformar diferentes formas de energias em movimento. Um motor a gasolina queima o combustível e utiliza a energia liberada para girar um eixo, já os elétricos obtêm o mesmo resultado a partir da energia elétrica. Os organismos vivos também dependem deles para gerar movimento. Os músculos do coração e de nossas pernas não passam de grandes motores.

Nossos motores biológicos e os movidos a gasolina têm em comum a sua construção modular e o fato de transformarem energia química em movimento. Da mesma forma que os motores de automóveis têm uma construção modular (2, 4, 6, ou 8 cilindros), onde cada cilindro funciona em sincronia com os outros para fornecer a potência final, nossos músculos também são organizados em módulos que trabalham em conjunto. A diferença é que cada módulo de um motor biológico é extremamente pequeno (o peso de cada motor molecular é de 10^{-21} g e seu comprimento de aproximadamente 10^9 cm) enquanto o número de módulos é enorme.

Num pedaço de músculo do tamanho de uma cabeça de alfinete (1 mm^3) existem milhões desses minúsculos motores moleculares. Quando ativados, eles funcionam em ciclos, como os cilindros de um motor de carro. Durante cada ciclo, esses motores moleculares recebem o combustível (uma única molécula de adenosine trifosfato – ATP), ‘queimam’ esse combustível (produzindo adenosine difosfato – ADP e fosfato) e geram 10^{-12} Newtons de força. O esforço conjunto de bilhões desses micromotores, que podem ‘rodar’ com velocidades de até 10 ciclos por segundo, é responsável pela contração muscular.

A novidade é a descoberta da estrutura

molecular desses micromotores.* Um time de cientistas liderados por Ivan Rayment da Universidade de Wisconsin (EUA) obteve, no início da década de 80, cristais de uma proteína chamada miosina, o micromotor que causa a contração dos músculos. Como toda proteína, a miosina é constituída por uma seqüência linear de subunidades chamadas de aminoácidos. No caso

“A proteína chamada miosina é o micromotor que causa a contração dos músculos. Foram necessários dez anos de trabalho para deduzir a posição precisa de cada uma das 1.157 peças que compõem esse micromotor.”

desse motor existem 1.157 desses aminoácidos, cada um composto por 10 a 20 átomos.

Foram necessários 10 anos de trabalho para deduzir a posição precisa de cada uma dessas 1.157 peças que compõem esse micromotor. O resultado é fascinante, pois permite que se comece a pensar como um motor biológico funciona (ver figura).

Antes desse trabalho, os cientistas conheciam somente as características dos motores biológicos, mas não tinham nenhuma idéia do mecanismo molecular responsável por seu funcionamento. Conhecia-se a potência desenvolvida, o consumo de combustível e sabia-se que, aumentando a injeção de combustível,

rodava mais rápido. Mas o motor era uma caixa preta, desconhecia-se seus componentes (velas, cilindros, válvulas de injeção, fios etc.) e sua organização.

Com a elucidação da estrutura da miosina passamos a saber quais as peças que compõem o motor e como elas se relacionam (descobrimos que as válvulas estão nos cilindros, que um fio liga a bobina às velas etc.). Apesar desse enorme progresso, continuamos sem saber como as diversas peças se movimentam durante o funcionamento cíclico do motor. Infelizmente a técnica utilizada para descobrir a estrutura da molécula da miosina fornece somente uma imagem ‘congelada’, como se examinássemos um motor parado. Fica difícil deduzir se naquele momento, ‘congelado’ no tempo, o cilindro estava subindo ou descendo.

Essas novas informações vão estimular as pesquisas nessa área. Nos próximos anos teremos modelos detalhados de como micromotores transformam a energia química do ATP em força e movimento.

Há muito tempo se sabe que os motores desenvolvidos pela natureza são muito mais eficientes que os construídos pelo homem. Nos motores de automóvel grande parte da energia química presente no combustível é perdida em forma de calor ou por combustão incompleta. Conhecendo o mecanismo molecular utilizado pelos seres vivos para fazer essa conversão de energia, poderemos construir motores melhores?

* *Science*, vol. 261, p. 50 (1993).

Fernando Reinach

*Departamento de Bioquímica,
Instituto de Química – USP.*

'Alta costura' em Química

Químicos atuam como estilistas de cristais

As crianças brincam com o 'Lego' ou com outros jogos de encaixe para montar trens, armar animais, fazer construções etc., e agora são imitadas pelos químicos que estudam a preparação de redes de moléculas com o intuito de ordená-las de acordo com sua vontade. São verdadeiros *designers* de sólidos.

Até recentemente eles tinham se ocupado apenas em preparar as bases da construção do mundo material, que são as moléculas, sem quase nenhum controle sobre os processos moleculares.

Hoje, há vários grupos no mundo que procuram agrupar moléculas em blocos especialmente projetados para se encaixarem uns nos outros, formando estruturas maiores com uma arquitetura predeterminada.

O objetivo é projetar a síntese de um material com certa periodicidade, como a dos cristais por exemplo, numa escala nanométrica. Seriam redes moleculares de tamanhos indefinidos, podendo-se variar as propriedades, tais como o espaçamento entre as moléculas e a natureza química dos membros da rede.

J. Fraser Stoddart, da Universidade de Birmingham (Inglaterra), afirma que a construção dessas estruturas pode abrir novos campos na química e na ciência dos materiais. A importância desse trabalho está na possibilidade de se predeterminar propriedades específicas nos materiais, desenhando-se suas estruturas cristalinas a partir das moléculas. Determina-se assim se a substância se comportará como um cristal óptico não-linear, se ela será semicondutora ou isolante, e se seus interstícios favorecerão certas reações químicas particulares.

O engenheiro molecular Jeffrey Moore, da Universidade de Michigan (EUA), afirma que a estratégia é sintetizar os 'módulos' ou 'unidades modulares' de tal maneira que suas propriedades químicas e físicas ditem um protocolo de 'montagem programada'. A característica de cada unidade é definir as

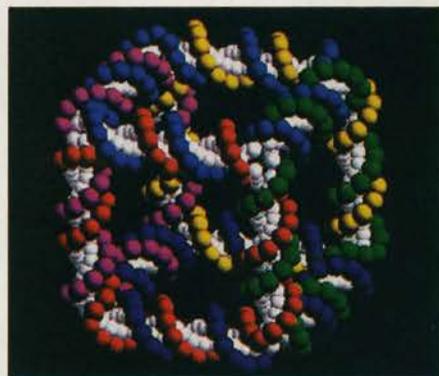
atrações intermoleculares fracas – eletrostáticas, van der Waals e forças de ligação com íon hidrogênio – entre ela e seus vizinhos, de modo a se ordenarem espontaneamente em uma estrutura maior com o espaçamento e a geometria desejada.

Moore está convencido de que, aprendendo a construção molecular, poderá um dia passar da montagem em pequena escala para a construção em grande escala, mas ele sabe que os obstáculos a superar são muitos. O cálculo das forças intermoleculares de atração e repulsão é extremamente complexo. A menor perturbação, uma pequena variação de temperatura, por exemplo, pode levar a tipos de estruturas totalmente diferentes das previstas.

Agrupar inúmeras moléculas para formar uma rede pode levar ao que é chamado de 'andaime molecular' em escala nanométrica. Como os andaimes em volta dos edifícios, a importância de um andaime molecular é dada não pelo que ele é, mas pelo que ele protege ou abriga.

Na reunião da Sociedade Americana de Química em Denver (EUA), Moore apresentou seu trabalho sobre andaimes tridimensionais: uma rede molecular que serviria como base para moléculas catalíticas (que modificam a velocidade da reação) e fotossintéticas (responsáveis pela captura de energia no processo de fotossíntese), que freqüentemente funcionam melhor quando abrigadas em nichos definidos ou ordenadas com uma geometria específica.

Essa rede tem componentes simples, mas usando ligações covalentes fortes (os átomos compartilham elétrons) e interações fracas de íons hidrogênio (chamadas de pontes de hidrogênio), Moore consegue preparar seqüências dos componentes em uma distribuição especificamente projetada. Pode assim obter andaimes moleculares que abrigam uma série de diferentes catalizadores, criando dessa maneira uma indústria química em miniatura (com as moléculas catalíticas), ou



ADN, um andaime molecular em forma de cubo.

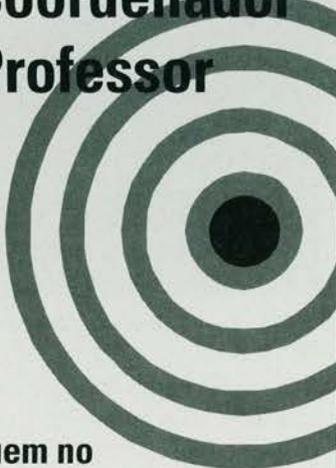
dispositivos fotossensíveis (com as fotossintéticas) que podem estocar e processar informações de *lasers*.

Para esse fim, Moore e seus colegas trabalham ligando subunidades, chamadas fenilacetileno, em seqüências (ou oligômeros) de vários comprimentos, que podem ser dobradas ou torcidas como arames de escultura, até que suas extremidades se encontrem para formar moléculas poliédricas fechadas. Já foram obtidos cristais que podem ser segurados na mão.

Foi vendo seu filho brincar com jogos de encaixe que, em 1986, Josef Michl, da Universidade do Texas (EUA), e seus colegas começaram a projetar ferramentas moleculares compostas de hastes e conectores, com regiões de cargas positivas e negativas, cuja interação levava a produzir geometrias específicas. Eles acharam que em condições determinadas há uma reação de ligação covalente produzindo estruturas supramoleculares mais fortes. É um primeiro passo para a formação de redes moleculares, partículas catalíticas e outros sólidos.

Michl, que está agora na Universidade do Colorado em Boulder (EUA), espera construir redes bidimensionais que possam ser úteis nos processos de separação na indústria química. Entretanto ele sonha mais alto: empilhando cada rede como uma camada padrão que servisse de suporte para a próxima, obterá uma estrutura

Sr. Reitor
Sr. Vice-Reitor
Sr. Pró-Reitor
Sr. Diretor
Sr. Coordenador
Sr. Professor



**Publiquem no
 Jornal da Ciência Hoje
 seus editais de concurso
 de professor e de interesse
 da comunidade científica.**

**Por duas razões:
 sai muito mais barato; e
 o público-alvo é atingido
 em cheio.**

**Ligue agora mesmo:
 (021)295 4846**

**Editais mais econômico e
 tiro-e-queda
 é no Jornal da Ciência Hoje,
 o jornal do cientista no
 Brasil.**

tridimensional ordenada, podendo controlar a composição química de cada camada. Seria a base para construções mais exóticas, como por exemplo um compacto acelerador de partículas. Com efeito, um cristal projetado com camadas de campos elétricos alternados pode gerar uma série de pequenos impulsos num elétron que o atravessa, criando assim um acelerador num cristal.

Enquanto Michl sonha com um acelerador, Stoddart e seus colegas seguem um caminho diferente, sintetizando uma variedade de blocos moleculares, com química de covalência. As interações não-covalentes, como ligações hidrogênicas ou atração e repulsão eletrostáticas, levam esses blocos a se agruparem espontaneamente em arranjos moleculares maiores, que em seguida são fusionados através de reações químicas para produzir um conjunto de ligações covalentes fortes. Ao contrário das redes rígidas de Michl, as construções que Stoddart prevê são de partes móveis, tais como anéis entrelaçados, e esferas moleculares móveis. Isto permite a um anel (de éter por exemplo), enrolado em torno de uma haste molecular (como piridina), pular de um lugar para outro. Mais recentemente, os químicos substituíram as hastes por fios em forma de 'S'. Com essa idéia posta em prática, Stoddart espera poder construir nada menos que computadores moleculares, em que um conjunto de 'nanoswitches' pulando de um lugar a outro, se comportaria como um circuito integrado de um *chip* semiconductor.

Outros pesquisadores procuram trabalhar com montagens menores, compostas de milhares de peças moleculares, mas não maiores que proteínas ou vírus.

O químico Nadrian Seeman, da Universidade de Nova Iorque (EUA), e seus colegas estiveram desenvolvendo um andaime molecular usando o ADN (ácido desoxirribonucleico) como vigas, e que pode ser construído de vários tamanhos e com diversas ramificações. As seqüências dos blocos de construção – os nucleotídeos – podem ser usadas como ferramentas para a montagem, pois as seqüências complementares, de outras cadeias de ADN, se reconhecem e se ligam entre si. É como se existissem colas específicas para cada parte que se quer ligar.

Os pesquisadores conseguiram assim construir um cubo de ADN partindo de segmentos torcidos e entrelaçados. Para fazer o cubo, usaram a especificidade da seqüência – a 'cola específica' – para entrelaçar seis componentes de ADN, cada um formando uma face do cubo.

Um dos objetivos do trabalho é desenvolver materiais que permitam ordenar em redes cristalinas moléculas não cristalizáveis, tais como as membranas proteicas. Construindo nichos tridimensionais de ADN, cada célula está apta a hospedar uma molécula não cristalizável. O resultado seria um arranjo regular de moléculas abrindo um caminho para a análise por difração de raios X.

Seeman também sugere que a estrutura do ADN pode servir de moldura para a montagem de outras moléculas em arquiteturas complexas, sendo depois desmanchada. Nesse caso o ADN serviria de suporte para armar uma outra estrutura.

Além de seguir os exemplos das construções com Legos e jogos de encaixe, outros pesquisadores armaram seus próprios modelos. James West, da Universidade de Montreal (Canadá), e seus colegas, por exemplo, estão desenvolvendo o que chamam de 'tectônica molecular' (do grego que significa construção). Eles preparam blocos de construção de várias formas, a partir de ingredientes químicos simples, e deixam que a ação das ligações hidrogênicas os agrupem em cristais.

Fagan e Michael Ward, que recentemente foi para a Universidade de Wisconsin (EUA), almejam projetar cristais artificiais nos quais as interações eletrostáticas e as ligações hidrogênicas atuam agrupando os componentes dos cristais em pilares, que conduziriam eletricidade como minúsculos fios moleculares ou formariam novos materiais magnéticos.

Até os pesquisadores das *buckyballs* (fulerenos) estão entrando no terreno dos 'andaimos moleculares'. A pesquisa nesse campo pode adquirir grande importância no futuro, mas por enquanto os cientistas ainda estão engatinhando. É difícil prever qual será o caminho mais adequado para a 'indústria' da construção molecular.

Science, vol. 260, p. 753 (1993).

Micheline Nussenzveig
 Ciência Hoje, Rio de Janeiro.

A única revista
de divulgação científica para crianças

CIÊNCIA HOJE

das crianças



jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos

UMA PUBLICAÇÃO
SB
PC

Ceras foliares

Possível defesa contra saúvas

As saúvas pertencem ao gênero *Atta* e representam uma das mais sérias pragas para a agricultura neotropical. Elas estão entre os insetos sociais mais avançados e vivem em grandes formigueiros subterrâneos. Uma única rainha deposita ovos ao longo de toda a vida da colônia (que pode chegar a 18 anos), dos quais originam-se indivíduos reprodutores (içás ou tanajuras e bitus), soldados, jardineiras e cortadeiras.

As cortadeiras são especializadas em localizar recursos vegetais adequados, cortar suas folhas e transportar os fragmentos para a colônia, onde as jardineiras os preparam, inoculando-lhes fungos que vivem em associação mutualística (isto é, mutuamente benéfica) com as saúvas. As formigas não comem as folhas cortadas, mas os fungos cultivados, cujas hifas (filamentos que constituem os fungos) nutrem-se de material vegetal e chegam a constituir enormes micélios (emaranhado de hifas) subterrâneos (ver 'Formigas cortadeiras: a linguagem dos odores', em *Ciência Hoje* nº 35). Apenas a seiva vegetal, exsudada durante o corte das folhas, pode ser ingerida pelas formigas.

Vários experimentos demonstraram que as saúvas não coletam folhas aleatoriamente. Algumas espécies vegetais apresentam substâncias que, comprovadamente, repelem as saúvas e, dessa maneira, conferem proteção à planta. Algumas dessas substâncias também são tóxicas para o fungo. Como a simbiose saúva/fungo é obrigatória – isto é, um não pode sobreviver sem o outro –, é lícito supor-se que, ao longo do processo evolutivo, as saúvas tenham fixado o comportamento de reconhecer e evitar plantas dotadas de componentes antifúngicos.

Das várias espécies de saúva encontradas no cerrado, *Atta sexdens rubropilosa*, conhecida popularmente como 'saúva-limão', é a melhor estudada em termos de sua ecologia. Trabalhos desenvolvidos por Leopoldo Magno Coutinho, do Instituto de

Biociências da Universidade de São Paulo (USP), sugerem que essas formigas desempenham importante papel na reciclagem de nutrientes do solo, beneficiando as espécies vegetais dotadas de sistemas subterrâneos profundos (ver 'Fogo x Cerrado', em *Ciência Hoje*, nº 68).

Entre as plantas do cerrado, algumas são coletadas com maior intensidade, ao longo do ano inteiro, como *Hancornia speciosa* e *Kielmeyera coriacea*. Outras são coletadas apenas em certas épocas do ano, como é o caso de *Caryocar brasiliensis*, e outras são evitadas permanentemente, como *Byrsonima intermedia* e *Erythroxylum suberosum*.

Todas as plantas terrestres possuem na superfície foliar várias camadas de material hidrofóbico, isto é, impermeável à água, que constituem a cutícula. Sua função é proteger a planta contra os efeitos dessecantes do ar e do sol. A última camada cuticular é formada por uma cera, complexa mistura de substâncias que se pode extrair da folha por imersões rápidas em solvente orgânico.

Além de contribuir para reduzir a perda de água pelas folhas e refletir radiações eletromagnéticas nocivas para o material genético da planta, tem-se verificado que as ceras foliares desempenham papel importante nas relações entre plantas e insetos fitófagos (ou seja, que se alimentam de vegetais). Em relação às formigas cortadeiras, observou-se que, em alguns casos, as jardineiras raspam ativamente a superfície dos fragmentos foliares antes de incorporá-los ao jardim de fungos.

O Departamento de Ecologia Geral do Instituto de Biociências da USP mantém em seu laboratório várias colônias de *A. sexdens rubropilosa*. Essas colônias vêm sendo usadas no desenvolvimento de um projeto que visa avaliar a influência das ceras foliares de plantas do cerrado na atividade forrageira (isto é, de coleta de folhas) da saúva.

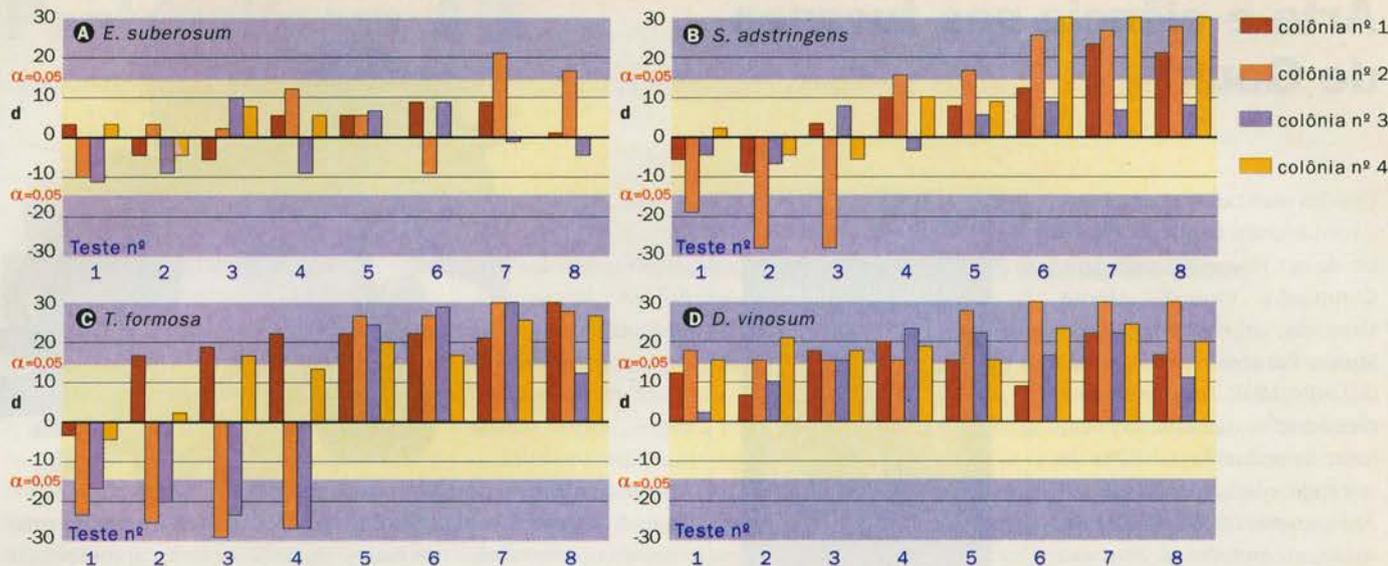
A cera é extraída através de três

imersões das folhas em clorofórmio, cada uma com duração não superior a 30 segundos. Desta forma se evita a extração de outras substâncias, contidas nos tecidos internos da folha. Após a eliminação do solvente, realizada por destilação sob pressão reduzida, o resíduo obtido constitui a cera foliar, que é novamente dissolvida em clorofórmio e usada para impregnar, na concentração 0,5%-0,6%, flocos de milho sem açúcar.

Cada colônia possui um compartimento destinado à oferta de folhas frescas às formigas. É nesse local que se realizam os testes: dispõem-se aleatoriamente 100 fragmentos de flocos de milho, sendo 50 impregnados com cera (fragmentos-teste) e 50 apenas lavados em clorofórmio (fragmentos-controle). O experimento é encerrado no momento em que o trigésimo fragmento, não importa de que categoria (teste ou controle), for coletado.

Testes estatísticos estabeleceram como significativa, ao nível de 95% de confiança, uma diferença entre os fragmentos-teste e os fragmentos-controle igual ou superior a 14. Dessa forma, considera-se que, num determinado ensaio, houve uma significativa preferência pelos fragmentos com cera se, ao mesmo tempo em que se coletaram 16 fragmentos desprovidos de cera, um total de 30 fragmentos com cera tenham sido coletados pelas formigas. De maneira análoga, considera-se que houve rejeição dos fragmentos com cera se a diferença entre estes e os fragmentos sem cera for igual ou superior a 14.

A figura mostra, sob a forma de gráficos, os resultados obtidos em ensaios com ceras de quatro plantas lenhosas do cerrado. Cada uma exemplifica um aspecto diferente do comportamento das saúvas, observado nos nossos experimentos, que abrangem nove plantas. Na figura, verifica-se que, de modo geral, a cera de *Erythroxylum suberosum* St.-Hil. (A) não se mostra nem atrativa nem repelente para as formigas, pois as diferenças entre os



Diferenças (d) entre o número de fragmentos de flocos de milho - controle e fragmentos impregnados com cera, coletados por formigas da espécie *Atta sexdens rubropilosa* (Forel, 1908). Os testes compreendem a oferta simultânea e a disposição aleatória dos fragmentos-teste e controle, e se encerra quando o trigésimo fragmento de uma ou de outra categoria é coletado. A linha correspondente a $\alpha = 0,05$ equivale a $d = 14$ e indica uma significância estatística ao nível de 95% de confiança. Valores positivos correspondem à rejeição dos grânulos contendo cera, e valores negativos indicam preferência. (a) *Erythroxylum suberosum* St. -Hil.; (b) *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov.; (c) *Tocoyena formosa* (Cham. & Schl.) K. Shum.; (d) *Didymopanax vinosum* E. March.

fragmentos controle e fragmentos-teste (d) oscilam entre as faixas de significância (0,05) para repelência ou preferência.

Com a cera de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Cov., os resultados são mais interessantes. Observa-se que, nos primeiros ensaios, ou não há preferência nem rejeição pelos grânulos-teste, ou eles são preferidos, dependendo da colônia. No entanto, à medida que os testes se sucedem, nota-se uma crescente rejeição dos fragmentos com cera por parte das formigas de todas as colônias. Tal tendência é mais acentuada no caso de *Tocoyena formosa* (Cham. & Scxhl.) K. Shum. (c). Esse fenômeno, já observado em laboratório em testes com outros componentes de plantas, denomina-se rejeição tardia. Ele indica que, ao chegar ao micélio, o material passa por um 'controle de qualidade' que decide sobre a continuidade ou não de sua coleta.

Em experimentos anteriores, verificamos que as folhas frescas de algumas espécies, como *Byrsonima intermedia* e *Caryocar brasiliensis*, embora coletadas pelas formigas forrageiras, eram depositadas nas panelas de lixo das colônias, o que reforça a idéia da existência de algum tipo de triagem do material recebido, antes de sua incorporação ao micélio. Em relação aos ensaios com a cera de

Didymopanax vinosum E. March (d), em geral verifica-se que, já nos primeiros testes, ocorre significativa rejeição dos grânulos com cera.

Como se vê, os resultados obtidos até o momento mostram que as ceras das diversas plantas do cerrado investigadas não influenciam igualmente a atividade forrageira de *A. sexdens rubropilosa*.

Em princípio, poderíamos imaginar que a repelência às vezes imposta pelas ceras fosse o resultado de propriedades hidrofóbicas, o que dificultaria a penetração das hifas para o interior dos tecidos dos fragmentos foliares, justificando assim o comportamento às vezes exibidos pelas jardineiras de raspar as superfícies foliares. Entretanto, uma vez que as ceras de plantas diferentes determinam comportamentos de coleta diferentes na saúva, e não havendo razões para supor que as ceras apresentem diferenças substanciais em termos de caráter hidrofóbico, deve-se concluir que outros fatores, além dos aspectos físicos da hidrofobicidade, atuam na seleção do material.

Nem sempre as espécies vegetais rejeitadas em campo apresentam ceras com ação repelente sobre as saúvas. Deve haver outros componentes das folhas responsáveis por sua aceitação ou não pelas saúvas. No entanto, ceras de espécies

preferidas, como *Aspidosperma tomentosum* e *Kielmeyera coriacea*, apenas raramente deflagram comportamentos de rejeição.

A figura mostra também que o comportamento forrageiro em relação aos fragmentos-teste e aos fragmentos-controle não é uniforme entre as colônias. Levando-se em conta que as quatro colônias experimentais têm a mesma idade e foram submetidas aos mesmos testes simultaneamente, é provável que diferenças genéticas entre as colônias estejam envolvidas na seleção de substrato.

Os resultados deste estudo não permitem decidir se a eventual repelência determinada pelas ceras foliares é devida à presença de compostos que seriam indicadores da existência de fatores tóxicos nos tecidos internos das folhas. Tais fatores, se comprovados, justificariam o comportamento de rejeição das formigas. De qualquer forma, o estudo acena com a possibilidade da descoberta de compostos úteis para o controle da ação das saúvas.

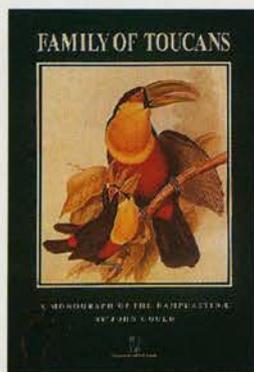
**Regina Lucia Sugayama
Antônio Salatino**

*Instituto de Biociências,
Universidade de São Paulo.*

Arte e ciência nos tucanos de Gould

Um dos mais belos exemplares da ornitografia neotropical acaba de ser resgatado pela Jari-Companhia Florestal Monte Dourado, em convênio com o Museu Paraense Emílio Goeldi/CNPq/MCT. Trata-se de uma reprodução fac-similar (em formato reduzido 1:1,826) da segunda edição do clássico *A Monograph of the Ramphastidae or Family of Toucans* (*Uma monografia da Ramphastidae ou família dos tucanos*), do inglês John Gould, originalmente publicado em Londres, em 1854. O livro contém alguns dos desenhos mais lindos já editados da fauna do Brasil e de países vizinhos.

O volume é uma deslumbrante obra de arte, ao mesmo tempo que representa o melhor



FAMILY OF TOUCANS. A MONOGRAPH OF THE RAMPHASTIDAE, por John Gould. Jari-Cia. Florestal Monte Dourado/Museu Paraense Emílio Goeldi/Ministério de Ciência e Tecnologia, 1992, 160 p.



nível acadêmico possível nos meados do século XIX. Gould reuniu no livro dados dos mais importantes viajantes e naturalistas, inclusive de Humboldt, do príncipe Maximilian zu Wied, de Waterton e Edwards, além das informações de Azara sobre os hábitos, dieta, classificação e reprodução dos tucanos, arçarís e afins. Encomendou um anexo do livro sobre a anatomia do grupo a Sir Richard Owen, renomado anatomista

da época.

Gould inclui também uma sucinta e bem argumentada classificação dos tucanos e afins, propondo três gêneros novos (*Selenidera*, *Andígena* e *Aulacorhynchus*), reconhecidos ainda hoje. O desenhista visitou museus de Paris, Viena, Leiden, Munique e Berlim para examinar espécimes não disponíveis nas coleções de Londres. Embora nunca tenha visitado as terras nativas dos

NÓS APOIAMOS A CIÊNCIA HOJE

CIÊNCIA HOJE



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



EDUCAÇÃO PARA O BRASIL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ



OBSERVATÓRIO NACIONAL



UNICAMP



Laboratório Nacional de Computação Científica



CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF

tucanos no Novo Mundo, fez questão de observar as aves vivas que chegaram ao zoológico de Londres e viu cinco espécimes diferentes de tucanos em cativeiro em 1853.

John Gould nasceu na costa sudoeste da Inglaterra em 1804, filho de um jardineiro da corte inglesa. Treinou como taxidermista e em 1827 foi contratado como conservador pela Sociedade Zoológica de Londres. Sua vida mudou ao conhecer e, em 1829, casar-se com Elizabeth Owen, talentosa pintora. Junto com a esposa e o famoso artista Edward Lear, Gould embarcou numa carreira de ilustração de livros sobre aves (principalmente) e mamíferos, com pranchas coloridas à mão, que significa para os interessados em zoologia um dos seus legados mais belos. Ao morrer, em 1881, havia produzido 40 volumes com quase três mil pranchas coloridas à mão. Além do trabalho sobre tucanos, produziu volumes sobre surucuás, beija-flores, as aves da Grã-Bretanha, da Europa e do Himalaia. Fez uma importante expedição à Austrália e, como resultado, publicou sete volumes sobre as aves e quatro sobre os mamíferos dessa ilha-continente.

A cópia da monografia sobre tucanos reproduzida pela Jari pertence ao acervo de obras raras do Museu Paraense Emílio Goeldi de Belém. A edição original teve apenas 250 cópias. Em virtude da sua raridade e extrema beleza, seu lançamento em nova edição é um evento dos mais importantes, tanto para a ciência ornitológica como para a arte.

David C. Oren

Museu Paraense Emílio Goeldi/
CNPq.

A realidade garimpeira na Amazônia

Em 1984, o antropólogo inglês do Centro de Estudos Latino-americanos da Universidade Cambridge, David Cleary chegou ao Brasil com um projeto para escrever sobre a migração rural-urbana no Maranhão. Entretanto, surpreso com a dimensão e a importância da corrida do ouro, e ao verificar que apesar disso pouco havia sido escrito por cientistas sociais sobre a história da garimpagem no Brasil, ele decidiu escrever sobre garimpos, o setor informal de mineração de ouro.

Depois de dois anos de pesquisa e coleta de material na Amazônia, Cleary publicou *Anatomy of the Amazon gold rush* na Inglaterra e nos EUA. Agora a tradução está sendo lançada no Brasil, com o título de *A Garimpagem de Ouro na Amazônia: uma abordagem antropológica*.

No livro, ele descreve e analisa a realidade garimpeira para que o leitor sinta e compreenda essa realidade não somente através de suas palavras, mas também através da fala dos próprios garimpeiros, técnicos, políticos e outros tantos que participam dessa atividade. O livro começa com uma tentativa de estimar a dimensão da garimpagem e uma descrição da enorme escala da contemporânea corrida do ouro na Amazônia. Depois, segue-se um estudo das técnicas de mineração, uma vez que para se entender a organização social da extração do ouro é indispensável conhecer como o ouro é trabalhado.

O autor toma o Gurupi (MA) como um exemplo de uma

longa tradição da garimpagem na Amazônia, traçando suas origens desde as comunidades de escravos fugitivos, no começo do século XIX, e chegando até os dias de hoje.



DIÁLOGOS SOBRE ECOLOGIA, CIÊNCIA E POLÍTICA. Editor César Benjamin. Rio de Janeiro, Nova Fronteira/Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ, 1993. 200pp.

Isso também serve como material de suporte para os quatro capítulos seguintes, que se baseiam na etnografia do Gurupi e tratam da formação dos campos de mineração, de sua estrutura social e econômica e das relações sociais que lá acontecem. Os três capítulos finais tratam detalhadamente da corrida do ouro na Amazônia num contexto mais amplo, examinando o relacionamento entre a garimpagem, o Estado brasileiro e as companhias de mineração.

Para Cleary, "o importante é que o trabalho de campo e a análise posterior sirvam como uma maneira não só de iluminar a vida dos 'antropologizados' (no caso os garimpeiros) mas também de canalizar as vozes deles. Uma vez que essas vozes são ouvidas na sociedade mais ampla, um diálogo é possível. Neste sentido,

o livro pode contribuir num futuro em que a percepção do garimpeiro pela sociedade brasileira e a elaboração de políticas públicas se baseiem não em estereótipos, mas numa compreensão realista de que é o garimpeiro, o tipo de trabalho que ele faz, como ele se organiza, as necessidades que ele tem, e, é claro, os problemas que sua atividade pode gerar".

Pela atualidade e importância socioeconômica da garimpagem, esse livro será útil para estudantes e profissionais de várias áreas de ciências humanas, e torna-se leitura obrigatória para os ambientalistas, geólogos e mineradores, enfim pessoas que se interessam pela ocupação da Amazônia em geral e pelas conseqüências ambientais e sanitárias da garimpagem, em particular.

O trabalho de tradução e de edição ficou a cargo do Laboratório de Radioisótopos Eduardo Penna Franca do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho; do Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde - Nutes; e da Gráfica, todos da UFRJ. Nos últimos oito anos, o Laboratório de Radioisótopos vem investigando as conseqüências ambientais da garimpagem na Amazônia e tem expandido seus interesses para uma abordagem mais ampla sobre a questão, incluindo os aspectos sociais e sanitários desta atividade.

Olaf Malm

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

* Os exemplares podem ser obtidos através do próprio Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho/UFRJ. Tel.: (021) 590-7147, com o prof. Olaf Malm.

Línguas Indígenas

500 ANOS DE DESCOBERTAS E PERDAS

Aryon Dall'Igna Rodrigues
Universidade de Brasília

A América do Sul é um continente praticamente isolado. Não é uma ilha como a Austrália, mas uma península, ligada à América Central e à do Norte apenas pelo istmo do Panamá e separada dos demais continentes pelos dois maiores oceanos; no extremo sul tem como vizinha a inabitada Antártida. Seu povoamento pré-histórico se deu essencialmente pela estreita passagem do istmo do Panamá. Esta, ao mesmo tempo que permitiu o acesso de sucessivas migrações para o interior da América do Sul, dificultou movimentos de refluxo, contribuindo para o isolamento dos imigrantes que, em sua maioria, aqui permaneceram sem contato com os habitantes das Américas Central e do Norte, nem com os dos demais continentes. Uma vez na América do Sul, essas populações foram progressivamente ocupando os amplos espaços que lhes eram oferecidos e se adaptando aos novos ambientes, enquanto se diferenciavam cultural e lingüisticamente.

Antiguidade do povoamento da América do Sul

O tempo decorrido desde o povoamento da América do Sul até a chegada dos primeiros europeus, no fim do século XV, ainda não é conhecido. As indicações mais diretas desse tempo provêm dos achados arqueológicos, mas os arqueólogos se dividem a esse respeito. Aceitar que a primeira entrada do homem nas Américas ocorreu 12 mil anos antes do presente – datação dos achados mais antigos de restos humanos na América do Norte – implica que as primeiras migrações para a América do Sul foram mais tardias.

Contra essa expectativa, arqueólogos têm obtido na América do Sul, nos últimos anos, datações de artefatos cuja profundidade temporal (antiguidade calculada em relação ao presente) ultrapassa de duas a três vezes os achados da América do Norte. Mas mesmo se nos ativermos à profundidade temporal de 12 mil anos

para a América do Norte, devemos considerar que a ocupação da América do Sul começou há mais de 10 mil anos: os restos humanos dos sítios arqueológicos de Tequendama, na Colômbia, têm perto de 11 mil anos, e as datações radiométricas de esqueletos humanos das grutas de Lagoa Santa (MG) aproximam-se de 12 mil anos.

Não se pode saber quantas línguas entraram sucessivamente neste continente, mas é certo que aqui elas tiveram muito tempo para diferenciar-se e multiplicar-se. Por outra parte, foram diferenciando-se mais e mais das línguas da América do Norte e das dos outros continentes, seja pela alteração ou perda de propriedades lingüísticas antes comuns, seja pelo desenvolvimento de novas propriedades, seja, ainda, por não participarem de inovações ocorridas mais recentemente nessas outras línguas. Por outro lado, foram diferenciando-se também entre si e multiplicando-se, em conseqüência do crescimento demográfico e da dispersão das populações.

Os principais fatores de diferenciação lingüística são o tempo e o distanciamento social. Esses dois fatores são responsáveis também pela diferenciação cultural, a qual, por sua vez, constitui um terceiro fator de diferenciação lingüística.

O isolamento quase completo da América do Sul durante todo o longo tempo de sua ocupação humana até o fim do século XV, se não impediu completamente, pelo menos reduziu bastante a possibilidade de difusão para outros continentes de propriedades lingüísticas que se tenham desenvolvido em línguas deste continente. Por isso, deve esperar-se encontrar nas línguas sul-americanas propriedades lingüísticas ou combinações de propriedades inexistentes em outras partes do mundo. No plano lingüístico, a América do Sul pode ser comparada à Austrália, como área isolada de importância crítica. Cada língua indígena sul-americana pode apresentar fenômenos ainda desconhecidos, na fonologia, na gramática ou na organização do discurso.

As línguas documentadas no Brasil Colônia

No século XVI, a distribuição das línguas indígenas nas áreas de penetração eu-

ropéia, na parte da América do Sul hoje correspondente ao Brasil, não favoreceu o conhecimento da diversidade lingüística. Uma só língua, o Tupinambá (Tupí Antigo), dominava quase inteiramente a extensa costa, de nordeste a sudeste, com leves variações dialetais. Esse fato levou tanto os franceses quanto os portugueses a procurarem aprender só essa língua, altamente funcional para os que pretendiam extrair o pau-brasil e estabelecer-se: aprendida num ponto do litoral, permitia a comunicação em todos os outros. As línguas minoritárias em relação ao Tupinambá não foram, por isso, objeto de maior atenção.

Até o fim do século XVIII tinham sido publicadas pelos portugueses duas gramáticas e dois catecismos em Tupinambá, além de observações gramaticais, textos e palavras dessa língua em obras francesas, e uma gramática e dois catecismos em Karirí, língua do interior da Bahia e do Sergipe. Inéditos que não se perderam incluem um dicionário e outros documentos em Tupinambá e um catecismo na língua amazônica Manau, além de muitos documentos sobre a Língua Geral Amazônica e um sobre a Língua Geral Paulista (duas formas do Tupí Antigo assumidas no uso dos mestiços).

Perderam-se, entretanto, muitos escritos, como os dicionários das línguas Maromimim (ou Guarulho) e Karirí e os catecismos em sete línguas amazônicas feitos pelo padre Antônio Vieira. Em resumo, dos primeiros três séculos da colonização do Brasil só nos ficaram documentos sobre três línguas nativas: Tupinambá, Karirí e Manau. A colonização espanhola promoveu também o conhecimento do Guaraní Antigo, parente próximo do Tupinambá, no noroeste do atual estado brasileiro do Paraná.

A originalidade das línguas

Tanto a língua Tupinambá (e o Guaraní Antigo) como a língua Karirí revelaram, já nas descrições feitas nos séculos XVI (Anchieta para o Tupinambá) e XVII (Figueira para o Tupinambá, Ruíz de Montoya para o Guaraní Antigo e Mamiani para o Karirí), fenômenos lingüísticos extraordinários.

Descrevendo o Tupinambá, Anchieta

foi um dos primeiros gramáticos a expor claramente a distinção entre pronomes inclusivos e exclusivos, a expressão de tempo em nomes e as conseqüências sintáticas de topicalização de sintagmas adverbiais (ver 'Algumas descobertas'), bem como a incorporação de objetos nos verbos transitivos – por exemplo, a frase 'eu furo os olhos do papagaio' pode ser expressa de duas maneiras: *aikutúk ayurú resá*, literalmente 'eu furo do-papagaio os-olhos', ou *asesáikutúk ayurú*, 'eu-olhos-furo o-papagaio', com a raiz *esá* 'olhos' incorporada ao verbo transitivo 'furar'.

Anchieta apresentou ainda as mudanças de valência verbal por causativização, reflexivização ou incorporação do objeto. A causativização aumenta a valência, isto é, a capacidade do verbo para associar-se a expressões nominais (*A, B* etc.): *A* dorme (monovalente) → *A* faz *B* dormir (bivalente), *A* mata *B* (bivalente) → *A* faz *B* matar *C* (trivalente). A reflexivização reduz a valência: *A* mata *B* (bivalente) → *A* se mata (monovalente). A incorporação pode reduzir a valência: *A* lança *B* ('anzóis') (bivalente) → *A* anzol-lança (= *A* pesca, monovalente).

Recentemente, foi possível mostrar, com base nas gramáticas de Anchieta e Figueira, que o Tupinambá tinha um sistema pronominal único: a primeira pessoa inclusiva era identificada, com muita coerência, com a terceira pessoa, pois em ambos os casos é neutralizada a oposição pragmática entre falante e ouvinte (figura 1). Em sua gramática Karirí (1699), Mamiani é também um dos primeiros a descrever classificadores numerais e classificadores possessivos, bem como paradigmas nominais possessivos, e mostra que o Karirí não tem verbos ativos (transitivos diretos), mas só neutros (intransitivos) e passivos.

As pesquisas lingüísticas recentes têm revelado fenômenos novos ou raros, tanto na gramática quanto na fonologia de línguas indígenas brasileiras. Alguns desses fenômenos sugerem a necessidade de revisão de certas concepções teóricas.

No âmbito da gramática, pode-se citar alguns exemplos, entre eles a existência de línguas cuja ordem oracional básica tem o objeto em posição inicial. Até a década de 70 só se conheciam línguas em que a ordem básica de orações transitivas

Algumas descobertas

Tanto a língua Tupinambá (e o Guaraní Antigo) como a língua Karirí revelaram, já nas descrições feitas nos séculos XVI e XVII, fenômenos lingüísticos extraordinários. Descrevendo o Tupinambá, Anchieta foi um dos primeiros gramáticos a expor claramente a distinção entre pronome inclusivo (nós = eu e você) e exclusivo (nós = eu e ele): o primeiro inclui o interlocutor, o segundo o exclui.

No sistema pronominal dos Tupinambá, a primeira pessoa inclusiva se identificava com a terceira pessoa e a oposição pragmática entre falante e ouvinte ficava neutralizada (ver tabela). O diagrama de árvore dos prefixos pessoais mostra: 1 = falante; 2 = ouvinte (interlocutor); 3^f = terceira pessoa focal. O significado de cada prefixo decorre da combinação desses três elementos do discurso: + = presente, - = ausente. Quando os dois ramos da árvore confluem, dá-se a neutralização de uma distinção.

Também foi Anchieta quem assinalou nas línguas indígenas a expressão de tempo em nomes (*óka* = casa atual, *ókwama* = futura casa, *ókwera* = antiga casa) e as conseqüências sintáticas da topicalização de sintagmas adverbiais. Neste caso, quando é destacada (topicalizada) a expressão de uma circunstância, a construção da frase em Tupinambá é fortemente alterada. Por exemplo, 'eu cheguei ontem' se diz *awasém kwesé*, mas 'ontem eu cheguei', será *kwesé syé wasémi*: não só o advérbio *kwesé* (ontem),

passa para o início da oração, como em português, mas forma verbal *awasém*, 'eu cheguei', é substituída pela forma *wasémi* precedida pelo pronome *syé*, 'eu'.

Em sua gramática Karirí, Mamiani foi também um dos primeiros a descrever classificadores numerais (os prefixos *kro*, *be-*, *ho-* e *nu-* nos seguintes exemplos: *kro-bibé uché* = 'um [objeto redondo] sol'; *be-bibé pyká* = 'um [objeto de pau] banco'; *ho-bibé dzitú* = 'uma [objeto longo e flexível] corda'; *nu-bibé waridzá* = 'uma [objeto côncavo] boca') e classificadores possessivos (os nomes genéricos *uaprí*, *udjé*, *udé* e *enkí* nos seguintes exemplos: *dz-uaprí do kentí* = 'meu [comida apanhada no mato] mel'; *dz-udjé do ginbé* = 'meu [produto da roça] feijão'; *dz-upodó do murawó* = 'meu [coisa assada] porco'; *bi-enkí do kradzó* = 'minha [animal doméstico] vaca': nessa língua não se pode dizer simplesmente 'meu mel', 'meu feijão', 'meu porco' ou 'minha vaca', mas só recorrendo à classificação desses vegetais, animais e seus produtos em determinadas categorias).

Mamiani mostrou também que o Karirí não tem verbos ativos (transitivos diretos), mas só neutros (intransitivos) e passivos (nessa língua, em vez de "eu bato no cachorro", "você dá uma flecha", "nós matamos uma vaca", diz-se: "é batido o cachorro por mim", "é dada uma flecha por você", "é morta uma vaca por nós").

é: S (sujeito) V (verbo) O (objeto), como no português (o menino joga bola), S-O-V (o menino a bola joga) ou ainda V-O-S (joga a bola o menino). As duas outras ordens matematicamente possíveis, O-V-S (a bola joga o menino) ou O-S-V (a bola o menino joga), estariam excluídas por algum princípio universal da natureza da linguagem. Nos últimos 15 anos foram publicados e analisados dados de várias línguas da Amazônia, talvez a única região em que isso ocorra, em que a ordem básica é O-V-S ou O-S-V.

Um outro fenômeno gramatical é a incorporação ao verbo de posições, o correspondente às preposições do português, que constroem, com os nomes, complementos circunstanciais (de lugar, de tempo, de companhia etc.). Muitas vezes, como ocorre na língua nadêb (família Makú, norte do Amazonas) e na língua Panará (família Jê, Mato Grosso), esse fato altera a função dos termos na oração.

A observação extensiva de línguas dos vários continentes levou à postulação de um princípio universal, segundo o qual as orações são sempre negadas mediante o acréscimo de um elemento negador. Entretanto, nas orações negativas do Karitiána (família Arikém, Rondônia) eliminam-se as especificações dos verbos das orações afirmativas correspondentes: à oração afirmativa *yta-oty-i yn*, 'eu vou tomar banho' (literalmente, 'eu vou banha-r eu') corresponde a negativa *y oty yn*, 'eu n'ao vou tomar banho' (literalmente 'eu banha eu').

Entre os fenômenos fonológicos descobertos recentemente em línguas indígenas do Brasil estão três novas fontes de nasalidade: a compactação vocálica, o silêncio (e, por extensão, a fronteira da palavra), e uma terceira, ainda não esclarecida quanto à sua fisiologia, que produz nasalidade em contato com sons glotais assilábicos, não só o oclusivo e o fricativo glotais (*glides* II de Chomsky e Halle), como já havia sido descoberto também no sudeste da Ásia, mas igualmente os *glides* vocálicos *w* e *y* (*glides* I de Chomsky e Halle). Também constitui um fenômeno recentemente descoberto a ocorrência de segmentos fonológicos complexos, com até três fases de realização fonética, tanto consonantais como vocálicos.

CONTINENTE	PAÍS	SUPERFÍCIE (KM2)	% DA ÁREA DO BRASIL	Nº DE LÍNGUAS	PROJEÇÃO DO Nº DE LÍNGUAS PARA A ÁREA DO BRASIL
África	Camarões	474.900	5,5	267	4.854
	Congo	342.000	4	56	1.400
	Nigéria	923.733	10,8	411	3.085
	Tanzânia	893.704	10,5	126	1.200
Ásia	Birmânia	678.033	8	100	1.250
	Filipinas	338.263	4	160	4.000
	Índia	3.280.483	38	391	1.028
	Indonésia	1.904.335	22,4	663	2.960
	Laos	236.800	2,7	69	2.555
	Tailândia	514.000	6	80	1.333
América Latina	Guatemala	108.889	1,3	53	4.076
	México	1.972.546	23	241	1.047

Projeções para o Brasil do número de línguas indígenas em países da África, Ásia e América Latina.

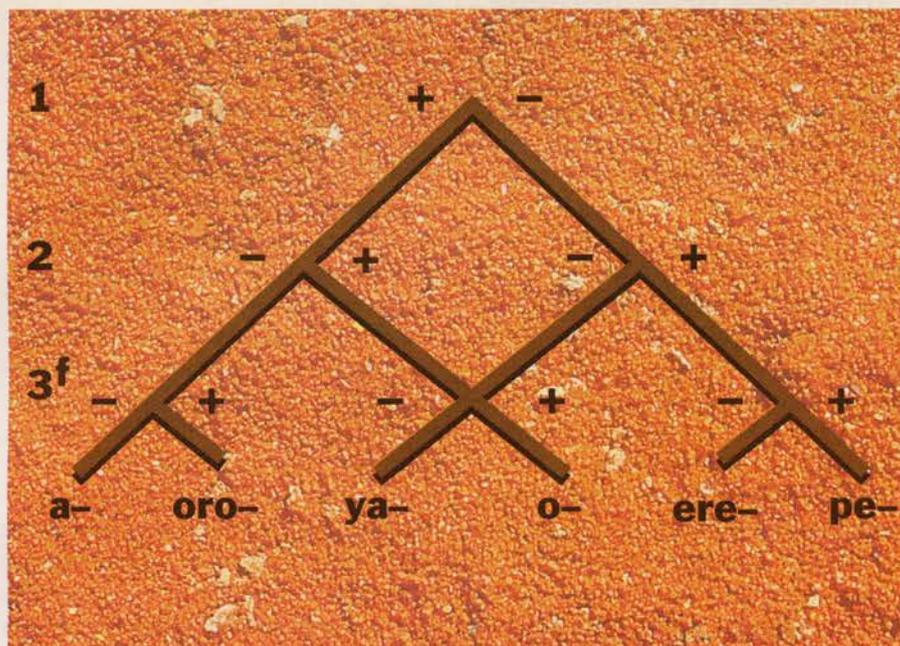


Figura 1. Diagrama de árvore dos prefixos pessoais da língua Tupinambá (baseado em Anchieta 1595, Figueira 1687 e outras fontes). 1 = falante, 2 = interlocutor, 3' = terceira pessoa focal. O significado de cada prefixo decorre da combinação desses três elementos do discurso: + = presente, - = ausente. Na confluência dos dois ramos da árvore neutraliza-se uma distinção. a- = eu; oro- = eu e ELE; ya- = eu e você, ou ele; o- = eu, você e ELE, ou ELE; ere- = você; pe- = você e ELE (ELE = 3ª pessoa focal; ele = 3ª pessoa não-focal).

A que ponto chegara a diversidade lingüística na América do Sul 10 mil anos ou mais após a chegada do homem ao continente? Qual o número de línguas no momento da chegada dos primeiros europeus, no fim do século XV? Embora diversidade lingüística não se equacione necessariamente com número de línguas, as duas questões estão natural e intimamente ligadas. A segunda é mais fácil de abordar, por meio de dois tipos de projeção, que podemos fazer para o território brasileiro.

A primeira projeção toma como amostra o número de línguas registrado em alguma parte do território, quando a influência européia ainda era pequena, e projeta esse número para todo o território. A margem de erro nesse tipo de cálculo pode ser grande, pois qualquer território tem áreas de maior diversidade lingüística do que outras. Para reduzir essa margem de erro, várias amostras, obtidas em diferentes partes do território, devem ser utilizadas para calcular a média das projeções de todas as amostras sobre o território inteiro. No segundo tipo de projeção, projeta-se sobre o território brasileiro a quantidade de línguas encontrada em territórios situados em outros continentes. Este tipo de projeção servirá para contro-

lar e aferir a plausibilidade do primeiro resultado.

A multiplicidade lingüística segundo Cardim

Num pequeno tratado escrito em 1584 e intitulado *Do princípio e origem dos índios do Brasil e de seus costumes, adoração e cerimônias*, o padre Fernão Cardim apresentou uma lista de povos indígenas, que pode servir, de forma preliminar, como primeira amostra da quantidade de línguas em território brasileiro. Ele relaciona 76 'nações de Tapuyas', isto é, 'nações contrárias e inimigas' dos povos da costa, cuja língua, o Tupinambá, era a que os portugueses entendiam.

Cardim informa que a maioria dessas nações Tapuyas tinha línguas diferentes; ao longo da lista, tem o cuidado de indicar quais falam a mesma língua, quais têm línguas diferentes e, em alguns casos, quais, embora tendo línguas diferentes, compreendem as de seus vizinhos. Trata-se de um documento único para o Brasil do século XVI, tanto pela preocupação com a diversidade lingüística, quanto pelo grande número de nações indígenas registradas e pela extensão territorial cober-

ta. Outros autores quinhentistas, como Thevet, Léry e Soares de Sousa, fazem referência a muito poucos povos indígenas.

Não é fácil precisar bem os limites norte e oeste da área coberta pela lista de Cardim, mas é mais provável que, nas duas direções, tendo como referência principal a baía de Todos os Santos, se trate do rio São Francisco. Para o sul, ao longo do litoral, o registro se estende até o Rio de Janeiro. É provável que essa extraordinária lista corresponda mais ao conhecimento dos Tupinambá que ao dos próprios portugueses: os nomes dos diferentes povos ou nações estão escritos na mesma grafia que os jesuítas do século XVI usavam para escrever a língua dos Tupinambá (Quigpé, Aenaguig, Quirigmã), e vários desses nomes são realmente expressões descritivas Tupinambás (*Tucanuçu* – tucanos grandes; *Camuçuyara* – os que têm mamas grandes; *Ibigra-apuajara* – os que têm bordunas aguçadas; *Tapigymirin* – tapuias pequenos etc.). A lista, tomados em consideração os povos que falam uma mesma língua, registra 68 línguas além da dos Tupinambá. Cardim encontrou, portanto, 69 línguas numa área que corresponde aos atuais estados de Sergipe, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro.

Embora não seja certo que a lista de Cardim abranja toda a área daqueles quatro estados, tomaremos como referência suas áreas atuais (exceto no caso da Bahia, da qual ficam excluídas as regiões de além São Francisco), o que corresponde a 550.000 km², ou seja, 6,4% do território brasileiro. Fazendo uma projeção direta do número de línguas achadas na área menor para a área maior, isto é, admitindo que 69 representasse 6,4% do número de línguas existentes em todo o território brasileiro, obtemos um total de 1.078 línguas.

A quem considere que a amostra de Cardim representa uma área com diversidade lingüística particularmente grande, superior ao que seria a média do território brasileiro, a projeção parecerá exagerada. Entretanto, o risco de tratar-se de área superdiversificada é afastado diante do fato de que, para uma grande porção dela, a faixa litorânea desde a foz do São Francisco até o Rio de Janeiro, foi com-

Compactação vocálica no Tapirapé e no Kaingáng

O Proto-Tupí-Guaraní (PTG) é o ancestral das línguas da família Tupí-Guaraní, tal como o latim é o ancestral das línguas da família românica (ou neolatina). Cada uma das vogais posteriores do PTG transformou-se em Tapirapé na vogal de abertura imediatamente maior (mais compacta): **u* em *o*, **o* em *a*; **a*, com abertura máxima da cavidade bucal, transformou-se na vogal nasal *ã*, com ressonância adicional na cavidade nasal, posta em comunicação com *a* bucal pelo abaixamento do véu palatino. Exemplos: **kutuk* → *kotok* (furar); **mono* → *mana* (enviar); **katu* → *kãto* (bom); **poka* → *pakã* (torcer).

Em Kaingáng do Paraná, da família Jê, há uma regra que também se baseia no volume das caixas de ressonância. Em certos contextos gramaticais, algumas palavras com as vogais médias *ô*, *ê* e *ê* mudam estas para as baixas *ò*, *a* e *è* (com maior

capacidade da caixa de ressonância bucal e mais compactas), respectivamente; e palavras com as vogais baixas *ò*, *a* e *è* mudam estas na baixa nasal *ã* (com a capacidade máxima da caixa de ressonância bucal acrescida da caixa de ressonância nasal). Exemplos: *hã* (corpo), *ba têtj* (corpo comprimido); *kuka* (osso), *kukã têtj* (osso comprimido); *vãsô* (ilha), *vãso têtj* (ilha comprimida); *pô* (pedra), *pã têtj* (pedra comprimida); *jãrê* (raiz), *jãrê têtj* (raiz comprimida); *kyfê* (faca), *kyfã têtj* (faca comprimida).

Esse fenômeno, chamado de compactação vocálica porque quanto mais se amplia a caixa de ressonância mais próximas ficam as frequências dos dois primeiros formantes do som vocálico, não é raro. Rara é, entretanto, a produção de vogal nasal por esse meio, até agora só documentado em línguas indígenas brasileiras (além do Kaingáng e do Tapirapé, algumas outras línguas da família Tupí-Guaraní).

putada uma só língua: o Tupinambá. De qualquer forma, 1.078 é o resultado de uma primeira projeção para o número de línguas faladas no território brasileiro pelos povos indígenas, num momento em que a ação européia ainda não produzira efeitos muito fortes.

Línguas na Amazônia central do início do século XVIII

Uma segunda projeção pode ser feita com base numa área do interior da Amazônia, no início do século XVIII, quando a ação colonizadora ali ainda não estava bem estabelecida. Trata-se da área entre os rios Tapajós e Madeira, objeto de um estudo histórico do recém-falecido antropólogo Miguel Menéndez, feito em 1981. Nessa área, Menéndez localizou 61 povos indígenas referidos por cronistas. Os nomes registrados pelos cronistas são dados em parte numa língua Tupí-Guaraní (*Pixunas* – os pretos; *Guaranaguat* – comedores/tomadores de guaraná; *Pyragoât* – comedores de peixe etc.), em parte na língua Mawé (reconhecíveis pelo sufixo pluralizante -riá/-niá/-tiá: *Aitoriã*, *Apanariã*, *Unaniã*, *Optiã* etc.). Não há informações sobre as línguas faladas por

esses povos, mas é provável que vários tivessem línguas em comum.

Nossa hipótese é de que o número de línguas fosse 25% menor que o número de povos relacionados. Utilizaremos, então, o número de 45 línguas para a projeção sobre todo o território brasileiro. A área entre o Tapajós e o Madeira tem cerca de 300.000 km² e a superfície do Brasil é 28,3 vezes maior; proporcionalmente, o território brasileiro comportaria 1.273 línguas.

Seria desejável efetuar outras projeções, a partir de outras áreas geográficas, em momentos em que a influência européia ainda não se fizera sentir amplamente. Se nos limitarmos a essas duas – a de Cardim para o Brasil de leste e a da área entre o Tapajós e o Madeira –, que representam regiões bem distintas e situações diferentes da penetração européia, vamos obter a média aritmética de 1.175 línguas para o Brasil no início da colonização.

Como hoje são faladas apenas cerca de 180 línguas indígenas no Brasil, conclui-se que houve uma perda de cerca de mil línguas, ou seja, de 85%. Esse número pode parecer excessivamente alto para muitos, e levantar a suspeita de que esse

tipo de projeção tende a exagerar o número de línguas na totalidade do território. Entretanto, a comparação com o número de línguas existentes ainda hoje em algumas outras áreas do mundo menos afetadas pela colonização – como a Índia e diversos países africanos – mostra que, ao contrário, esse resultado pode ser até uma subestimação.

A Índia tem hoje 391 línguas num território 2,6 vezes menor que o Brasil (28% do território brasileiro); mantendo-se a mesma proporção, o Brasil poderia ter 1.028 línguas. Na África, o Camerun ou Camarões, tem 267 línguas, num território 18 vezes menor (5,5%), o que corresponderia a 4.854 línguas no Brasil (figura 2). Como se vê, o resultado obtido para o Brasil anterior à colonização, com base nas projeções de Cardim e Miguel Menéndez, não é de modo algum exagerado. É mais provável até que 1.175 seja uma estimativa bastante baixa do número de línguas existentes no Brasil do final do século XV.

Os vazios lingüísticos

Analisando o período entre 1900 e 1957, portanto já em plena República, Darcy Ribeiro apurou que, de um total de 230 povos indígenas, extinguíram-se 87, ou seja, 37,8%. O fato de que a extinção de um povo muitas vezes precede a morte dos últimos falantes leva ao cálculo de uma perda de 29% das línguas na primeira metade do século XX: ao todo, 67 línguas, o que representa a extinção de mais de uma por ano.

Do desaparecimento de tantas línguas resultou a existência de grandes áreas nas quais não existem mais línguas indígenas. Estas áreas podem ser observadas tanto num mapa que registre a localização histórica dos povos indígenas, como o *Mapa Etno-histórico do Brasil*, de Curt Nimuendaju (1980), quanto num mapa que apresente a situação atual, como o mapa *Povos Indígenas e Presença Missionária*, do Conselho Indigenista Missionário (1985).

Se traçarmos uma linha imaginária de São Luís do Maranhão, ao norte, até Chui, ao sul, temos a leste uma área de pouco mais de 25% do território brasileiro na qual se extinguíram praticamente todas as línguas indígenas (figura 3). Nessa área,

onde o processo colonizador foi mais longo, falam-se hoje apenas o Yatê (Fulniô) em Pernambuco, o Maxakali e o Krenak (este já moribundo) em Minas Gerais e o Xokleng em Santa Catarina. Encontram-se também falantes de Guaraní no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo, mas são migrantes recentes, vindos do oeste, principalmente do vale do Paraná. Nenhuma das 69 línguas referidas em 1584 pelo padre Cardim no leste do Brasil sobreviveu até os nossos dias.

Entre os rios Tapajós e Madeira, onde no início do século XVIII havia pelo menos 45 línguas indígenas, hoje não mais do que oito são faladas. Na enorme extensão de cerca de 1.800 km do vale do Amazonas, desapareceram quase completamente os povos nativos e, portanto, também as suas línguas. De um modo geral, só subsistem ali povos e línguas indígenas fora de uma 'ferradura' disposta através dos altos cursos dos afluentes do Amazonas, com uma extremidade no alto Jari e outra no médio Xingu.

Certamente esses grandes vazios determinaram o desaparecimento de algumas famílias lingüísticas inteiras. Esta reflexão é compatível com a perda, nesses 500 anos de enfrentamento dos índios com os colonizadores e seus descendentes, de pelo menos um milhar de línguas indígenas no Brasil.

As línguas gerais

Outro tipo de consequência lingüística

Línguas indígenas no Brasil
1500-1992



das relações entre portugueses e indígenas foi o desenvolvimento de línguas gerais. São continuações das línguas indígenas que passaram a ser faladas pelos mestiços das duas raças. No seu processo de constituição deve ter havido uma sucessão de fases. Supõe-se que, num primeiro período, os homens europeus eram poucos e viviam em comunidades indígenas ou perto delas, falando a língua indígena como segunda língua. Seus filhos, mamelucos ou caboclos, criavam-se imersos na língua indígena praticamente inalterada.

Num segundo período, os elementos europeus e mestiços tornaram-se mais numerosos, ou porque formaram comunidades em separado ou porque os índios foram sendo progressivamente reduzidos em suas próprias comunidades; na fase seguinte, afastados ou eliminados os índios, os mestiços passaram a ser os únicos falantes nativos da língua original e os transmissores dela a outros índios e europeus.

Em todas essas fases deve ter havido um número variável de bilíngües, tanto índios como europeus. Esse processo provavelmente caminhou paralelamente

à formação de uma cultura cabocla, luso-indígena. Dele deve ter resultado uma série de línguas gerais (ou dialetos de línguas gerais), a maioria com vida efêmera, ou não documentada antes de desaparecer. Duas, entretanto, de particular vitalidade, vieram a ter importância histórica e, conseqüentemente, maior difusão. Foram as que propusemos chamar de Língua Geral Paulista e Língua Geral Amazônica.

A primeira foi-se constituindo já no século XVI, tendo como base a língua dos índios Tupi de São Vicente e do alto rio Tietê, uma língua Tupi-Guaraní ligeiramente diferente da dos Tupinambá. Foi a língua dos mamelucos paulistas e, com as bandeiras, foi a língua de penetração no interior de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Paraná. Pela segunda metade do século XVIII, passou a perder terreno para o português e seus últimos falantes devem ter morrido no início do século XX.

A Língua Geral Amazônica, também chamada Nheengatu, resultou de situação análoga, desenvolvida a partir da primeira metade do século XVII, com o início da colonização portuguesa no Maranhão e Pará. Essa língua, que teve



Figura 2. Grandes áreas onde as línguas desapareceram quase por completo.

Fenômenos que Anchieta anotou

Em sua *Arte de grammatica da língua mais usada na Costa do Brasil*, editada em 1595, em Coimbra, o padre José de Anchieta descreveu alguns fenômenos importantes na língua Tupinambá. Ele comenta a distinção entre pronome inclusivo (nós = eu + você) e exclusivo (nós = eu + ele) na folha nº 12 de sua gramática: “Orê, yandê ... diferem nisto, a saber que Orê, exclue a segunda pessoa com que fallamos daquele acto, de que se trata, ut orê oroçô, nós imos & tu não, orêmbaê, nossas cousas & não tuas, porém yandê, incluye a segunda pessoa ut yandê yaçô, nós imos & tu também, yandê-mbaê,

nossas cousas & tuas também.”

Anchieta assinalou também a expressão de tempo em nomes (“Em todos os nomes ha praeterito... & futuro,... ut mbaê, cousa, mbaêpoêra, cousa que foy, mbaêrâma, cousa que há de ser”) e a incorporação do objeto direto nos verbos transitivos. A esse respeito, diz na folha nº 50 da sua gramática: “...Quando o accusativo não he somente tocante á cousas humanas metese qualquer nome, & ficão tambem absolutos, ut Au, como, Ambaêú, como cousas, alguma cousa, Apirâú, como peixe, Aicotuc, furo, Anambicotuc, furo orelhas, Ateçâcotuc, furo olhos, Ambôcotuc, furo mãos.”

origem no Tupinambá, foi a língua dominante na penetração portuguesa da Amazônia. Em várias partes da região tornou-se língua franca nas relações entre brancos e índios de diversas línguas e mesmo entre índios e índios, fosse em missões católicas ou em vilas e cidades que se desenvolveram das missões. Sua expansão geográfica foi notável no século XVIII, tendo dominado desde o Maranhão até o alto Amazonas e ao longo dos principais afluentes deste rio, atingindo, pelo alto rio Negro, a Venezuela e a Colômbia e, pelo Solimões, o Peru.

Enquanto se expandiam, essas línguas gerais foram influenciando as línguas dos povos contactados ao longo dos séculos XVII, XVIII e XIX e até substituindo algumas delas, como aconteceu com a dos Borôro, ao sul de Goiás, com a dos Baré e com boa parte dos Baniwa, no norte do Amazonas.

As medidas administrativas tomadas pelo Marquês de Pombal na segunda metade do século XVIII, para estimular o uso do Português, contribuíram para acelerar o declínio da Língua Geral Paulista, mas tiveram pouco efeito sobre a Amazônica. Só o genocídio da população Tapuia, com que as autoridades responderam à revolta da Cabanagem na década de 1830, reduziu consideravelmente o número de falantes daquela língua. Entretanto, 10 anos depois do fim da Cabanagem, Lourenço da Silva Araújo e Amazonas assim descrevia, em seu *Diccionario topographico, historico, descriptivo da Comar-*

ca do Alto Amazonas, a situação da Língua Geral Amazônica: “Nas cidades fala-se da porta da sala para dentro; e nas vilas e demais povoações, excetuada Pauxis no Baixo Amazonas, é a única” (1852).

Línguas sobreviventes

A penetração maior da língua portuguesa em detrimento da Língua Geral Amazônica decorreu sobretudo da maciça imigração nordestina, em especial no ciclo da borracha (final do século XIX, início do XX). Hoje, além dela, existem no Brasil cerca de 180 línguas indígenas distribuídas por 41 famílias genéticas. Dez integram uma unidade genética maior – o tronco lingüístico Tupí – e outras nove revelam indícios de parentesco genético remoto entre si, o que alimenta a hipótese da existência de um tronco lingüístico Macro-Jê. Outra hipótese recente associa geneticamente os dois troncos Tupí e Macro-Jê, e mais a família Karib. Mas mesmo no caso de comprovação dessas hipóteses, o número de grupos genéticos distintos será superior a 20.

Uma proposta mais radical, como a do norte-americano Joseph H. Greenberg (1987), segundo a qual todas as línguas da América do Sul teriam a mesma origem que as da América Central e a maioria das da América do Norte, além de ainda não comprovada, é tão irrelevante para a avaliação da diversidade lingüística quanto o é, para a diversidade biológica, o reconhecimento de que todas as aves se reduzem, em última instância, a

um só tronco filogenético.

Na verdade, o que temos no Brasil hoje são cerca de 180 espécies lingüísticas, com maiores ou menores afinidades entre si. Esse grupo representa, no máximo, 15% das que existiam há 500 anos. Suas condições de sobrevivência são precárias. Mesmo as línguas indígenas mais faladas no presente estão submetidas a fortes pressões dos mais diversos setores da sociedade majoritária, que as vê como empecilhos à integração, isto é, à ‘domesticação’ das minorias indígenas. Não há nenhuma ‘grande minoria’ lingüística no Brasil de hoje. A maior (Tikúna) não alcança 20 mil membros. Com outras três (Makuxí, Teréna e Kaingáng) constituem um grupo de quatro que contam com 10 mil ou mais falantes. Vinte têm entre mil e 10 mil falantes. As outras 156 são faladas por menos de mil pessoas cada uma, sendo 40 delas faladas por menos de 100 pessoas.

A situação das línguas indígenas brasileiras é, portanto, extremamente grave, seja do ponto de vista da perda do conhecimento lingüístico e cultural que o desaparecimento de qualquer língua significa, seja do ponto de vista da desintegração social e espiritual que acarreta para esses povos. Com a perda da língua sob pressão externa, eles têm seus valores tradicionais destruídos, sem tempo para incorporação ou desenvolvimento de novos valores, o que os leva à marginalização social.

Sugestões para leitura

- DERBYSHIRE C. D. e PULLUM G.K. “Introduction”. In: BERBYSHIRE e PULLUM (org.) *Handbook of Amazonian Languages*, vol.3. Berlim, Mouton de Gruyter, 1991.
- GOMES M. P. *Os índios e o Brasil*. Petrópolis, Vozes, 1988.
- MOREIRA NETO C. A. *Índios da Amazônia, de maioria a minoria*. Petrópolis, Vozes, 1988.
- NEVES W. A. “A primeira descoberta da América”. In: *Ciência Hoje*, nº 86, vol. 15, pp. 38-48, 1992.
- RODRIGUES A. D. *Línguas brasileiras: para o conhecimento das línguas indígenas*. São Paulo, Loyola, 1986.
- RODRIGUES A. D. “You and I: neither you nor I: the personal system of Tupinambá”. In: PAYNE D. L. (org.), *Amazonian Languages: Studies in Lowland South American Languages*. Austin, University of Texas Press, 1990.

Ciência Hoje Hipertexto

ENTREGA ELETRÔNICA



Um computador e um modem é tudo que você precisa para receber em casa a versão eletrônica de Ciência Hoje. Basta ligar para (021) 295-6178 e retirar sua revista.

Todo mês, um número especial antecipa o que de melhor vai estar na versão impressa. Tudo em cores, em linguagem gráfica, utilizando os recursos de hipertexto, o que permite uma leitura personalizada, segundo seus interesses.

Além disso, você vai encontrar textos de Ciência Hoje em formato Word, que você poderá editar, usar para pesquisas, jogos educativos, notícias de

política científica e tecnológica, entre outras coisas.

Todos os dias, das 20h às 8h. Sábados e domingos, 24h direto no ar.

Os Paradoxos da Ciência e da Tecnologia

Simon Schwartzman

Universidade de São Paulo

Fundação Getúlio Vargas.

A ciência e a tecnologia contemporâneas passam por mudanças rápidas e paradoxais, difíceis de explicar em termos simples. Estão se tornando mais globais, mas também mais concentradas; exigem mão-de-obra mais educada, mas substituem os homens pelas máquinas; tornam-se mais aplicadas, e ao mesmo tempo mais básicas; ligam-se mais do que nunca à iniciativa privada, mas continuam dependentes de políticas públicas e de apoio governamental. Neste texto, serão analisadas algumas dessas tendências aparentemente contraditórias e as implicações que acarretam, do ponto de vista de políticas para o setor.

Basta olharmos em torno para ver como a ciência e a tecnologia modernas estão presentes em tudo, invadindo todos os tipos de atividades humanas. Menos óbvio é que se tornam também mais esotéricas, sendo compreendidas por um número pequeno, e até mesmo decrescente de pessoas. Isto é o oposto do que se costumava pensar, quando a ciência e a educação eram vistas como parte de uma tendência global e irreversível ao progresso e à racionalidade, que chegaria inevitavelmente a todas as sociedades, embora em momentos distintos.

Vários fatos, nos países industrializados, parecem confirmar essa tendência: a expansão do ensino em todos os níveis; a importância crescente das profissões de base científica e tecnológica que substituíam as velhas tradições humanísticas; o fascínio popular pelas conquistas da ciência moderna, gerando grupos de cientistas amadores e atraindo mentes brilhantes para as profissões científicas; os investimentos cada vez maiores em pesquisa, oriundos de governos e de agências e instituições privadas; e, mais recentemente, o desenvolvimento da indústria e dos serviços de alto conteúdo tecnológico.

Ciência moderna e cultura científica

Muitas dessas tendências parecem estar se revertendo ou pelo menos apontando para direções inesperadas. À medida que a ciência e a tecnologia modernas tornam-se mais complexas e dispendiosas, exigindo muitos anos de estudo aplicado e de especialização, equipamentos sofisticados e caros, e linguagens cada vez mais esotéricas, aumenta a distância entre o cientista e o leigo, que passa a conceber a ciência e seus produtos como se revestidos de qualidades mágicas. No passado, nem todos podiam ser um inventor como Thomas Edison ou um Rudolf Diesel, mas não era difícil para uma pessoa de educação mediana compreender como um telefone ou um automóvel funcionavam, e lidar com eles quando necessário. Mesmo os rádios podiam ser desmontados e montados com pouco mais do que uma chave-de-fenda, e revistas de ciência popular e cursos por correspondência davam as informações necessárias a preços módicos. Hoje, quem abrir os produtos das modernas tecnologias encontrará apenas *chips* e circuitos impressos incompreensíveis, e não terá como fugir da assistência técnica especializada.

Com isso desaparece o velho herói da ciência e tecnologia do passado, o 'inventor'. Figuras como Graham Bell, os irmãos Wright e Santos Dumont conquistavam a imaginação das pessoas não só pelo engenho de suas invenções, mas

porque pareciam não ser muito diferentes de qualquer pessoa empreendedora, razoavelmente habilidosa e talvez ligeiramente louca. A maioria dos países ocidentais têm seus próprios inventores e pioneiros do avião, do carro motorizado e da câmera fotográfica, fontes de orgulho nacional e inspiração. Os heróis científicos de nosso tempo, contudo, são melhor exemplificados por Albert Einstein e Stephen Hawking, admirados como homens quase supranaturais, conhecedores de matemáticas incompreensíveis e estranhas teorias sobre as origens e a natureza do universo, que nenhuma pessoa comum tem a esperança de entender.

A esse distanciamento entre a ciência e o homem comum, poderíamos acrescentar a demonização da ciência, da tecnologia e da racionalidade. E não apenas porque a ciência pode ser destrutiva, como as bombas atômicas e as armas químicas. A ciência e a tecnologia moderna são acusadas de destruir o meio ambiente, gerar desemprego, danificar a saúde e controlar a sociedade através de seus computadores, burocracias e instituições educacionais. A consequência é que, ao mesmo tempo em que a ciência moderna se expande, talvez exista hoje menos 'cultura científica' e 'ideologia científica' entre pessoas instruídas do que no passado. As pessoas sabem menos, e acreditam menos no valor da ciência.

A educação formal expandiu-se em todos os níveis nos países industrializados, acompanhada da suposição de que seria possível transmitir, desde a escola básica, algo específico que poderia ser chamado de 'método científico', ou de modo científico de pensar, diferente (e melhor) do que as operações de mentes não cultivadas.

Hoje sabemos que não há um 'método científico' em si, separado dos campos e tradições específicas de pesquisa, uma espécie de 'ginástica da inteligência' que possa ser usada na preparação de mentes. O trabalho efetivo nas ciências contemporâneas está mais distante do que nunca daquilo que pode acontecer numa sala de aula. O que a educação básica pode fazer, como fez com mais ou menos sucesso em muitos casos, é modular atitudes – convencer pessoas do valor da ciência e acostamá-las às exigências de um trabalho disciplinado e concentrado.

É por isso que a educação no Japão e em alguns outros países pode ser ao mesmo tempo conservadora do ponto de vista pedagógico e tão eficiente na obtenção de gente capaz para a

“A ciência e a tecnologia moderna são acusadas de destruir o meio ambiente, gerar desemprego, danificar a saúde e controlar a sociedade...”

pesquisa tecnológica. Os EUA, em contraste, com uma experiência muito mais rica de incentivos à criatividade, curiosidade e iniciativa entre os estudantes, parecem ter muito menos sucesso na transformação de seus jovens em pesquisadores empenhados em seu trabalho.

A situação tornou-se ainda mais problemática com a tendência à universalização do ensino secundário e à massificação do ensino superior. Países pequenos e homogêneos podem não sentir o problema tão fortemente quanto os EUA, Brasil, Índia ou Indonésia. Os sistemas educacionais nessas sociedades são como colchas de retalhos de tradições culturais e sistemas de valores entrecruzados, que não poderiam tornar-se homogêneos pela simples transmissão de conteúdos educacionais padronizados na sala de aula, mesmo que suas escolas

tivessem um bom desempenho e dispusessem de bons professores e equipamentos, o que na maior parte das vezes não acontece. O que chega à maioria dos estudantes, em nome da ciência e das humanidades, é fragmentário, difícil de aprender e com frequência destituído de sentido, tanto para os alunos como para os professores.

Reações comuns são, primeiro, as tentativas de substituir a formação científica ou humanística geral pela formação profissional especializada, supostamente mais prática, mas claramente inadequada em relação às exigências de conhecimento das sociedades contemporâneas; e, segundo, a busca de cursos voltados à construção de identidades coletivas e de cosmogonias mais simples do que aquelas proporcionadas pela difícil e incerta estrada da ciência.

Se esses conhecimentos não estiverem disponíveis dentro das instituições de educação formal, eles podem ser encontrados nos meios de comunicação de massas e em outros lugares. O resultado é a combinação de perfis profissionais empobrecidos e estreitos com visões de mundo 'alternativas' que vão desde a busca da sabedoria oriental à elaboração mapas astrológicos por computador, passando pela medicina homeopática e pelos alimentos 'orgânicos' e semimágicos. Em geral, essas cosmogonias e estilos de vida alternativos não exigem a rejeição dos produtos da tecnologia avançada, de automóveis e motocicletas, conjuntos de TV-vídeo, ou do uso de informação computadorizada e bancos de dados.

Recentemente, em algumas ilhas do Pacífico, antropólogos encontraram tribos que construíam altares na forma de aviões, e rezavam para que eles mandassem alimentos e outros produtos por pára-quadras. Este 'culto da carga' está mais próximo da realidade das sociedades modernas do que se supõe.

Globalização e concentração

A capacidade de difundir informações de modo barato e quase instantâneo pelo mundo não parece estar levando a uma melhor distribuição da competência científica, mas à sua crescente concentração. O fenômeno é semelhante ao que ocorre quando novas estradas ligam cidades modernas e centrais a áreas e regiões periféricas. Os mais capazes deixam as suas regiões, as velhas lideranças perdem o prestígio, a indústria local é sufocada pelos produtos de massa que chegam por caminhão.

A globalização é extremamente eficaz na destruição da cultura e da organização locais, mas é bastante incerta em sua capacidade de substituí-las com alternativas verdadeiramente universais.

Um aspecto desse processo é a coexistência da tendência à standardização, requerida pelos fluxos globais de informação, e da tendência à diversificação, facilitada pela crescente disponibilidade de meios alternativos. Isso fica especialmente claro na indústria editorial e nos meios de comunicação. A indústria editorial depende hoje de uns poucos *best sellers* que são vendidos aos milhões através de canais padronizados e sustentados por uma publicidade elaborada e dispendiosa. Jornais locais são coisa do passado, sendo substituídos pelas revistas nacionais e internacionais; o mesmo ocorre com o rádio e a televisão, substituídos pelas redes nacionais e até mesmo globais. Não só o número de *best sellers*, jornais e revistas é pequeno, como eles tendem a se limitar a uma estreita faixa de temas, questões e personalidades, criando assim um mundo muito restrito e provinciano em escala global.

A tecnologia da moderna comunicação, contudo, também está estimulando uma tendência oposta. Os computadores pessoais tornaram a edição em pequena escala uma atividade simples e acessível, a televisão por satélite e cabo ameaça ambas as extremidades do monopólio das redes nacionais de TV, e os baixos custos da comunicação permitem fluxos simultâneos em todas as direções.

É possível imaginar que a atual tendência à concentração e crescimento assimétrico esteja sendo substituída por uma nova tendência à diversificação e à complexidade crescentes. O

“A globalização é extremamente eficaz na destruição da cultura e da organização locais, mas é bastante incerta em sua capacidade de substituí-las com alternativas verdadeiramente universais.”

mais provável, no entanto, é que as duas tendências venham a coexistir como faces da mesma moeda: de um lado, comunidades pequenas, mas cada vez mais complexas e diversificadas, de produtores de moderna tecnologia e consumidores de seus produtos mais sofisticados; do outro lado, consumidores de produtos 'empacotados'.

O modo pelo qual essa transformação está afetando a ciência e a tecnologia ainda não foi suficientemente investigado, mas também aqui devem ocorrer paradoxos. Com a recente explosão das redes de computadores, é quase tão fácil trabalhar com informação de primeira linha e equipamento computadorizado na América Latina quanto na Ásia ou em Boston, e projetos de cooperação estão hoje muito mais livres das limitações geográficas do que antes. A ausência de boas livrarias e jornais, um problema crônico nas regiões menos desenvolvidas, tende a deixar de ser importante, à medida que o acesso à distância de bancos integrados de dados e as transmissões por *fax* se tornam mais baratas.

Para os cientistas que deixarem suas instituições e laboratórios para trabalhar em regiões distantes, o trabalho pode continuar como se eles não tivessem partido, porque seu laboratório, na prática, passa a ser o mundo.

Entretanto, para os cientistas e tecnólogos de instituições e áreas periféricas os efeitos dessa mudança podem ser catastróficos. Eles não terão desculpas para trabalhar em sua língua nativa, ou em assuntos diferentes daqueles que atraem a atenção dos colegas dos principais centros. Eles serão comparados com seus pares nesses centros, e não com os de sua instituição ou região de origem. Haverá menos razões para difundir geograficamente os recursos humanos e técnicos. A concentração de conhecimento e competência científica poderá crescer em proporções extraordinárias, levando instituições de pesquisa inteiras e gerações de cientistas à obsolescência.

Capacitação e desqualificação do trabalho

Os complexos produtos da moderna tecnologia se apresentam de forma cada vez mais simples não só para o comprador final de bens de consumo (tudo funciona com o apertado de um botão), mas, em muitos casos, também para o trabalhador da linha de montagem. Há duas interpretações opostas dessa tendência. Uma é a teoria do *deskilling*, ou da desqualificação do trabalho: ela afirma que, na medida em que a intensidade de conhecimento aumenta, o trabalhador se desqualifica, já que o conhecimento fica 'corporificado' nos equipamentos e apropriado por um grupo restrito de

engenheiros especializados. A evidência disso seria o crescimento da utilização de trabalhadores disciplinados e baratos (em geral mulheres) nas linhas de montagem de países menos desenvolvidos para a produção de produtos eletrônicos e bens de consumo de alta tecnologia.

A interpretação oposta sustenta que a desqualificação foi uma característica da revolução industrial das primeiras décadas deste século, caracterizada pelo trabalho repetitivo nas linhas de montagem. Hoje, no entanto, a produção industrial requeria pessoas melhor instruídas e treinadas, aptas a compreender e a desempenhar seu trabalho de maneira integral, não segmentada.

Nessa última interpretação, estaríamos vivendo uma nova revolução industrial que tenderia a recuperar, em um outro nível, a tradição de competência artesanal que foi perdida com as linhas de montagem. O trabalhador moderno deveria ter, sobretudo, habilidades genéricas (compreender o que lê, escrever, fazer as operações matemáticas básicas, entender a sociedade em que vive). A automação tenderia não a aumentar o uso do trabalhador desqualificado, mas a eliminá-lo totalmente, concentrando a produção e a riqueza naquelas sociedades capazes de incorporar trabalho qualificado em todos os níveis do processo produtivo.

Na realidade, parece não existir um determinismo tecnológico absoluto a este respeito. As tecnologias modernas podem tanto desqualificar o trabalhador (a automação bancária, por exemplo, que banaliza os trabalhos dos caixas de banco), como apoiar-se na dedicação, diligência e competência dos trabalhadores para utilizar instrumentos e procedimentos complexos (as modernas indústrias automobilísticas). Tudo depende, em grande parte, da existência de uma população educada e capaz de se incorporar ao processo produtivo em determinada região ou país, que tenderá a concentrar os processos produtivos mais complexos e intensivos de trabalho qualificado.

A consequência é uma divisão de trabalho que já está acontecendo entre as nações e regiões com alta tecnologia e o resto do mundo, com as tarefas mais complexas (e mais rendosas) reservadas para os primeiros e as tarefas rotineiras (e mais baratas) cabendo aos segundos. A

"...estaríamos vivendo uma nova revolução industrial que tenderia a recuperar, em um outro nível, a tradição de competência artesanal que foi perdida com as linhas de montagem."

automação, contudo, reduz a necessidade do trabalho disciplinado e não-qualificado, deixando as regiões de baixa tecnologia como meros consumidores – mas sem renda para pagar pelos produtos.

A moderna ciência e a tecnologia são compatíveis com uma população qualificada por um sistema educacional, que proporciona as habilidades gerais necessárias para a manipulação de serviços e equipamentos modernos e para o uso complexo e sofisticado de seus produtos.

São compatíveis também com os consumidores de produtos empacotados, que só aprendem a apertar botões e não adquirem as qualificações necessárias para os trabalhos complexos. Os resultados, porém, não são idênticos, já que a população qualificada tenderá a concentrar a riqueza e os benefícios das modernas tecnologias, alijando aqueles que não conseguem fazer a transição para os novos tempos.

derá a concentrar a riqueza e os benefícios das modernas tecnologias, alijando aqueles que não conseguem fazer a transição para os novos tempos.

Investimentos crescentes e recursos minguantes

As transformações descritas acima coincidem com uma crise generalizada do *welfare state*, o Estado protetor e beneficente, que não depende somente da riqueza relativa de cada país. Em níveis diferentes, mas por volta da mesma época na década de 80, a maioria dos países teriam exaurido sua capacidade de aumentar a transferência de recursos do setor produtivo para áreas como educação, saúde, aposentadorias e pesquisa de longo prazo. Isso de certa forma contradiz a noção de que a ciência e a tecnologia são mais importantes hoje do que nunca e estão recebendo cada vez maiores porções de recursos, pelo menos nos principais países industrializados.

Duas tendências principais explicam essa possível discrepância. A primeira é que investimentos em C&T tendem a ser dirigidos cada vez mais para o setor industrial, e aplicados por indústrias e governos fora das instituições científicas tradicionais como universidades e centros de pesquisa básica. A segunda é que, nas ciências básicas, há uma concentração crescente de recursos em poucos projetos, porém extremamente amplos. Uma recente pesquisa pela *Science* sobre as perspectivas das carreiras científicas nos EUA para a próxima década revelou uma pressão constante

para concentrar recursos em áreas definidas de acordo com sua relevância social e econômica – pesquisa industrial, militar e educacional –, que são percebidas por muitos como uma ameaça às possibilidades científicas do país a longo termo (Holden, 1991).

Essa busca de resultados práticos coincide com a concentração dos investimentos em ciências básicas em um número reduzido de grandes projetos, nos campos da física de altas energias, da exploração espacial e da biotecnologia. A previsão é que, nos EUA, se os gastos em C&T crescerem em cerca de 3% ao ano na próxima década, apenas quatro grandes projetos absorverão todo o aumento – o Superconducting Collider, o projeto de mapeamento do genoma humano e dois projetos da NASA (a estação espacial e um sistema de monitoramento terrestre). Um efeito lateral é a ‘coletivização’ da atividade científica, que é percebida por muitos como ameaça à capacidade de inovação das lideranças individuais e dos pequenos grupos, e desestímulo ao ingresso de estudantes bem dotados e promissores nas carreiras científicas.

Saindo das universidades e retornando a elas

O predomínio da pesquisa aplicada e dos laboratórios de grande porte torna cada vez mais difícil à ciência moderna permanecer confinada em departamentos universitários, centros acadêmicos, institutos governamentais e mesmo em laboratórios industriais isolados.

A época atual se caracteriza por novos arranjos institucionais, ligando governo, indústria, universidades e grupos de consultoria privados de várias formas. Países com tradição de pesquisa universitária temem que ela esteja sendo ameaçada pela intromissão da indústria e pela mentalidade do lucro; países com forte tradição de pesquisa não-universitária sentem a necessidade de aproximar suas instituições de pesquisa ao meio acadêmico, como forma de permanecer em dia com a inovação e a competitividade intelectual.

A educação também passa por inovações importantes, que começam a colocar em questão os sistemas de ensino tradicional. Ao lado do ensino formal, desenvolveu-se uma grande indústria da educação e do conhecimento, que responde de modo muito mais direto, e em geral mais eficaz, às necessidades da indústria e do mercado de trabalho, e conduz à corrosão do monopólio de que as universidades desfrutaram na difusão do conhecimento e no fornecimento de credenciais de ensino no setor privado.

Uma recente matéria publicada pelo *Wall Street*

“A educação também passa por inovações importantes, que começam a colocar em questão os sistemas de ensino tradicional.”

Journal indica que as companhias americanas estão gastando cerca de 30 bilhões de dólares por ano em educação, um valor que provavelmente subirá, uma vez que ainda atinge apenas 1,5% do total das folhas de pagamento e envolve somente 10% da força de trabalho. Só a IBM gastou cerca de 270 milhões de dólares, ou 9% de seu lucro, em treinamento, em 1989.

Políticas governamentais e iniciativa privada

O papel cada vez maior da pesquisa aplicada e industrial e o desenvolvimento de uma gigantesca indústria do conhecimento levaram muitos a concluir que o apoio público à ciência, à tecnologia e mesmo à educação é coisa do passado, e deverá ser substituído pela iniciativa privada. A realidade é muito mais complexa.

A primeira evidência vem do Japão e dos 'Tigres Asiáticos', incluindo Coréia, Cingapura e Taiwan. Esses países costumam ser apresentados como casos de êxito do livre mercado e da competição, em oposição às dificuldades encontradas nas economias centralizadas, conduzidas pelo Estado. Em contraste com os Tigres Asiáticos, o Brasil é citado com frequência como exemplo de país que falhou em seu esforço de desenvolvimento por excesso de interferência estatal na economia.

Até o final da década de 70, o Brasil tinha uma das taxas de crescimento econômico mais elevadas do mundo, e sua capacidade, desde o início da década de 80, de gerar enormes superávits comerciais para pagar sua dívida externa pode ser creditada aos ambiciosos programas de governo dos anos 70, voltados para o desenvolvimento industrial e tecnológico e para a modernização. Há um debate em curso sobre as razões da crise e da estagnação dos anos 80, e as explicações vão desde a exaustão do esforço de substituição de importações da década anterior às limitações econômicas impostas pela dívida externa, ou às consequências dos investimentos faraônicos e da inchação da burocracia perdulária que se processaram durante duas décadas de regime militar. Não há sinais, contudo, de que o setor privado sozinho seja capaz de tomar o lugar do Estado no esforço para o reajustamento econômico, na modernização industrial, na qualificação científica e tecnológica e na educação.

Porém a análise mais aprofundada do caso dos países asiáticos mostra não o afastamento do Estado das atividades de desenvolvimento industrial e tecnológico mas, ao contrário, um envolvimento governamental muito mais forte e decisivo do que o que jamais pode ser feito no Brasil.

Existem pelos menos quatro diferenças importantes que costumam ser assinaladas: **a)** a ação governamental nos países asiáticos não se deu pela constituição de um grande conjunto de empresas estatais, como no Brasil, e sim pela associação entre o Estado e o setor privado; **b)** naqueles países, as políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico se pautaram sempre por claras considerações macroeconômicas, voltadas sobretudo para a obtenção de competitividade nos mercados internacionais; **c)** o desenvolvimento da capacidade inovativa nas indústrias se deu a partir da produção de componentes simples, que gradualmente foram se sofisticando; **d)** o fortalecimento de indústrias nacionais não se fez pela exclusão de firmas e tecnologias estrangeiras, mas a partir de associações com elas.

Isso é exatamente o contrário do que o Brasil tentou fazer na área de informática, criando empresas estatais, como a Cobra, garantindo preços internos irrealistas pelo fechamento do mercado, tentando começar pelo produto final, o computador (com a idéia de ir nacionalizando aos poucos os componentes) e impedindo a presença das firmas e tecnologias de outros países.

O Brasil é muitas vezes comparado à França, país que ficou em desvantagem em algumas das tentativas dirigidas pelo Estado para vencer sua defasagem na competição internacional na área de computadores, fabricação de automóveis e produtos eletrônicos, entre outras. No entanto, alguns dos projetos dirigidos pelo governo francês constituem casos de sucesso inquestionável, tanto do ponto de vista econômico como tecnológico, como o trem de alta velocidade (TGV), o programa de energia nuclear, o setor de telecomunicações e a indústria aeronáutica. Esses sucessos são explicados pela excepcional competência técnica da administração pública francesa, pela existência de uma força de trabalho altamente experiente e pela coexistência com um setor privado competente e eficiente. No entanto, existe bastante consenso, hoje, de que o modelo francês de desenvolvimento industrial nacionalizado está em crise.

O exemplo francês, como o dos Tigres Asiáticos, confirma que o Estado tem um papel importante a desempenhar na modernização industrial e tecnológica, mas que este papel não pode ficar limitado por um nacionalismo tradicional.

“... a análise mais aprofundada do caso dos países asiáticos mostra um envolvimento governamental muito mais forte e decisivo do que o que jamais pode ser feito no Brasil.”

Realidades complexas, mitos simples

As antinomias discutidas nos parágrafos acima colocam em questão muitas das suposições tradicionais a respeito das políticas nacionais e internacionais para ciência e tecnologia. A Segunda Guerra Mundial consolidou a crença na importância da ciência, não só para ganhar guerras, mas

também para gerar dividendos na paz. Depois da guerra, a pesquisa científica parecia ser uma cornucópia aberta a todos os países. Conselhos científicos foram criados em toda parte, freqüentemente com apoio e incentivo das Nações Unidas, agências nacionais de assistência externa e fundações privadas nos países industrializados. Supunha-se que, com instituições científicas funcionando e educação científica adequada, todos poderiam participar em bases relativamente iguais dos benefícios da ciência e da tecnologia modernas.

O que testemunhamos nos últimos 10 ou 20 anos é que essa suposição não se agüenta mais em pé. Não se trata apenas de que a maioria dos países do Terceiro Mundo tenha falhado em sua tentativa de construir instituições modernas, de alta qualidade científica; mas de que até mesmo países relativamente bem desenvolvidos e com a população bem educada (como os da Europa e, naturalmente, os do bloco socialista) começaram a perceber que seu patrimônio científico e tecnológico estava se tornando obsoleto. Não está claro se os recentes esforços para ampliar os investimentos em C&T e para estabelecer redes de cooperação internacional na Europa Ocidental serão suficientes para que ela acompanhe os EUA e o Japão; o que é certo é que nenhum outro país ou região consegue acompanhá-los.

Na medida em que a natureza complexa e contraditória da ciência e da tecnologia contemporâneas se revela, ela gera, em um outro paradoxo, propostas de políticas públicas que tendem à simplicidade extrema, se não ao simplismo. Não é difícil compreender porquê. Sociedades que tiveram sucesso na construção de suas instituições científicas e tecnológicas realizaram isso de uma maneira não planejada, dentro de um amplo movimento de crescente educação, industrialização e desenvolvimento da competência científica e tecnológica.

A confiança nos valores da ciência e do saber era tácita e as atividades científicas, tecnológicas e educacionais foram mais ou menos deixadas para os cientistas, engenheiros e educadores, que discutiam com o governo os recursos de que necessitavam, em troca dos produtos que achavam que podiam entregar. Aqui, uma vez mais, a ciência e a tecnologia modernas desenvolveram uma das suas muitas faces duplas. Uma para a sociedade como um todo, clamando seu desinteresse por assuntos de lucro e de poder, seus benefícios a longo prazo, como fontes de conhecimento para a indústria e para as profissões liberais. Outra para as autoridades governamentais e círculos políticos internos, oferecendo respostas de curto prazo para complexos problemas econômicos e sociais, e negociando recursos crescentes junto às agências governamentais.

Foi possível manter essas duas faces enquanto havia confiança geral nos benefícios da ciência e da tecnologia, e o alto prestígio dos cientistas garantia para elas os ouvidos e os bolsos dos responsáveis pelo dinheiro público. As comunidades científicas (e em menor grau os tecnólogos) podiam se desenvolver ajustando-se gradualmente às circunstâncias externas, sem perder sua capacidade de decidir com independência aquilo que deveria ser feito, e em que direção estavam indo. Quando esse delicado equilíbrio entre duas faces contraditórias foi ameaçado, a ciência ficou em desvantagem.

Na União Soviética e nos países socialistas, as ciências sociais morreram sufocadas pelo abraço apertado do partido e do governo, e as ciências naturais também retrocederam. Vários países semi-industrializados tentaram desenvolver ciência e tecnologia sob uma íntima supervisão governamental e com propósitos militares ou, no outro extremo, acreditaram ingenuamente no desinteresse e na bondade natural da ciência básica para com suas sociedades. Nenhum desses extremos funcionou bem.

A novidade das décadas de 80 e 90 é que está se tornando impossível manter essa face dupla, mesmo nos países capitalistas industrializados. Há muito dinheiro envolvido, os riscos e benefícios da moderna tecnologia são grandes demais, há competidores em excesso, e o mito idílico da Ciência Pura sofreu um dano irreversível, tanto pela investida da crítica social e intelectual quanto pela evidência cada vez mais clara de suas possíveis deficiências e disfunções.

As discussões sobre o que pode ser feito para recuperar o crescente desequilíbrio entre o centro e a periferia em ciência e tecnologia estão permeadas por uma série de suposições contra-

“Sociedades que tiveram sucesso na construção de suas instituições científicas e tecnológicas realizaram isso com um movimento de crescente educação, industrialização e desenvolvimento da competência científica e tecnológica.”

ditórias, as quais, por falta de evidências adequadas, podem ser consideradas como mitos. Podemos chamá-los de 'mitos do passado' e 'mitos do presente'.

Os mitos do passado consistem em negar a realidade e as implicações das mudanças em curso. Em alguns casos, eles surgem como uma nostalgia pela universidade de elite, despedaçada em todo o mundo pelas ramificações do movimento estudantil de 1968, e pelos centros de pesquisa independentes e de alta qualidade, hoje ameaçados por cortes de orçamento e exigências míopes de 'relevância'.

Nas universidades, aumenta a crítica às experiências reformistas pós-68 e a defesa da volta aos currículos mais tradicionais e aos princípios de hierarquia intelectual. Na ciência e na tecnologia, criticam-se as tentativas de deslocar a pesquisa da academia e atrelá-la aos negócios e às agências do governo. Em países do Terceiro Mundo, que nunca atingiram os níveis de excelência da universidade tradicional e da pesquisa básica convencional, existe a sensação de que esses objetivos ainda são os únicos a serem buscados, apesar de desvios momentâneos por circunstâncias políticas e econômicas de curto prazo. Se apenas tivessem os recursos, logo estariam como a Europa – mas a do início dos anos 60.

Os mitos do futuro tendem a ser radicais, sejam catastróficos ou românticos e utópicos. A veia utópica está mais em voga. É uma crença na nova era do progresso, do desenvolvimento econômico e da paz, trazida pela destituição do socialismo, pelo fim da Guerra Fria e pelos progressos da ciência e da tecnologia. Os otimistas aceitariam que há, naturalmente, aqueles que ainda não viram a luz, e países que ainda precisam se desembaraçar das ilusões acerca do planejamento central, do papel do Estado, da cultura e da ideologia. Mas eles acreditam que esses povos e países eventualmente recuperarão a consciência e se unirão à onda da nova ordem internacional. Os pessimistas vêem apenas as contradições, a emergência do nacionalismo e do racismo, a difusão da cultura de massa, a vitória do irracionalismo e a instauração do pós-modernismo.

A razão pela qual questões tão complexas como as da ciência e tecnologia tendem a ser tratadas de forma tão simples e extremada é que os problemas e oportunidades gerados pelos novos conhecimentos são de tal monta, no mundo moderno, que transcendem a órbita dos especialistas e as decisões de gabinete, tendendo a entrar no mundo da política e dos grandes interesses, sob o olhar atento dos meios de co-

municação de massas. Quando isto ocorre, desaparecem as cores cinzas, em benefício do branco e negro ou das cores fortes.

Essa é uma dificuldade, mas também uma oportunidade importante. É difícil, mas necessário, preservar um espaço para decisões refletidas, ponderadas e bem avaliadas sobre ciência, tecnologia e educação como um todo, onde as ambigüidades são muitas e a pressão por posicionamentos bombásticos e radicais é intensa.

A exposição crescente desses temas ao escrutínio da opinião pública, através da imprensa, dos partidos políticos e dos movimentos sociais deve ser vista também como um sinal da sua importância crescente e como uma garantia de que, bem conduzidos, eles poderão encontrar na sociedade o eco e o apoio de que necessitam.



Sugestões para leitura

- Basalla G. *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, 1989.
- Bradford Jr. C. I. "The NICs: Confronting U.S. 'Autonomy'", in Richard E. Feinberg and Valeriana Kallab (eds.) *Adjustment Crisis in the Third World*, Washington, Overseas Development Council, 1984.
- Brickman R. "France", in Rushing and Brown, 1986.
- Hague Sir Douglas, *Beyond Universities – A New Republic of the Intellect*, London, The Institute of Economic Affairs, Hobart Paper 115, 1991.
- Holden C. "Careers in Science", *Science*, 252: 1110-1147, May 21, 1991.
- Joravsky D. "Machine Dreams", *The New York Review of Books* XXXVI, 19, December 7, 11-15, 1989.
- Porter M. E., *The Competitive Advantage of Nations*, New York, The Free Press, 1990.
- Rushing F.W. & Brown C.G. *National Policies for Developing High Technology Industries. International Comparisons*, Boulder and London: Westview Special Studies in Science, Technology and Public Policy, 1986.
- Wall Street Journal. "Education The Knowledge Gap", *The Wall Street Journal Reports*, *The Wall Street Journal*, February 9, 1990.

Relâmpagos

Iara Cardoso de Almeida Pinto

Osmar Pinto Jr.

Rosângela Barreto Biasi Gin

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Embora a natureza elétrica do relâmpago tenha sido descoberta há cerca de 240 anos, sua origem e suas características ainda são assunto de investigação. A existência de relâmpagos em outras atmosferas planetárias, a influência dos relâmpagos na química da atmosfera terrestre, a geração de relâmpagos por meios artificiais, a natureza dos relâmpagos de bola e a frequência e distribuição dos relâmpagos positivos, principalmente, são temas da pesquisa atual. No Brasil, pesquisas recentes parecem apontar para características peculiares dos relâmpagos em nosso país. Ao mesmo tempo, os possíveis efeitos dos relâmpagos sobre a saúde humana, os modernos aviões, as usinas nucleares e os sofisticados sistemas militares são problemas que têm merecido crescente interesse.

FOTOS CEDIADAS PELOS AUTORES

a natureza elétrica do relâmpago foi descoberta em 1752 pelo cientista e filósofo norte-americano Benjamin Franklin (1706-1790), em seu famoso experimento com um papagaio. De lá para cá, muito tem sido revelado a respeito das características desse fenômeno, derrubando diversos mitos que prevaleceram por mais de um século. Entre eles está a crença de que um relâmpago "jamais cai duas vezes em um mesmo lugar". Na verdade, muito do que é conhecido hoje sobre os relâmpagos foi descoberto exatamente porque os relâmpagos caem sobre um mesmo local várias vezes. Da mesma forma, tem-se mostrado que os relâmpagos nem sempre caem sobre os objetos mais altos, como por muito tempo se acreditou.

Cerca de 100 relâmpagos ocorrem na Terra a cada segundo, sendo que mais da metade ocorre dentro das nuvens, em regiões tropicais próximas ao Equador. As principais regiões de ocorrência de relâmpagos são o sul dos Estados Unidos, a região central da África e o sul da Ásia e Japão (no hemisfério norte), e o sul da África e o Brasil (no hemisfério sul). Os relâmpagos ocorrem predominantemente durante o verão. No Brasil, as únicas estatísticas sobre a ocorrência de relâmpagos ao longo do ano baseiam-se em esparsos dados de índice cerâmico – que indica o número de dias de trovoada em determinado local. Com base nesse índice, estima-se que em São Paulo, por exemplo, ocorram relâmpagos em cerca de 50% dos dias durante o verão e em cerca de 5% dos dias durante o inverno.

Até o final da década de 70, acreditava-se que os relâmpagos ocorriam somente em nosso planeta. Hoje sabe-se que a ocorrência de relâmpagos deve ser comum em Júpiter e Saturno e talvez exista em Vênus, Urano, Netuno e, com menor probabilidade, Marte (ver 'Relâmpagos em outros planetas').

De um modo geral, os efeitos produzidos por relâmpagos podem ser divididos em dois tipos: aqueles que afetam diretamente o homem e aqueles que o afetam indiretamente. No primeiro caso temos pessoas que são atingidas por relâmpagos ou encontram-se próximas ao local da queda de um deles. Cerca de 40 milhões de relâmpagos atingem o solo

dos Estados Unidos anualmente, matando entre 80 e 150 pessoas. A maior parte das vítimas encontrava-se em lugares descampados – jogando golfe, trabalhando em fazendas, pescando em botes ou nadando. Raros são os casos de pessoas mortas dentro de residências. Quando ocorrem, tais casos normalmente são associados ao incêndio provocado pela queda do relâmpago. Existe o registro de 81 mortes provocadas por um único relâmpago, que atingiu o tanque de combustível de um Boeing 707, no estado de Maryland, nos Estados Unidos, em 1963, mas esse tipo de acidente é muito raro.

No Brasil, porém, não há pesquisas a respeito de mortes causadas por relâmpagos. Entretanto, levando-se em conta que ocorrem mais relâmpagos no Brasil do que nos Estados Unidos, pode-se deduzir que o número de mortes causadas por eles no país, ao longo de um ano, provavelmente é superior ao registrado no território norte-americano. É inte-

ressante notar também que boa parte dos casos noticiados no Brasil ocorre com pessoas jogando futebol. Em todo o planeta, estimativas aproximadas apontam para alguns milhares de mortes por ano.

Quando o relâmpago cai próximo à pessoa, esta é atingida por um choque elétrico, perdendo a consciência e, em geral, sofrendo uma parada cardíaca. Na maior parte dos casos, essas pessoas sobrevivem, quando imediatamente atendidas através de ressuscitação cardiopulmonar e respiração artificial. Calcula-se que, nos Estados Unidos, ocorram cerca de 250 desses casos por ano.

Não podem ser descartados, também, os possíveis efeitos sobre o homem das radiações associadas aos relâmpagos, conhecidas como *sferics*, que ocorrem em uma área de até alguns quilômetros de distância do local da queda. Tais radiações possuem um largo espectro de frequência, que vai de umas poucas centenas de hertz (Hz) até milhões de hertz, ou

Relâmpagos em outros planetas

Os principais requisitos para a existência de relâmpagos em atmosferas planetárias podem ser reduzidos a três: abundância de substâncias apropriadas para eletrificação, processos físicos em escala microscópica e processos na escala macroscópica. As principais substâncias apropriadas para eletrificação encontradas nas atmosferas dos planetas do sistema solar são água, amônia e ácido sulfúrico, existentes em diferentes quantidades na Terra, em Vênus e nos planetas gigantes Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

A existência de relâmpagos parece ser comum em Júpiter e Saturno, além da Terra. A presença do fenômeno em Vênus (investigada pela sonda Galileo em fevereiro de 1990) e em Urano e Netuno (investigada pela sonda Voyager 2 em agosto de 1990) é incerta, embora as condições acima pareçam ser preenchidas. Por outro lado, a existência de relâmpagos nos outros planetas, ou mesmo em suas grandes luas, como Io, Titã e Triton, parece ser improvável ou, ao menos, muito rara.

Diferentemente da Terra, onde grande parte dos relâmpagos ocorre em direção ao solo, nos planetas gigantes isso não

acontece, visto que tais planetas não possuem uma superfície sólida definida. O mesmo vale para Vênus, onde as nuvens situam-se a mais de 50 km da superfície. Outro aspecto provavelmente diferente nos relâmpagos existentes nesses planetas é a intensidade. Considerando que as nuvens desses planetas são muito mais extensas que as da Terra, os relâmpagos devem ser muito mais intensos. O estudo de relâmpagos em atmosferas radicalmente diferentes da nossa talvez nos ajude a compreender melhor o fenômeno na Terra.

Infelizmente, é remota a possibilidade de estudar relâmpagos em outros planetas a partir da Terra, já que a maior parte das radiações emitidas pelos relâmpagos é absorvida na atmosfera própria de cada planeta. O único meio de pesquisar a existência e as características dos relâmpagos em outros planetas é o envio de sondas espaciais, com instrumentação adequada, que precisam permanecer em órbitas de baixa altitude ou penetrar nas atmosferas. Assim, a pesquisa sobre relâmpagos em atmosferas planetárias está apenas começando.



Figura 1. Típica nuvem de tempestade, do tipo cúmulo-nimbo.

megahertz (MHz), com um pico máximo em torno de 5 quilohertz (kHz). Os efeitos das radiações eletromagnéticas sobre o homem têm sido estudados de forma crescente nos últimos anos, especialmente no caso dos campos eletromagnéticos gerados por linhas de transmissão de energia de alta tensão. Esses campos, no caso do Brasil, concentram-se em frequências de 50 Hz ou 60 Hz.

Embora o assunto seja controverso, existem evidências relacionando tais campos com doenças como câncer nos glóbulos brancos (leucemia) e distúrbios nos sistemas nervoso e linfático. Na faixa de frequência em que os *sferics* são mais intensos, em torno de 5.000 Hz, ou 5 KHz, não há estudos detalhados dos efeitos biológicos. Algumas evidências, porém, parecem indicar que a ocorrência de *sferics* provoca um aumento da dor em pessoas que tiveram membros amputados ou em pessoas com lesões cerebrais.

Os relâmpagos têm inúmeros efeitos indiretos sobre o homem. Causam prejuízos incalculáveis nas áreas de transmissão de energia elétrica, sistemas de telefonia e telecomunicações em geral, e na indústria aeroespacial. Não são raras as ocorrências de *blackouts* nos sistemas de energia elétrica e de problemas, em aviões e naves espaciais, causados por relâmpagos. Quando os relâmpagos incidem sobre aviões, por exemplo, indu-

zem oscilações de corrente elétrica na estrutura metálica externa. As oscilações penetram no avião através de aberturas na es- eletromagnéticos associados a tais correntes podem causar interferências nos circuitos de computador de baixa voltagem que controlam a aeronave, causando pane momentânea. Os prejuízos, só nos Estados Unidos, atingem cifras da ordem de dezenas de milhões de dólares por ano.

Os incêndios florestais representam outro fenômeno, associado aos relâmpagos, com efeitos indiretos sobre o homem. Geralmente, tais incêndios tendem a ser produzidos por um tipo de relâmpago denominado relâmpago positivo. Tais incêndios podem produzir enormes quantidades de gás carbônico, o que afeta a química atmosférica. Relâmpagos também podem afetar a concentração de ozônio na atmosfera, criando óxidos de nitrogênio a partir da quebra de moléculas que contêm oxigênio e nitrogênio, ou através de uma complexa cadeia de eventos que se inicia pela geração de ondas denominadas *whistlers* e sua posterior interação com os elétrons (partículas eletricamente carregadas) localizados nos cinturões de radiação existentes em torno da Terra. E as descargas elétricas ainda são capazes de alterar as características do solo, aumentando sua fertilidade através da fixação de nitrogênio.

A maior parte dos relâmpagos ocorre em associação com nuvens de tempestade, também conhecidas como cúmulo-nimbo (figura 1), embora possam acontecer em tempestades de neve, em tempestades de areia, em associação com erupções vulcânicas ou mesmo em outros tipos de nuvens.

As nuvens de tempestade costumam durar até algumas horas e são caracterizadas por grande extensão vertical, com seu limite inferior situado tipicamente a dois ou três quilômetros de altitude, podendo alcançar, no topo, altitudes de até 10, 15 ou em alguns casos 20 km. Durante sua curta vida, elas passam por três diferentes estágios: inicial, maduro e dissipativo. Dentro dessas nuvens, cargas intensas desenvolvem-se a partir da colisão entre diferentes tipos de cristais de gelo, atingindo, em alguns casos, uma centena de coulombs. Em geral, tais cargas tendem a se acumular de tal modo que, do ponto de vista de um observador externo, a nuvem pode ser representada por dois grandes centros de cargas: um negativo, próximo à parte inferior da nuvem, onde a temperatura do ar está em torno de -10°C , e outro positivo, poucos quilômetros abaixo do topo da nuvem. Tal estrutura elétrica é denominada dipolo elétrico (ver 'A energia das tempestades', em *Ciência Hoje*, nº 61).

A estrutura elétrica das nuvens de tempestade resulta da ação dos processos microfísicos e microfísicos que ocorrem em seu interior. Os principais processos microfísicos são o gravitacional (em que a ação da gravidade tem maior importância) e o convectivo (em que as correntes convectivas assumem o papel fundamental). Atualmente, acredita-se que ambos os processos sejam importantes na formação da estrutura elétrica das nuvens de tempestade.

No caso dos processos microfísicos, dentre os muitos sugeridos o mais aceito hoje é o denominado teoria colisional. Essa teoria tem como base a colisão de partículas de diferentes tamanhos dentro da nuvem. A transferência de carga durante as colisões pode ser explicada por dois tipos de processos: os indutivos e os não-indutivos. O processo indutivo pressupõe que o campo elétrico atmosférico, conhecido como campo elétrico de tempo bom,

tenha um papel preponderante na separação de cargas, através da polarização de partículas grandes (como o granizo). Sendo esse campo elétrico descendente, a colisão de partículas menores, como cristais de gelo, na parte inferior do granizo transfere cargas positivas deste para tais cristais. Considerado o mais aceito por muito tempo, esse processo tem sofrido sérias críticas nos últimos anos, pois experimentos de laboratório indicaram que a intensidade do campo elétrico atmosférico não é suficiente para que tal processo ocorra.

Dos processos não-indutivos, o processo termodinâmico descrito em 1988 por Earle Williams, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, é atualmente o de maior consenso. O processo estabelece que a polaridade da carga transferida durante uma colisão depende da temperatura local. Se a temperatura local for maior que a temperatura de inversão de carga, estimada em torno de -15°C , o granizo transferirá uma carga negativa para o cristal de gelo. Caso contrário, transferirá uma carga positiva. Apesar dessa descoberta, os detalhes dos processos microfísicos que ocorrem no interior das nuvens de tempestade ainda não estão totalmente esclarecidos.

Quando as cargas contidas dentro da nuvem atingem, em dado local, valores capazes de superar a resistência do ar, ocorre um relâmpago. Nesse instante, o campo elétrico local é da ordem de um milhão de volts por metro, e durante uma fração de segundo (tipicamente $1/3$ de segundo) a potência liberada equivale a aproximadamente um milhão de lâmpadas domésticas. Durante esse tempo, o relâmpago pode percorrer distâncias tão grandes quanto dezenas de quilômetros (boa parte dentro da nuvem, como na figura 2), contido em um canal com diâmetro aproximado de 10 cm, onde a temperatura atinge cerca de 30.000°C , o que equivale a aproximadamente cinco vezes a temperatura na superfície do Sol. É a expansão do ar aquecido ao redor desse canal que produz o som do trovão.

Existem diversos tipos de relâmpagos denominados em função de sua origem ou do ponto onde terminam. Eles podem ocorrer de uma nuvem para o solo, do solo para uma nuvem, dentro da nuvem, entre nuvens, de uma nuvem para a atmosfera acima dela e, finalmente, de uma nuvem para um ponto qualquer no ar (descargas no ar). Os relâmpagos dentro da nuvem são os mais freqüentes. Em latitudes médias (em torno de 45° de lati-

tude geográfica), eles representam 65% do total dos relâmpagos, percentual que sobe para até 80% em baixas latitudes, como no caso do território brasileiro (ver 'As pesquisas no Brasil').

Os relâmpagos da nuvem para o solo, embora não sejam os mais freqüentes, são os mais estudados, por causa de seu perigo potencial. A figura 6 ilustra a ocorrência simultânea de um relâmpago dentro da nuvem com um relâmpago da nuvem para o solo. Por sua vez, os relâmpagos da nuvem para o solo podem ser divididos em dois tipos, os negativos e os positivos, dependendo da polaridade predominante das cargas na região da nuvem de onde se originam.

Os relâmpagos negativos nascem no centro negativo de cargas próximo à base da nuvem e transportam tipicamente cerca de 20 coulombs de carga negativa para o solo. Em geral são mais freqüentes. Os relâmpagos positivos são menos conhecidos, e só foram estudados mais detalhadamente na última década. Acredita-se que, na maior parte das vezes, eles se originam no centro positivo de cargas próximo ao topo da nuvem, transportando do solo para a nuvem uma carga negativa, equivalente à transferência de cargas positivas para o solo. Como nas-

Figura 2. Relâmpago seguindo um longo caminho horizontal na atmosfera.



O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), situado em São José dos Campos (SP), iniciou o estudo dos relâmpagos em 1988, ao criar um projeto de pesquisa denominado 'Eletricidade Atmosférica'. A determinação das características dos relâmpagos que ocorrem no país e o estudo das nuvens eletrificadas de onde se originam são os objetivos do projeto, ainda em desenvolvimento.

Embora o Brasil seja um dos países de mais alta incidência de relâmpagos no mundo, raras pesquisas foram realizadas no passado. Por isso, desde seu início, o projeto despertou o interesse de muitas instituições no país e no exterior. Hoje, o INPE mantém colaborações com o Ministério da Aeronáutica, os governos dos estados de São Paulo e de Minas Gerais, o Instituto Nacional de Meteorologia (Inemet) e a Universidade de Bauru (SP), além da Universidade de Washington, nos Estados Unidos.

Desde as primeiras pesquisas, o projeto adotou a estratégia de unir esforços, através do uso simultâneo de diversas técnicas, para estudar com mais detalhes a complexa estrutura dos relâmpagos. A primeira campanha de observação aconteceu em 13 de dezembro de 1989, com

o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Naquele dia, um balão estratosférico de 7.500 m³ foi lançado, da base de balões do INPE em Cachoeira Paulista (SP), levando instrumentos para medir as cargas contidas dentro das nuvens e o campo elétrico produzido pelos relâmpagos (figura 3). O balão atingiu uma altitude de 30 km, permanecendo ao redor desse nível durante cerca de 11 horas, coletando dados.

Paralelamente ao lançamento, foram realizadas uma radiossondagem local e o monitoramento de diversas informações de fontes diferentes: as imagens no infravermelho enviadas pelo satélite meteorológico Goes-7 (figura 4), os dados coletados pelos radares meteorológicos de São Roque (do Ministério da Aeronáutica) e da Universidade de Bauru, e os dados obtidos pelo sistema de detecção de relâmpagos da Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig).

Durante a campanha, mais de uma centena de relâmpagos foram registrados pelos sensores a bordo do balão, em associação com uma linha de instabilidade, contendo nuvens do tipo cúmulo-nimbo, com topos acima de

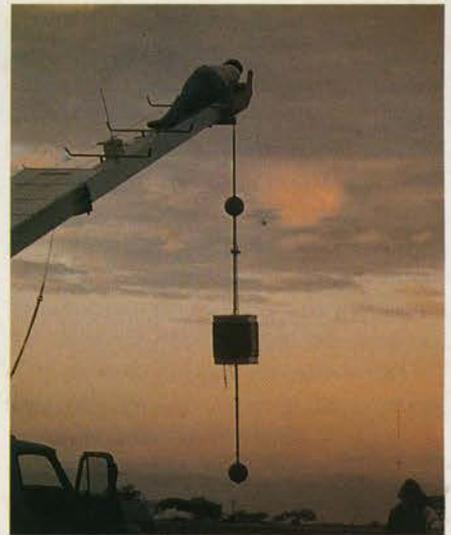


Figura 3. Carga útil desenvolvida pelo INPE e lançada a bordo de balão a 30 km de altitude em 1989 para estudar os relâmpagos.

12 km de altitude, formadas a partir de um sistema convectivo de mesoescala típico desta época do ano no Brasil (figura 5). Intensos campos elétricos, superiores a 4 volts por metro, foram também medidos. Tais campos são 40 vezes maiores que o campo elétrico normal a uma altitude de 30 km (decorrente da diferença de potencial entre a ionosfera e a superfície da Terra), e



Figura 6. Ocorrência simultânea de relâmpagos da nuvem para o solo e dentro da nuvem.

cem na parte superior da nuvem, tais relâmpagos tendem a percorrer maiores distâncias na atmosfera até atingirem o solo. Em alguns casos, isso dá a impressão que esses relâmpagos originam-se em regiões de céu claro. A figura 7 ilustra um típico relâmpago positivo.

Os relâmpagos positivos, por apresentarem uma corrente contínua de maior duração (como será visto adiante), também são mais destrutivos, sendo em geral associados ao início de incêndios em florestas. Os demais tipos de relâmpagos são comparativamente mais raros. Relâmpagos do solo para a nuvem ocorrem em geral a partir de altas torres de transmissão de energia. E os relâmpagos da nuvem para cima ainda são muito pouco conhecidos. Somente nos últimos anos esse tipo de relâmpago tem sido fotografado, sem equívoco, a partir de satélites.

Um tipo curioso de relâmpago, pouco conhecido e muito debatido, é o chamado relâmpago de bola. Esse relâmpago parece originar-se na proximidade de tempestades e seguir caminhos erráticos, nem sempre em direção ao solo. Têm sido descritos, por centenas de observadores, como tendo forma esférica (com algumas dezenas de centímetros de diâmetro), cores variadas (as mais comuns são o vermelho, o laranja e o amarelo) e duração em torno de 10 segundos. Diversas teorias têm sido propostas para explicar tal tipo de relâmpago, com base em formalismos da eletrodinâmica e da física do plasma, mas nenhuma alcançou completo sucesso. Pesquisas em laboratório recentes, no Japão, parecem ter conseguido, pela primeira vez, produzir artificialmente o relâmpago de bola.

Existem ainda os relâmpagos artifi-

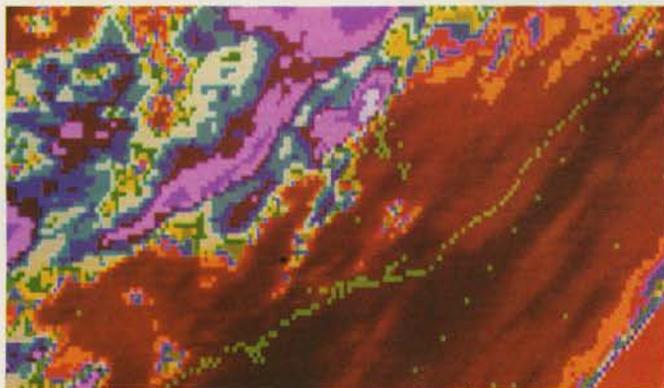


Figura 4. Imagem no infravermelho feita pelo satélite Goes-7 em 13 de dezembro de 1989, às 15:30 horas, da região entre 20 e 25° de latitude sul e entre 40 e 50° de longitude oeste, mostrando o topo das nuvens. Diferentes cores indicam diferentes altitudes dos topos. A posição do balão no instante do registro é indicada por um ponto preto.

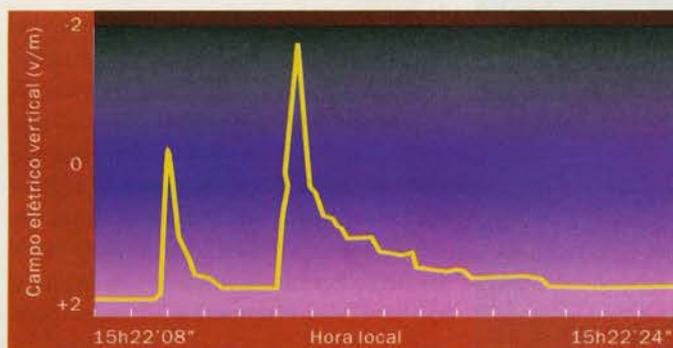


Figura 5. Exemplo de relâmpagos medidos em dezembro de 1989 a 30 km de altitude, entre 15h22'08" e 15h22'24" (hora local).

ciais, isto é, aqueles gerados artificialmente em função da presença de estruturas feitas pelo homem, como foguetes e aviões, por exemplo. As mais recentes pesquisas sobre relâmpagos artificiais têm utilizado pequenos foguetes que carregam um longo fio aterrado. Quando o foguete atinge uma altura em torno de 300 m, o campo elétrico na ponta do fio é suficientemente intenso para originar uma descarga inicial que subsequente evolui para um relâmpago artificial. Esses relâmpagos artificiais têm sido usados para estudar as características dos relâmpagos, já que é possível predeterminar o local e o instante de sua queda.

Os relâmpagos dividem-se em diversas etapas, que dependem do tipo do relâmpago. Tais etapas também mudam em função da estação do ano, do tipo de solo e de outros fatores não-conhecidos.

indicam que cargas tão grandes quanto 100 coulombs devem existir dentro das nuvens.

Os dados de radar e de satélite mostraram a existência, na região das medidas (distantes até 300 km do balão), de uma grande quantidade de cúmulos-nimbos com topos situados acima de 10 km (em alguns casos, atingindo 16 km de altitude), e com diâmetros que chegavam a atingir 50 km. A maioria dos relâmpagos das nuvens para o solo foram positivos, com picos de corrente de até 60.000 amperes.

A análise desses dados levou os pes-

quisadores a concluir que a estrutura elétrica das nuvens e, em consequência, as características dos relâmpagos no Brasil apresentam peculiaridades distintas das verificadas nas outras regiões do mundo em que pesquisas similares foram realizadas, como Estados Unidos e Japão. A descoberta motivou a criação pelo INPE, no início de 1991, do 'Projeto Relâmpago'. Esse projeto tem como finalidade continuar os estudos já iniciados. Para que tais pesquisas sejam aprofundadas, porém, novas instituições têm sido procuradas, para que participem do projeto. O INPE também tem desenvolvido novas técnicas, como sensores óticos e de raios X, para complementar as técnicas antes existentes.

O estudo do relâmpago, tão comum em nossas vidas, e de seus efeitos sobre a atmosfera terrestre é importante não apenas no aspecto científico, de compreensão do fenômeno, mas também no aspecto tecnológico, em função, principalmente, da prevenção de acidentes nas áreas de distribuição de energia elétrica e de aeronáutica. E a combinação dessas duas motivações pode levar a um real progresso nesta área do conhecimento.



Figura 7. Relâmpago positivo saindo de uma região próxima ao topo de uma nuvem cúmulo-nimbo e dirigindo-se ao solo.

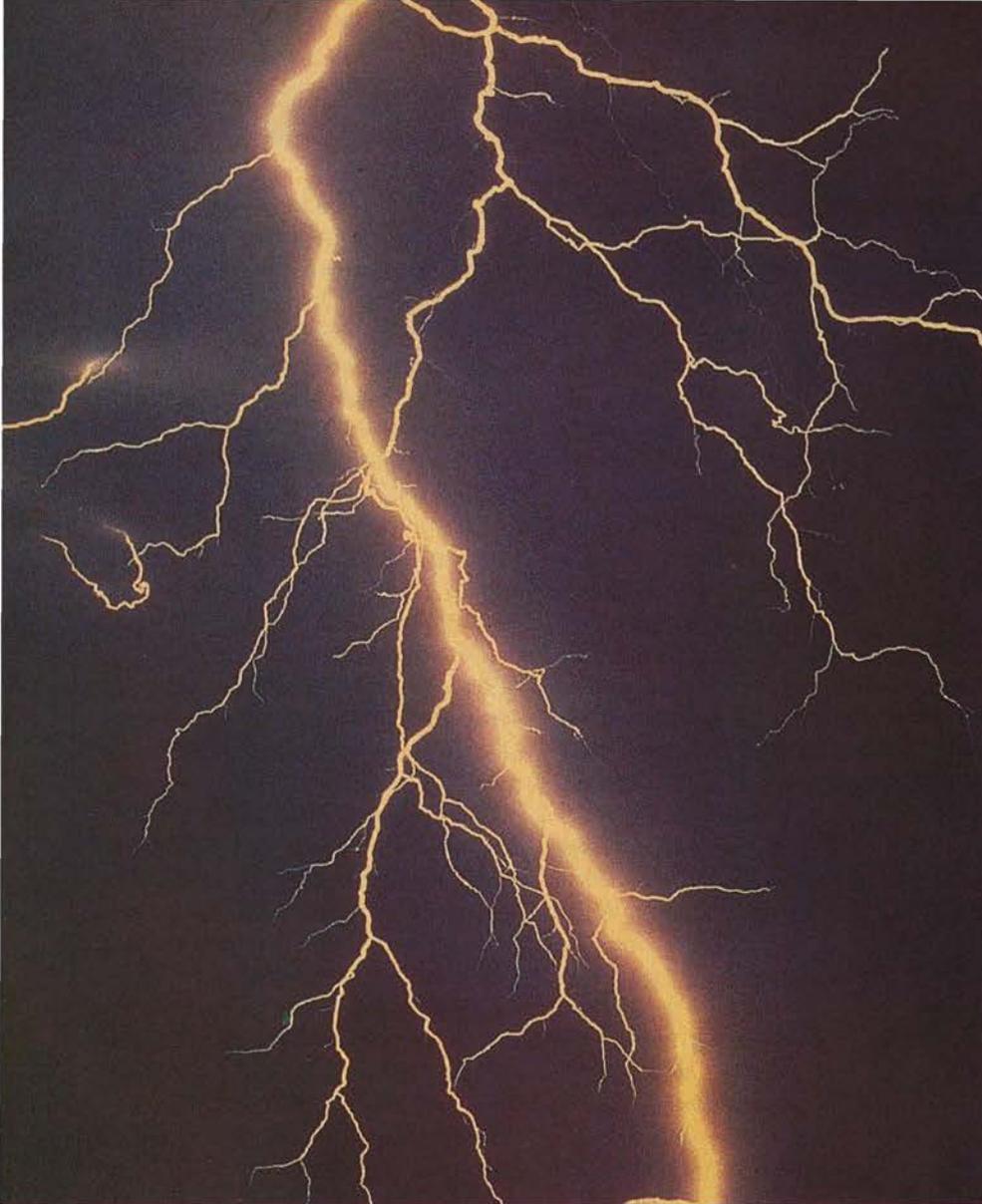


Figura 8. Relâmpago registrado em sua primeira descarga de retorno, tipicamente com a presença de um grande número de ramificações.

Tomando-se como exemplo um relâmpago negativo, da nuvem para o solo, a primeira etapa é uma fraca descarga luminosa (geralmente não-visível) que se propaga em direção ao solo, criando um canal ionizado. Essa descarga, denominada líder escalonado, propaga-se para baixo, até aproximadamente 10 a 20 m do solo, com velocidade média da ordem de 10^5 m por segundo (um milésimo da velocidade da luz).

O líder escalonado geralmente ramifica-se, mas seus ramos não estendem-se até o solo. A duração dessa etapa é de aproximadamente 20 milissegundos, e sua luminosidade é observada, algumas vezes, durante os últimos microssegundos. Essa descarga segue um movimento tortuoso, em estágios discretos (cada um

normalmente com extensão de 50 m e separado do seguinte por um intervalo de 50 microssegundos), em busca dos caminhos mais favoráveis à formação do canal. O líder escalonado carrega uma corrente da ordem de 100 amperes (equivalente a uma corrente de 10 fornos elétricos domésticos), em um canal com um diâmetro estimado em 10 cm.

Quando a parte frontal do líder escalonado aproxima-se do solo, o campo elétrico na superfície intensifica-se, provocando uma nova descarga, denominada descarga conectante. Tal descarga geralmente parte de objetos pontiagudos existentes na superfície, como árvores e edifícios, e desloca-se em direção à parte frontal do líder escalonado. Quando o encontro ocorre, a descarga conectante

transforma-se numa descarga forte e de intensa luminosidade, denominada descarga de retorno. É essa descarga que é vista como um clarão (figura 8).

Na descarga de retorno, as cargas negativas (elétrons) presentes no canal já ionizado pelo líder escalonado são aceleradas, o que cria uma corrente ascendente. Sua velocidade de propagação é da ordem de 10^7 m por segundo, com picos de corrente de 40.000 amperes (no caso de relâmpagos positivos, tem-se medido até 200.000 amperes). A duração de tal descarga é de aproximadamente 70 microssegundos. Em geral, ocorrem três descargas por relâmpago (no caso dos positivos, apenas uma), mas há registros de casos com mais de 20 descargas. Essas sucessivas descargas, em um único relâmpago, são chamadas múltiplas descargas (figura 9).

Para que elas aconteçam, é necessário que ocorra uma nova descarga, denominada líder contínuo, aproximadamente 50 milissegundos após a primeira descarga de retorno. O líder contínuo inicia-se na mesma região de onde partiu o líder escalonado e normalmente propaga-se no canal já ionizado por este. A intensidade do líder contínuo é em geral menor que a do líder escalonado, porque uma parte da carga da nuvem já foi neutralizada. A velocidade de propagação do líder contínuo é maior do que a do líder escalonado, sendo da ordem de 10^6 m por segundo. O processo pode se repetir até o decaimento do canal ionizado.

Em cerca de 30% dos relâmpagos, a descarga de retorno é seguida por uma corrente contínua de aproximadamente 100 amperes, durante um período em torno de 100 milissegundos. Correntes contínuas ocorrem com maior frequência nos relâmpagos positivos, daí o motivo de serem mais destrutivos. Apesar dos relâmpagos serem formados por um conjunto de descargas, o olho humano o percebe, em geral, como se fosse apenas uma. A figura 10 resume as principais características físicas dos relâmpagos da nuvem para o solo negativos.

Apesar de ainda pouco conhecidos, os relâmpagos artificiais possuem características ligeiramente distintas das observadas nos relâmpagos da nuvem para o solo. Em geral, relâmpagos artificiais são



Figura 9. Relâmpago registrado durante uma múltipla descarga. Em geral tais descargas são menos ramificadas que a primeira descarga de retorno.

OS NÚMEROS DO RELÂMPAGO

CARACTERÍSTICA	VALOR TÓPICO
LÍDER ESCALONADO	
Comprimento dos passos (m)	50
Intervalo de tempo entre passos (μ s)	50
Velocidade média de propagação (m/s)	1×10^5
Corrente (amperes)	100
LÍDER CONTÍNUO	
Velocidade de propagação (m/s)	1×10^6
Corrente (amperes)	20
DESCARGA DE RETORNO	
Velocidade de propagação (m/s)	1×10^7
Pico de corrente (amperes)	40.000
Temperatura ($^{\circ}$ C)	30.000
Comprimento do canal (m)	5.000
RELÂMPAGO	
Diâmetro do canal (cm)	10
Número de descargas de retorno	3
Intervalo de tempo entre as descargas (ms)	50
Duração da corrente contínua (ms)	100
Duração (s)	0,3
Carga transferida (coulombs)	25

Figura 10. Características físicas dos relâmpagos da nuvem para o solo negativos.

iniciados por um líder escalonado que move-se para cima, seguido por uma corrente contínua, ao invés da descarga de retorno, característica dos relâmpagos da nuvem para o solo. O processo é algumas vezes seguido por uma sucessão de líderes contínuos movendo-se para baixo e descargas para cima similares às

múltiplas descargas descritas anteriormente.

Nos últimos anos, diversos estudos têm sido realizados em relação à frequência e à distribuição espacial de relâmpagos em sistemas meteorológicos de mesoescala, particularmente em sistemas convectivos, utilizando-se de dados com-

binados de satélites, radares e sistemas de detecção e localização de relâmpagos. Estudos iniciais realizados nos Estados Unidos e na Austrália parecem indicar que sistemas desse tipo podem apresentar taxas tão grandes quanto 2.700 relâmpagos por hora (cerca de cinco vezes maior que as taxas associadas a nuvens de tempestade multicelulares e 20 vezes maior que as observadas para uma nuvem de tempestade isolada). Também parecem indicar que a intensidade dos relâmpagos é inversamente proporcional à latitude geográfica e que os relâmpagos positivos, diferentemente dos negativos, tendem a ocorrer predominantemente em regiões estratiformes e não nas regiões de máxima convecção.

O conhecimento a respeito da estrutura dos relâmpagos aumentou bastante, mas diversas questões permanecem sem resposta. Como o relâmpago inicia-se dentro da nuvem? Quais os processos físicos que controlam a propagação das descargas de retorno? Quais as características dos relâmpagos que ocorrem dentro das nuvens ou entre nuvens? Com o desenvolvimento de diversos sistemas de localização e acompanhamento de relâmpagos, ora em operação em diversos países, inclusive no Brasil, as respostas a estas e outras questões talvez estejam próximas.

Sugestões para leitura

- GIN, R.B.C. 'Estudo coordenado de um sistema de tempestade sobre a América do Sul'. Dissertação de mestrado, INPE, 1991.
- PINTO, I.R.C.A. 'Estudos sobre campos elétricos e condutividade associados a nuvens eletrificadas na região da América do Sul'. Tese de doutoramento, INPE, 1987.
- WILLIAMS E.R. 'The electrification of thunderstorms'. Scientific American n. 5, v. 259, p. 48, 1988.
- UMAN, M.A. & KRIDER, E.P. 'Natural and artificially initiated lightning'. Science n. 4.929, v. 246, p. 457, 1989.

Forma & Sentido

*Como o conhecimento
de uma língua
se organiza
na mente das pessoas?*



Miriam Lemle
Maria Ângela Botelho Pereira
Humberto Peixoto Menezes

*Departamento de Linguística e Filologia,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

ILUSTRAÇÃO CESAR LOBO

Qual é a natureza da relação entre a representação de um som e a representação de um sentido?

As pessoas usam a língua em situações de discurso que estão, por sua vez, inseridas em diferentes situações socioculturais. As variações de uso podem decorrer, por exemplo, do grau de formalidade que existe entre os interlocutores. A mesma pessoa usa variedades de linguagem diferentes, por exemplo, numa situação formal e quando fala a uma criança.

Há posições distintas entre os lingüistas a respeito do relacionamento entre cultura e discurso de um lado, e gramática de outro. Um grupo acredita que esses campos não são autônomos. Para estes, as categorias socioculturais e discursivas se impõem às categorias da gramática, determinando-as. Outro grupo encara a estrutura interna da língua – ou seja, sua estrutura gramatical – como fator dotado de categorias autônomas. Neste artigo, lançamos mão da análise da relação entre estrutura semântica e unidades lexicais, para dar evidências em favor da segunda posição, na qual os autores deste artigo se incluem.

Para esse grupo de lingüistas, a língua é um dos sistemas cognitivos da mente humana. Os mecanismos da língua estabelecem relação entre a cadeia de sons que produzimos ao falar e o sentido que construímos na mente. A gramática é composta do conjunto integrado desses mecanismos. O subsistema da fonologia permite à mente organizar a representação dos sons da fala. O da sintaxe é o responsável pela estrutura das sentenças, e o da semântica trata da formação dos conceitos que definem o significado das palavras e das combinações de significados decorrentes da estrutura sintática. Eles são constituídos por suas próprias entidades básicas e seus princípios de organização. Relacionam-se uns com os outros através de regras de correspondência, mas as unidades elementares de cada uma dessas estruturas são definidas no interior do próprio subsistema (ver 'As unidades de cada subsistema').

Admitir a autonomia da gramática

não implica negar que fatos não lingüísticos possam afetar elementos da língua. Sem dúvida, o repertório lexical (ou seja, o vocabulário de cada pessoa) é extremamente permeável à influência dos fatos culturais. Por exemplo, os esquimós têm um rico repertório de palavras para designar as diferentes modalidades da neve. Populações rurais têm grande riqueza de vocabulário para nomear plantas. Pescadores sabem muitos nomes de peixes e assessorios de pesca. Economistas são famosos pelo seu jargão técnico, dito 'economês'.

No entanto, as influências culturais não são nem previsíveis, nem regulares, e sempre dão como resultado final formas lingüísticas que se acomodam perfeitamente dentro do sistema da gramática já existente. Por exemplo, os substantivos classificam-se segundo as categorias de gênero e aceitam sufixo de grau e flexão de número.

Por outro lado, nunca se pôde comprovar que as mudanças de gramática registradas pela história das línguas (afinal, as línguas também mudam) derivam deterministicamente de mudanças socioculturais. É muito

mais coerente admitir que tais mudanças se dão por força de opções inerentemente lingüísticas. Por exemplo, nas línguas derivadas do latim vulgar, um mecanismo alternativo com a mesma função das declinações – o uso de preposições – acabou por alastrar-se, substituindo quase totalmente as marcas morfológicas de caso nominativo, genitivo, acusativo etc.

Conceitos x estrutura das palavras

A autonomia entre o subsistema da sintaxe e o da semântica pode ser mostrada pela análise da correspondência entre eles em dois tipos de expressões lingüísticas: palavras e sintagmas (locuções, ou seja, expressões com mais de uma palavra). Tomemos alguns casos de correspondência entre estruturas morfológicas (isto é, a forma das palavras) e estruturas conceptuais de uma série de verbos que contêm a noção de 'retirar algo de algo': desossar; descaroçar; descascar; pelar; escamar; espumar, por exemplo.

Temos nesse conjunto de verbos duas formas de correspondência entre a

As unidades de cada subsistema

Na fonologia, falamos de unidades de som como 'fonemas', 'sílabas', 'grupos de acento'. Na sintaxe, falamos de unidades como 'morfemas', 'palavras' e 'sintagmas'. Na semântica, falamos de 'coisa', 'evento', 'ação', 'qualidade', 'lugar', 'modo'. A autonomia entre esses três subsistemas pode ser ilustrada observando-se o desencontro entre as suas unidades.

Tomemos a frase seguinte: Meus amigos estão morando em uma espécie de hotel. Pronunciada no ritmo da fala coloquial, nota-se que a segmentação em sílabas não coincide totalmente com as fronteiras das palavras e que, na fala rápida, alguns fonemas são suprimidos, como as vogais finais de morando, uma, espécie:

Meu/sa/mi/go/sis/tão/mo/ran/dem/u/mis/pé/ci/dio/téu.

Estes desencontros nos obrigam a concluir que sílabas e palavras são unidades desvinculadas umas das outras. Em outras palavras: autônomas.

O desencontro na relação entre a sintaxe e a semântica pode ser ilustrado com estas duas frases:

Voltar para casa na hora do *rush* é um aperto.

A volta para casa na hora do *rush* é um aperto.

Ambas as frases têm como sujeito uma expressão que designa uma 'ação', porém sintaticamente essa noção está expressa, na primeira, pela oração 'voltar para casa' e na segunda pelo sintagma nominal 'a volta para casa'. Vemos, assim, que ao mesmo tipo de noção semântica podem corresponder dois (ou mais) de construções sintáticas.

A cozinha e a lingüística

A terminologia da culinária é um bom campo para mostrar que situações socioculturais não determinam a estrutura conceitual do léxico. Quando uma dona de casa segue uma receita, precisa executar os mesmos processos, seja qual for a sua língua. No terreno da arte culinária, temos a certeza de que a receita de um prato dada numa língua ou em outra deverá, com muita precisão, orientar quem o prepara a realizar os mesmos atos para obter a mesma comida.

Examinemos o verbo inglês *to dice*, utilizado em instruções do tipo *dice the meat*. A análise da estrutura conceitual desta frase precisa levar em conta que o substantivo *dice* significa *dado*, um tipo específico de cubo. *To dice* significa 'cortar a carne em forma de dados'. A estrutura conceitual será, então, algo como [fazer com que alguma coisa fique com a forma de dado].

Em português, não dispomos de um verbo para expressar esta ação: seria algo como 'dadear', ou 'dadizar', que não existe por mera idiosincrasia, pois encontramos palavras com estrutura conceitual semelhante, como *empedrar*, ou *embolar*. Para nos referirmos a essa etapa do preparo da comida, dizemos então *cortar em pedaços*, *cortar em cubinhos*, ou simplesmente *picar*, que não fazem, entretanto, referência à forma final do produto. Da mesma forma, *to dice* não faz referência à ação de cortar, mas a representação mental do ato de transformar a carne em partes com a forma de dado traz implícita esta operação.

É importante observar que, embora o verbo *to dice* não

exista em português, não estamos impedidos de conceber que a carne pode ser dividida em pedaços com o formato de dados. Acontece apenas que não costumamos nos servir dessa comparação ao concebermos o ato de cortar um alimento. A conclusão é que um mesmo ato pode ter uma representação mental não-lingüística e uma representação mental lingüística, e as duas não precisam necessariamente coincidir.

O verbo *to soak* é usado em instruções do tipo *soak the beans in water*. Em português, a expressão correspondente no contexto discursivo da culinária é 'deixe os feijões de molho', que também não corresponde à expressão inglesa totalmente. *To soak* significa conceitualmente *embeber*, *empapar*, *encharcar*, ou seja, [imersão em líquido até o ponto de saturação], e não apenas [imersão em líquido], que é o equivalente a 'deixar de molho'. Note-se, mais uma vez, que não estamos impedidos, em português, de falar em *embeber*, *empapar* ou *encharcar os feijões*, nem conceitual nem morfossintaticamente.

O verbo *to sprinkle* significa 'fazer cair em pequenas gotas ou partículas'. Para traduzi-lo para o português, no domínio da culinária, temos 'borrifar', se as partículas forem líquidas, e 'polvilhar', se as partículas forem de algum pó. Assim, desta vez, o português selecionou para o vocabulário da cozinha dois termos mais específicos do que o inglês para a mesma situação.

O verbo *to strain* aparece nas receitas em frases como

estrutura morfológica e a estrutura conceitual: nos três primeiros está presente o prefixo *des*, que expressa o significado de 'subtrair', 'tirar de'. Nos outros três, ao contrário, não há prefixo que expresse fisicamente esse conceito.

Verificamos, também, a correspondência entre a estrutura morfológica e a estrutura conceitual numa segunda série de verbos que expressam a idéia de 'acrescentar algo a algo': apimentar; amanteigar; açucarar; atapetar; manchar; cuspir; recheiar.

Assim como na primeira série, temos duas formas de correspondência: uma em que ao conceito de acréscimo corresponde uma forma física – o prefixo *a-*, outra em que este conceito prescinde de marca morfológica. Resulta então de nossas observações que, tanto os verbos que expressam 'retirada' como os que expressam 'acréscimo', se dividem em dois subconjuntos: um em que esses conceitos não têm expressão morfológicamente segmentável, outro

em que há um segmento, o prefixo que expressa o sentido.

Observando essas duas classes conceituais (retirar, acrescentar) com suas subdivisões morfológicas, chegamos à conclusão que conceito e forma não estão ligados por um paralelismo perfeito. É mais esclarecedor, portanto, definir as estruturas conceituais como autônomas em relação às formas das palavras.

Essa conclusão se reforça ao examinarmos a formação dos conceitos que definem o significado das palavras. Os conceitos se formam a partir de elementos primitivos semânticos, indicadores de noções que representamos como [evento], [mover], [causar], [coisa], [caminho], [para], [desde] etc. Assim, por exemplo, a primeira série de verbos que vimos significava [retirar algo de algo].

Esses elementos conceituais – que formam de fato um 'vocabulário conceitual' – são regidos por princípios

que os estruturam em conceitos complexos. Os dois – vocabulário e princípios – nos permitem expressar explicitamente os dois conceitos representados na primeira e na segunda séries de verbos, ou seja [retirar algo de algo] e [acrescentar algo a algo].

Por sua vez, o componente de regras morfológicas (que definem a forma, *morfos*, em grego, das palavras) lida com unidades elementares como raízes e afixos, e com princípios de estruturação desses elementos em unidades lexicais complexas. Essas unidades e esses princípios nos permitem atribuir, por exemplo, a apimentar a seguinte estrutura morfológica: [*a* [[*piment*] *a*] *r*], em que *piment* é uma raiz nominal, *apimenta* é uma raiz verbal, e *apimentar* é a forma final do verbo, já com a desinência *-r* do infinitivo.

Quando submetemos o verbo *pelar* ao mesmo tratamento, verificamos que a sua representação morfológica é:

strain through a sieve. Para fazer menção a esse mesmo ato, dizemos em português 'escorra numa peneira', mas em termos de estrutura conceitual *to strain* e *escorrer* são bem diferentes. O primeiro significa [aplicar pressão em], enquanto *escorrer*, em expressões do tipo 'escorra o caldo', é [causar a saída de um líquido de dentro de matéria sólida].

Apesar da diferença conceitual entre esses dois verbos, eles se 'traduzem' no contexto da atividade culinária. Já temos na mente a representação de um conhecimento, proveniente de nossa experiência com o mundo: se é aplicada pressão em um composto que contém líquido e que está sobre uma peneira, resulta que o líquido escorre e a parte sólida permanece. O ponto de contato entre as 'traduções' das ações nas diferentes línguas pode decorrer de uma relação lógica inscrita nas próprias palavras. É o caso de *to soak/deixar de molho* e *to sprinkle/borrifar, polvilhar*. Mas nos casos de *to strain/escorrer* e *to dice/picar*, a relação lógica passa através da nossa representação mental dos fatos do mundo, do nosso saber não-lingüístico.

As relações entre a estrutura conceitual de uma palavra e seu uso pelo saber não-lingüístico (no caso, a culinária) são totalmente arbitrárias. Por exemplo, a palavra inglesa *dredge* significa *draga*; o verbo *to dredge*, é 'usar uma draga', por exemplo, para limpar o leito de rios ou canais. No entanto, *dredge the cake with sugar* significa 'polvilhe o bolo com açúcar' e *dredge the cutlets before frying*, 'polvilhe as costeletas (com farinha) antes de fritá-las'. Quer dizer: em

inglês ocorre a extensão de 'dragar' do âmbito das operações de engenharia para o das operações culinárias, extensão essa que não ocorre em português.

Os exemplos são inúmeros. *Coat* significa 'casaco' e *to coat* 'cobrir com um casaco'. No entanto, *coat with flour* será em português 'cobrir com farinha' e não 'encasacar com farinha'. O verbo *to fold* significa 'dobrar' em frases como *he folded his arms* (ele dobrou seus braços); mas nas atividades culinárias diz-se *fold in the egg whites*, para indicar que as claras devem ser incorporadas suavemente a uma mistura. Em português, o uso de 'dobrar' não se estende para o contexto culinário de misturar ingredientes.

Por outro lado, o verbo 'bater' pode ser traduzido para o inglês como *to beat* em muitos usos, como em: Meu coração estava batendo rápido (*My heart was beating fast*). O guarda bate no homem (*The cop beat the man*). Bater as claras dos ovos (*to beat the egg whites*). Mas em muitos outros usos *bater/beat* não será uma boa tradução. Por exemplo, em *o ônibus bateu no caminhão, o sol bate na parede, bateram à porta, a porta bateu, todos bateram palmas, o Vasco bate o Flamengo*, os verbos serão respectivamente *to strike, to sbine, to knock, to slam, to clap, to defeat*.

Tudo isso nos mostra que a correspondência entre a estrutura conceitual de uma palavra e seus contextos de uso também é imprevisível. Isto é: não se pode determinar em que tipos de contexto a palavra será costumeiramente empregada.

[[[*peel*] a] *n*]. A observação importante é que não há nada na estrutura morfológica de *pelar* (como não há na de *manchar*) que remeta inerentemente ao conceito de [direção de movimento] contido na noção de retirada, ou na de acréscimo. Na ausência dos prefixos *des* e *a*, a relação entre a forma da palavra e sua estrutura conceitual precisa ser aprendida em cada caso.

O fato de não haver necessariamente isomorfismo (coincidência de forma) entre a estrutura conceitual e a estrutura morfosintática das palavras traz embutidas algumas previsões. Uma é que pode haver palavras ambíguas. E de fato elas existem: *espumar*, por exemplo, significa 'tirar espuma de' (quando se fala em 'retirar a espuma que se forma pela fervura de certos alimentos'), mas pode significar também 'fazer espuma' ('espumar de raiva').

Outra previsão é que em diferentes

línguas o tipo de correspondência entre as estruturas conceitual e morfológica não será necessariamente o mesmo. Realmente, verificamos isto notando que as palavras inglesas correspondentes a *desossar, descaroçar* e *descascar* são respectivamente *to bone, to seed* e *to peel*, que não apresentam marca formal que expresse o conceito de [retirada], embora esse conceito esteja tão presente nelas quanto nas suas contrapartes do português dotadas do prefixo *des*. Da mesma forma, *to butter*, que significa *amanteigar*, não tem nenhum prefixo que expresse o conceito de acréscimo.

Em resumo, pudemos ver com esse pequeno conjunto de exemplos que, as estruturas conceituais não se espelham necessariamente em estruturas morfológicas. Este desencontro foi visto confrontando palavras conceitualmente idênticas em uma mesma língua e em línguas diferentes.

Estrutura dos conceitos x estrutura dos sintagmas

O não-isomorfismo entre as duas estruturas também é observado em unidades constituídas de mais de uma palavra, os sintagmas. Em certos casos, encontramos equivalência, como em: *desengordurar o fogão*, que significa 'tirar a gordura do fogão', em que o verbo traz o prefixo *des*, responsável pelo conceito [retirar algo de algo]. Entretanto, *etiquetar as pastas* significa 'colocar etiquetas nas pastas', sem que nenhum prefixo traga explícito o conceito de 'acrescentar algo a algo'.

Aqui também aprendemos que não há uma relação necessária entre o que é expresso e como essa informação se distribui pelos elementos formadores do sintagma. Por isso, podemos prever que muitos conceitos expressos por uma única palavra não terão uma expressão sintagmática equivalente. Exemplo de difícil substituição por um sintagma de uso aceitável é a palavra assinalada na

frase: 'Lusineide mandou *empalhar* o cadáver de sua arara', onde o verbo empalhar sintetiza uma série de operações envolvendo retirada de vísceras, tratamento químico, recheamento etc.

Por outro lado, muitos conceitos expressos por sintagmas não encontram expressão em uma palavra única correspondente. Por exemplo, 'colocar num pote', 'bater com um bambu', 'passar geléia em', 'transformar em coisa delicada' estão neste caso, porque empotar, bambuzear, geleiar e delicadizar não existem como palavras da língua, embora 'colocar num caixote', 'bater com um chicote', 'passar manteiga' e 'transformar em coisa torta' tenham seus equivalentes respectivamente em encaixotar, chicotear, amanteigar e entortar.

Todos esses exemplos convergem para mostrar que a relação entre estrutura conceitual e estrutura morfosintática é muito variada. Somente adotando uma visão modular do sistema lingüístico, isto é, admitindo que ele se divide em módulos, ou subsistemas, podemos descrever e compreender a razão dessa diversidade. Com essa visão, ficam abaladas a primariedade do signo lingüístico (ligação inerente entre forma e significado) pregada pelo lingüista Ferdinand de Saussure e a crença de que o modo pelo qual significado e forma estão associados em uma determinada língua é o melhor para expressar o pensamento. E, no caso inverso, de povos tomados por sentimento de inferioridade inspirado no colonialismo cultural, morre pela base a crença em carências expressivas inerentes à sua língua.

Nessa visão, os elementos primários do sistema cognitivo responsável pelo nosso uso da língua são os elementos de cada subsistema e os princípios que os organizam em módulos autônomos. A conclusão a que chegamos é que nem o significado determina a existência de uma unidade lexical (algumas estruturas conceituais não atingem a lexicalização, como 'bambuzear'), nem a morfologia de uma palavra determina automaticamente o

seu significado (vimos que há palavras que se assemelham em estrutura mas se opõem no sentido).

Em resumo, ilustramos neste texto a motivação que está levando muitos lingüistas a verem a língua como um sistema autônomo em relação a outros sistemas de representação cognitiva. Vimos que não podemos prever totalmente o significado que deverá corresponder às palavras, nem se uma determinada noção contará com uma determinada forma para expressá-la. A comparação de termos usados em culinária (ver 'Cozinha e lingüística') mostra que também não há imposição do contexto de uso (extralingüístico) sobre as estruturas conceituais: se partimos de condições de uso uniformes, verificamos que diferentes estruturas conceituais são convocadas para lidar com elas; se partimos de uma estrutura conceitual determinada, verificamos que é impossível prever o uso que as palavras terão nos vários contextos extralingüísticos.

Esse modo de conceber a língua nos permite compreender melhor o que é um dicionário, o que é uma tradução e o que é inovação na língua. Um verbete bem feito deverá identificar com clareza o que está inserido na estrutura conceitual da palavra e quais as diversas acepções que ela poderá ter em diferentes contextos de uso. Sendo assim, uma tradução quase nunca é simplesmente a substituição de uma palavra por outra de outra língua, com expressão conceitual correspondente.

O que numa língua se expressa com uma palavra pode se expressar em outra língua com uma palavra de estrutura conceitual totalmente diferente (por exemplo, *dredge*/polvilhar). Esse mesmo mecanismo, que permite distinguir no verbete do dicionário entre o que é estrutura conceitual primária e o que é extensão de uso, está na base da criação de inovações na língua.

Como começa a inovação? Como uma língua se modifica? É evidente que qualquer projeto de trabalho que se proponha a lidar com questões dessa natureza só poderá se tornar produtivo a partir de um modelo teórico da

gramática e da mente, um modelo em que as compartimentações de regras, suas relações e a metalinguagem estejam bem delineados para que se possa ver algum sentido na floresta de fatos.

Sugestões para leitura

- AKMAJIAN, A. 'The complement structure of perception verbs in an autonomous syntax framework'. In Culicover, Peter, Thomas Wasow & Adrian Akmajian (eds.) *Formal Syntax*, N.Y., Academic Press, 1977, pp. 427-470.
- BASÍLIO, M. *Estruturas lexicais em português*, Petrópolis, Vozes, 1980.
- BLIKSTEIN, I. *O signo*. São Paulo, Ática, 1985.
- BOTELHO PEREIRA, M.A. *Gênero e número em português. Estudo das relações forma-sentido na gramática*. Rio de Janeiro, UFRJ, 1987.
- CHOMSKY, N. 'Questions of form and interpretation'. *Linguistic Analysis*, 1, 1, 1975, pp. 75-109.
- JACKENDOFF, R. *Semantics and Cognition*, Cambridge, Mass., MIT Press, 1983.
- LYONS, J. *Linguagem e lingüística*. Rio de Janeiro, Zahar, 1988.

Quando um inseto pica o homem, ocorre uma guerra química entre as substâncias presentes na saliva desses animais e as encontradas no sangue humano. O trabalho do pesquisador fluminense José Marcos Chaves Ribeiro, pesquisador da Universidade de Arizona (EUA), é descobrir como os insetos desarmam o mecanismo de defesa do organismo que impede a perda de sangue.

Com um dos laboratórios que mais se destacam no mundo no estudo da bioquímica dos insetos, Ribeiro dedica seus dias ao estudo de insetos e carrapatos chupadores de sangue. Em paralelo à sua linha de estudo, ele acompanha a pesquisa da Organização Mundial de Saúde (OMS), que pode levar ao mosquito transgênico, que teria resistência natural contra a malária. Mas seu principal hobby é estudar a dinâmica de populações de insetos.

Formado em medicina pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Ribeiro fez mestrado e doutorado no Instituto de Biofísica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Começou a estudar insetos e carrapatos chupadores de sangue em 1977, ainda no Brasil.

Em 1981, o pesquisador trabalhou por um ano na Universidade de Tufts, em Boston, cidade para onde voltou em 1983, como professor visitante da Escola de Saúde Pública da Universidade de Harvard. Cerca de dois anos depois, foi contratado como professor-assistente e, em 1989, como adjunto. Em 1990, Ribeiro foi para a Universidade do Arizona como professor-titular.

Entrevista concedida a Luisa Massarani (Ciência Hoje/Rio de Janeiro).

José Marcos Chaves Ribeiro

Guerra química entre homens e insetos

Como é o mecanismo para impedir a saída do sangue de nosso organismo?

Inicialmente, as pessoas achavam que a hemostasia, como é chamado o conjunto de mecanismos fisiológicos que impedem a perda de sangue, era só a coagulação. Atualmente, sabe-se que é um fenômeno mais complexo. Quando ocorre ferimento, há uma agregação imediata das plaquetas (uma das células sanguíneas). Depois, algumas substâncias contraem o vaso e seguram o agregado das plaquetas (trombo). Nem precisa da coagulação. Na realidade, a coagulação é vista hoje como um mecanismo secundário em pequenos cortes como os produzidos por insetos. Se essas reações funcionassem toda vez que os insetos tentassem chupar sangue, a vida ia ficar muito mais difícil para eles. Estudo, principalmente nos insetos, os mecanismos com os quais esses animais impedem a agregação das plaquetas e a vasoconstrição.

Como os insetos desarmam nossas defesas?

Quando penetram a pele do homem, eles rompem algum vaso sanguíneo. Teoricamente, o organismo colocaria imediatamente um trombo de plaqueta nesse local, contrairia o vaso e não haveria

então perda de sangue. Mas, ao mesmo tempo que perfuram mecanicamente a pele, eles 'cospem' nela. Nessa saliva, dependendo do inseto, existem anticoagulantes, vasodilatadores e antiagregantes de plaquetas, que juntos desarmam os mecanismos de defesa do homem. É uma guerra química que ocorre ali. O meu trabalho é descobrir como cada inseto está desarmando o nosso mecanismo.

Quais as substâncias envolvidas nessa 'guerra química'?

Para impedir a agregação plaquetária, quase todos os insetos descobriram uma enzima, a apirase, que também existe na parede interna de nossos vasos sanguíneos. Sua função é impedir que a plaqueta grude nessa parede. Antes, se pensava que era uma mistura de enzimas, mas hoje sabe-se que é uma só. Foi o João José Sarkis, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que mostrou que o barbeiro (inseto vetor da doença de Chagas) tinha essa enzima. O interessante na evolução desses insetos e na dos artrópodos que chupam sangue é que não existe uma 'Eva chupadora de sangue', da qual todos se originaram. A origem da hematofagia é polifilética: ela surgiu independentemente em vários lugares. Por exemplo, o mosquito evoluiu de forma independente do borrachudo. Dentro de uma mesma família, gêneros diferentes descobriram soluções diferentes. No caso da agregação plaquetária, todos descobriram a apirase. Mas há uma grande diversidade de vasodilatadores. O barbeiro, por exemplo, tem óxido nítrico.

Como o barbeiro consegue estocar o óxido nítrico, gás que tem uma vida curta, de alguns segundos?

Nem todos os barbeiros têm esse mecanismo. Só os *Rhodnius*, que desenvolveram um modo de estabilizar o óxido nítrico. A glândula salivar dos *Rhodnius* é bem vermelha e tem uma proteína do grupamento heme, do qual a hemoglobina do sangue humano também faz parte. Esse grupamento heme, que dá a cor ao sangue humano, pode se ligar aos gases. Por exemplo, o oxigênio se liga ao ferro da hemoglobina, que o transporta ao pulmão. O barbeiro desenvolveu uma molécula com heme, cujo ferro se liga ao óxido nítrico. Assim, essa molécula serve para estabilizar e transportar o óxido nítrico.

E os outros animais?

O carrapato tem como vasodilatador a prostaglandina, um lipídeo derivado do ácido araquidônico. Os flebotomíneos, insetos que transmitem a leishmaniose, desenvolveram um peptídeo, o maxidilan, que é o vasodilatador mais potente que conhecemos. Mosquitos do gênero *Aedes* têm taquicinas, substâncias semelhantes às encontradas em vertebrados, como a substância P ou neurocinina. Outro tipo de mosquitos, os *Anopheles*, descobriram a peroxidase, enzima que ainda estou estudando, mas que parece capaz de destruir substâncias vasoconstritoras.

“Quem sabe uma vacina contra a saliva da leishmania não bloqueie a transmissão de leishmania?”

Não se conhecia a existência do maxidilan?

Esse vasodilatador que descobrimos não tem semelhança com nada descrito anteriormente. Mas, se ele está atuando em nosso organismo, é porque temos receptor para ele. Outra possibilidade é que não tenha analogia com a seqüência de aminoácidos de moléculas de vertebrados, mas sim com a estrutura tridimensional dessas moléculas usando outros aminoácidos. Se a

segunda hipótese for confirmada, ele representa, então, um caso típico de evolução convergente, como o famoso lobo e o lobo da Tasmânia. O lobo da Tasmânia é um marsupial, parente próximo de nosso gambá, mas parece muito com um lobo. Eles evoluíram para a mesma forma por um acaso.

Por que você optou por essa linha de pesquisa? Há usos práticos?

A razão pessoal – que não tem nada a ver com a razão social – é para satisfazer minha curiosidade. Esse campo é uma fonte inesgotável por causa da diversidade. Do ponto de vista social, estamos entendendo mais os mecanismos básicos de transmissão de parasitas. Por exemplo, na malária, mostramos que, quando a glândula salivar está infectada por esporozoítos, há redução de cerca de cinco vezes na quantidade de apirase na saliva. Com isso, o mosquito não consegue neutralizar eficazmente os efeitos de nossa plaqueta e, portanto, não consegue chupar grandes quantidades de sangue. Ele precisa, então, picar outra pessoa. Ou seja, não consegue chupar sangue, mas transmite o esporozoíto causador da malária. Na saliva da leishmania, descobrimos o vasodilatador muito persistente, o maxidilan, do qual já falei. Vasodilatadores persistentes são em geral imunossupressores. Em testes com camundongos, vimos que é necessário injetar 100 mil, às vezes até um milhão de leishmanias para provocar uma infecção. Mas, quando a leishmania está misturada à saliva do flebotomo, menos de 100 delas já provocam a doença. Quem sabe uma vacina contra a saliva não bloqueie a transmissão de leishmania? Esse conhecimento pode gerar também novas substâncias farmacológicas de interesses diversos, como o vasodilatador. Algumas indústrias já estão tentando comercializá-lo.

E o mosquito transgênico?

Isso que relatei são as pesquisas que estou fazendo, mas tem as brincadeiras em torno do assunto. Por exemplo, tenho interesse em dinâmica de populações. A cada dois anos, publico um trabalho sobre modelos matemáticos nessa área. É mais um *bobby*, como o da minha avó, que gostava de palavras cruzadas. Acabei me envolvendo com o programa de doenças tropicais da Organização Mundial de Saúde (OMS), no qual se queria organizar uma área de estudo básico sobre insetos, principalmente por causa das idéias de Louis Miller, chefe do Laboratório de Malária dos Institutos Nacionais de Saúde (EUA).

Em um encontro, a OMS manifestou sua intenção de que conhecêssemos mais sobre o mosquito transmissor da malária

para se avaliarem as possibilidades de fazer um mosquito transgênico resistente a essa doença. Falei que não ia me envolver nisso. Achava impossível introduzir um gene no mosquito e fazê-lo se espalhar na população inteira. Mas, no mesmo encontro, o Allan Spradling mostrou ter introduzido elementos de transposição (fragmentos de ADN) em drosófilas. Recentemente, verificou-se que esses elementos se espalharam e se fixaram em uma população desses insetos. Com isso, todas as razões teóricas que eu tinha para não aceitar esse programa se foram.

Há elementos de transposição no homem?

Estamos cheios deles. É comum a convivência deles com diferentes espécies. Por exemplo, 99,99% do genoma do lírio são desses elementos. Um fato interessante é que grande parte dos elementos de transposição, ou transposons, são extremamente específicos. Alguns pesquisadores já tentaram introduzir o elemento P, presente na *Drosophila melanogaster* e na *Drosophila willistoni*, em outras espécies por ser uma excelente forma de introduzir genes, mas não conseguiram.

O senhor organizou um encontro promovido pela OMS, em 1991, para discutir as prioridades para o desenvolvimento do mosquito transgênico. Quais foram os principais temas abordados?

Foram três dias, cada um dedicado a uma área que eu considerava fundamental. No primeiro dia, discutiu-se qual o substrato molecular que possibilita um parasita sobreviver dentro de um hospedeiro. Só entendendo isso é que vamos conseguir romper com o ciclo de vida do parasita dentro do hospedeiro. No segundo dia, abordou-se as bases moleculares de transformação do mosquito, porque até aquele momento não se conhecia elemento de transposição algum em mosquitos. Achávamos que, como conhecíamos 20 tipos desses elementos em drosófilas, eles também deveriam existir em mosquitos. Hoje, já há dois descritos em mosquitos. No último dia, falamos sobre a necessidade de conhecer a dinâmica de populações dos mais importantes mosquitos transmissores de malária. Para soltar um gene e ver se ele se espalha na população é preciso entender a estrutura populacional, algo ainda pouco estudado. A conclusão do encontro é que se focalizássemos o estudo nessas três áreas talvez conseguíssemos o mosquito transgênico daqui a 20 anos. Se vai ser solto ou não, a história é outra.

A sociedade aceitaria bem se os pesquisadores soltassem o mosquito transgênico?

Imagino que só vai aumentar a preocupação, mas isso não está ocorrendo só pelo mosquito transgênico. A tecnologia transgênica está explodindo nesses últimos anos e acredito que ela vai ter o mesmo problema que a fissão nuclear teve. Essa é a fissão nuclear da biologia, com todas as implicações positivas e negativas. A sociedade vai ter que discutir a questão e decidir se quer usufruir

“Até atingirmos os 20 anos previstos para a obtenção do mosquito transgênico, podemos sobrepor as pesquisas, tentando resolver problemas que estão acontecendo agora.”

dessa tecnologia, se quer atravessar a rua ou não. Espero que a razão prevaleça e que atravessemos a rua sabendo exatamente o que tem do outro lado e o que há no caminho.

Já houve casos de a sociedade resistir em aceitar produtos transgênicos?

Houve recentemente uma confusão para conseguir que o FDA (órgão norte-americano responsável pela fiscalização e regulamentação de alimentos e remédios) aprovasse o

tomate transgênico, no qual se introduziu uma molécula de peixe, o *antifreezing*. Essa molécula impede que os peixes congelem, mesmo quando os lagos ficam gelados. Isso é particularmente interessante nos EUA, porque a colheita do tomate ocorre no outono, quando a temperatura pode chegar a valores abaixo de zero. O agricultor enfrenta o impasse de tirar o tomate verde ou esperar até amadurecer. Quando maduro, o tomate pode ser vendido a preços mais altos, mas se a temperatura cair demais ele pode congelar e o agricultor perder a colheita.

Vinte anos não é muito tempo para apresentar resultados de pesquisa?

Hoje, a sociedade está se perguntando: “Investimos em ciência nos últimos 50 anos, mas o que houve de benefício?”. O próprio programa de doenças tropicais da OMS já existe há 15 anos, mas a malária só piorou nos últimos anos. Todas as agências financiadoras de ciência estão expressando que “esse negócio de pesquisa básica é muito bom, mas queremos os frutos enquanto ainda estivermos vivos e não para daqui a 100 ou 200 anos”. Então, a pesquisa básica tem que se preocupar em gerar efeitos imediatos e importantes. Até atingirmos os 20 anos previstos para a obtenção do mosquito transgênico, podemos sobrepor as pesquisas, tentando resolver problemas que estão acontecendo agora. O ideal é conseguirmos que os nossos resultados não sejam só válidos dentro de um mesmo campo, mas sim que tenham influência em outras disciplinas.

BIOTECNOLOGIA E BIODIVERSIDADE

A biotecnologia, como arte de empregar organismos vivos para obter produtos úteis ao homem, data dos primórdios da civilização. Na antiguidade já se descobrira que as bactérias podem produzir pão levedado, vinagres, bebidas alcoólicas etc. Os babilônicos e os sumerianos, por exemplo, há seis mil anos A.C. já usavam a levedura para fabricarem cerveja. Os egípcios, quatro mil anos A.C., descobriram que o CO₂ gerado por leveduras podia levedar o pão. E o vinho está descrito no Gênesis. Hoje, com os avanços da biotecnologia surge a discussão sobre a propriedade das fontes genéticas, mas é preciso reconhecer que ainda é grande o desconhecimento sobre os mecanismos biológicos do conjunto dos seres vivos.

Glaci T. Zancan

*Departamento de Bioquímica,
Universidade Federal do Paraná.*

A importância da biotecnologia foi aumentando na medida em que o homem passou a controlar os processos descobertos empiricamente. No final do século XIX, Pasteur demonstrou que a fermentação alcoólica é causada por microrganismos. Surgiu a microbiologia industrial, que se expandiu, já em nosso século, com a descoberta dos antibióticos. Os conhecimentos adquiridos a partir do estabelecimento do modelo da molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico, responsável pela herança genética de todos os seres vivos), em 1953, levaram, 20 anos depois, à identificação do primeiro gene, ou seja, de uma seqüência de ADN que se expressa em uma proteína: era o nascimento da tecnologia do ADN recombinante.

Essa técnica de manipulação do genoma, que permite ao homem interferir na natureza e modificar os organismos de acordo com o seu interesse, despertou a atenção por seu potencial lucrativo. Em 1983, a expectativa era de que essa nova biotecnologia, aplicada a vários setores da atividade humana, alcançaria um mercado de 65 milhões de dólares no ano 2000.

Hoje, comparando a previsão com a realidade (figura 1), vemos que os produtos obtidos por tecnologia do ADN recombinante ainda não chegaram ao mercado, apesar de 13 medicamentos já estarem tecnicamente disponíveis. Em compensação, a técnica de anticorpos monoclonais ultrapassou as expectativas: é possível que o mercado mundial atinja e até ultrapasse os 100 a 200 milhões de dólares atualmente previstos para o ano 2000.

Por outro lado, a possibilidade de manipular seres vivos para obtenção de produtos, e também de cultivar em laboratório células animais e vegetais, desper-

tou atenção para o fato de que, em teoria, todos os produtos existentes nos seres vivos podem ser obtidos por métodos biotecnológicos. Daí surgiu a associação da biotecnologia com a biodiversidade.

Até o presente, a ciência já descreveu e catalogou 1,4 milhão de formas de vida entre um universo que pode chegar a 50 milhões. Brasil, Colômbia, México e Indonésia são os países de maior biodiversidade (ver 'O país da megadiversidade', *Ciência Hoje*, nº 81). A análise dos dados relativos à fauna (figura 2) mostra que ainda há muito a descobrir. Nosso conhecimento varia conforme a classe animal e a região do mundo onde os inventários foram feitos. Nos últimos cinco anos, 300 novas espécies de peixes foram classificadas na Amazônia. Só na floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro, há cerca de cinco mil espécies de besouros, um número superior ao de todas as espécies de besouros conhecidas nos Estados Unidos e no Canadá.

Os micróbios, que constituem cerca de uma quarta parte da biomassa do planeta, ainda são pouco conhecidos (figura 3). Das bactérias e fungos existentes, estima-se que apenas são conhecidos respectivamente 12% e 5%. As espécies bacterianas e fúngicas existem como grandes populações, e não como única entidade. As técnicas modernas de análise do ADN de uma mesma espécie têm mostrado seqüências de ADN variável, dependendo da região do mundo onde as linhagens foram isoladas. A maioria das 650 mil linhagens microbianas, depositadas em coleções de culturas em vários países não foram avaliadas quanto à sua potencialidade de aplicação, mas representam um universo de possibilidades.

Com relação ao reino vegetal (figura 4), as estimativas são de que há entre 500

mil e 700 mil espécies no mundo. Nada menos de 90% dos alimentos e 25% dos medicamentos encontrados no mercado têm origem vegetal. Das 10 mil a 80 mil espécies de plantas comestíveis estimadas, só 150 são cultivadas comercialmente, e mesmo assim nem todas em escala mundial. Apenas 10 mil plantas foram analisadas quanto ao seu potencial como fontes de óleo, fibras, gomas etc. As angiospermas são as mais abundantes e importantes do ponto de vista econômico. Das 300 mil espécies previstas, entre 30 mil e 80 mil devem estar presentes na Amazônia, e destas apenas 5% são estudadas. Para se ter uma idéia do mundo que há para ser revelado, três novos gêneros foram recentemente descritos no inventário feito ao redor de Manaus por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). E na região de Lagoa Santa, em Minas Gerais, foram encontradas três mil espécies de plantas superiores: quase o dobro das que já foram registradas na Inglaterra (1800).

A biodiversidade vegetal pode ser aproveitada de duas maneiras: 1) pela domesticação de espécies para cultivo agrícola intensivo, que ocorreu com espécies amazônicas, como a seringueira e o urucum, e está ocorrendo com a pupunha, a biriba, a sapota, entre tantas outras; 2) pela produção de metabólitos de alto valor agregado, via cultura de células vegetais em escala industrial, exemplificada pela produção de quinina, açafrão ou de pigmento carmim utilizado em cosmética.

A dimensão do mercado e a rápida evolução dos acontecimentos na área da biotecnologia têm pressionado a discussão sobre a propriedade e o controle das fontes genéticas. A quem deve beneficiar a sua utilização? Espécies e variedades selvagens vegetais contribuíram, entre 1976 e 1980, com 340 milhões de dólares/ano para a economia agrícola norte-americana. O tomate selvagem obtido no Peru contribuiu em 1962 com oito milhões de dólares para a indústria norte-americana.

Até 1980, os países industrializados patenteavam apenas processos que utilizavam microrganismos. Agora, solicitam-se patentes para plantas, animais e mesmo para seqüências de ADN isoladas do cérebro humano, cujas funções ainda são

desconhecidas. Na discussão sobre o pedido de patente para seqüências de ADN, Reid Adler, diretor do Escritório de Transferência de Tecnologia do NIH (Institutos Nacionais de Saúde dos EUA), propôs a adoção de um sistema de registro tipo 'direito autorial' para moléculas informacionais. Em artigo publicado na revista *Science* (nº 257, 1992), ele sugere a possi-

bilidade de se criar um sistema novo de propriedade intelectual para proteção do germoplasma vegetal.

Considerando que as seqüências do ADN, não são inovações mas descobertas, pois existem na natureza, poder-se-ia pensar em aplicar o mesmo mecanismo para a descoberta de novas espécies, variedades e linhagens de seres vivos

Figura 1

BIOTECNOLOGIA: COMÉRCIO DE PRODUTOS

TÉCNICA	PREVISÃO	US\$ BILHÃO REALIZADO 1990
Tecnologia de ADN Recombinante	73,0	2,5
Anticorpos monoclonais	2,02	2,74

FONTE: GRINDLEY J., *BIOTECNOL. EDUC.* 3:55, 1992.

Figura 2

UNIVERSO FAUNÍSTICO

ANIMAIS	ESTIMADO	CONHECIDO	% ESPÉCIES CONHECIDAS
Vermes 108000	18000	16	
Moluscos	46000	42000	91
Aracnídeos	1000000	30-40000	4
Insetos 10-30000000	750000	2,5	
Peixes 60000	40000	66	
Répteis 7000	6000	85	
Pássaros	9000	8600	95
Mamíferos	4300	4170	97

FONTE: KLASSEN W., IN KIM K.C. & KNUTSON L. (ED), *FOUNDATIONS FOR A NATIONAL SURVEY*, 1986.

Figura 3

UNIVERSO MICROBIÓTICO

ORGANISMO	CONHECIDO	ESTIMADO	% ESPÉCIES CONHECIDAS
Vírus 5.000	130.000	4	
Bactérias	4.760	40.000	12
Fungos 69.000	1.500.000	5	
Algas 40.000	60.000	67	
Protozoários	30.800	100.000	31

FONTE: BULL A.T., GOODFELLOW M. & SLATER J.H., *ANN. REV. MICROBIOL.* 46: 219-52, 1992.

Figura 4

UNIVERSO DE PLANTAS

PLANTAS	ESTIMADO	CONHECIDO	% ESPÉCIES CONHECIDAS
Briófitas	26.300	17.000	64
Pteridófitas	-	12.000	-
Ginospermas	-	800	-
Angiospermas	300.000	250.000	83

FONTE: WEBERLING F. & SHWANTES H.O., *TAXONOMIA VEGETAL EPU*, ED. 1981.

Anticorpos monoclonais * Anticorpos que reconhecem um único determinante antigênico.
Biotechnologia * Uso de organismos, sistemas e processos biológicos para obtenção de produtos e serviços industriais.

Biodiversidade * Conjunto das diferentes comunidades microbianas, animais e vegetais e suas interrelações.

Diversidade genética * Manifestação da variedade genética que caracteriza os indivíduos de uma mesma espécie por combinações e associações de diferentes genes. Ao classificar as espécies biológicas em populações, linhagens, variedades, tipos, raças, trata-se de descrever e compreender como a diversidade se estrutura no interior de cada uma delas.

Espécies * Conjunto de indivíduos e populações capazes de se reproduzirem entre si com descendência fecunda. Com freqüência representam populações diferentes, reagrupadas em subespécies, raças e variedades.

Fontes genéticas * Representam todas as espécies, variedades de plantas e raças animais domesticados e selvagens.

Fontes naturais * Materiais que têm valor para sustentação da vida humana.

Gene * Determinante hereditário de uma função biológica específica. É a unidade de herança localizada em um lugar específico do cromossoma.

Genoma * Conjunto completo de genes herdados como uma unidade dos ancestrais.

Germoplasma * Potencial genético hipotético disponível em uma população de organismos.

Linhagem * Conjunto de células originadas de um único ancestral.

Moléculas informacionais * Moléculas contendo a informação na forma de seqüências específicas de suas diferentes unidades químicas. São o ADN, o ARN (ácido ribonucleico) e as proteínas.

Organismos transgênicos * São aqueles que contêm um gene de outro organismo.

Tecnologia do ADN recombinante * É o conjunto de técnicas que permite a manipulação genética, ou seja, a transferência de ADN de uma espécie (ou a síntese de um gene artificial em laboratório) e sua inserção em outro organismo.

quais potencialmente úteis para outros tantos fins que não o previsto no patenteamento.

Portanto, também para organismos transgênicos o mesmo princípio pode ser aplicado, já que os organismos receptores do gene também existem na natureza, não constituindo uma invenção. Até agora não se construiu nenhum ser vivo completamente novo. As seqüências transferidas de um organismo para outro já existem na natureza.

Parece-me que a proposta de um tipo de registro para todos os organismos vivos deve ser discutida pelos especialistas em propriedade intelectual como forma de proteger as futuras aplicações decorrentes da variabilidade biótica. É evidente que a propriedade intelectual relativa ao manuseio dos seres vivos merece receber um tratamento diferenciado e as discussões junto à União Internacional de Propriedade Industrial deveriam levar em consideração a extensão de nosso desconhecimento sobre os mecanismos biológicos do conjunto dos seres vivos, bem como a rapidez com que novos conhecimentos são produzidos.

descritas nos inventários de biodiversidade.

Por sua vez, os organismos transgênicos receberam uma seqüência relativa

a uma função, aumentando o seu genoma. Assim, a bactéria que produz insulina teve um gene acrescentado aos seus três mil genes originais, muitos dos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

Campus da UnB - Ala Sul - Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF.

TENDÊNCIAS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

O Ensino de Ciências vem passando por transformações por força de mudanças políticas, sociais, econômicas, culturais e científicas.

O presente debate sobre as modificações necessárias contempla duas grandes vertentes: uma primeira, que considera o papel atribuído às disciplinas científicas nos currículos escolares, no que respeita a formação do cidadão e também à formação do cientista.

Uma segunda vertente focalizou processos do ensino das ciências, mapeando as tendências preponderantes para estudar

a aprendizagem em suas conseqüências para atuação dos docentes nas salas de aula. O número 55 do Em Aberto, publicado pelo INEP, é dedicado à análise dessa problemática.

Em artigo introdutório - Enfoque - Myriam Krasilchik da FEUSP procura traçar um painel do ensino de Ciências na atualidade, considerando aspectos como conceito de alfabetização científica e relações ciência, tecnologia e sociedade.

Na seção Pontos de Vista foram incluídos trabalhos que mostram formas alternativas de focalizar temáticas relevantes e significativas, no momento atual de Ensino de Ciências no mundo e no Brasil.

Assim, o mesmo tema foi tratado por diferentes autores de diferentes regiões do país e mesmo com idéias controversas e conflitantes.

Os tópicos escolhidos foram:

*O ensino de Ciências e cidadania a cargo de Leopoldo de Meis e Lúcia Fonseca da UFRJ e de Cristina Dal Pian da UFRN.

*Para o tema História e Filosofia da Ciência e Ensino das Ciências contribuíram os seguintes especialistas: Nélio Marcos V. Bizzo da FEUSP; Fernando Lang do IF/UFRGS e Marília Coutinho da FIOCRUZ.

*O estudo do desenvolvimento de estruturas conceituais, campo fértil e atual de pesquisa, foi analisado por Anna Maria Pessoa de Carvalho da FEUSP, Roseli Schetzler da UNICAMP e Carlos Eduardo Laburú da UEL. Fazem também parte do conjunto, na seção "Espaço Aberto", relatos de experiências concretas e investigações que ilustram aspectos discutidos nos temas propostos: Ciência, Tecnologia e Sociedade: programa para formação de professores - Silvia Trivelatto da FEUSP; Aprendizagem de Conceitos - Ruth Schmidt de Castro do Colégio Técnico de Belo Horizonte; e Evolução da Conceituação da Célula - Fernando Bastos da UNESP-BAURU.

Para completar a formação do leitor, foi incluída bibliografia e também a resenha do livro - de leitura indispensável para todos os que se interessam por ciência - de C.P. Snow: As duas Culturas e um Segundo Olhar publicado pela Editora da Universidade de São Paulo - UDUSP.

Juntos na oceanografia

Victor Hensen, o pesquisador alemão que se destacou no século passado por seus estudos sobre plâncton, com certeza se sentiria envidiado com a homenagem prestada: uma embarcação de 40 m foi batizada com seu nome. Apesar de seu pouco tamanho, o navio fez grandes façanhas: atravessou 26 mil milhas náuticas (cerca de 48 mil km), 16 mil delas em águas brasileiras e permitiu que cerca de 70 cientistas, de 15 instituições brasileiras e alemãs, realizassem de outubro de 1990 a março de 1991 pesquisas oceanográficas.

Os pesquisadores envolvidos no projeto se reuniram em um *workshop* na Universidade Federal Fluminense (UFF), em Niterói (RJ), de 4 a 6 de agosto último, para apresentar e avaliar as pesquisas realizadas na expedição, denominada JOPS 90/91 Victor Hensen – JOPS é a sigla, em inglês, para Projetos Oceanográficos em Conjunto. Os participantes aproveitaram para discutir também as estratégias para a JOPS 94/95.

Na primeira expedição, foram tratados aspectos da oceanografia física e química, da biologia pesqueira e da geologia marinha ao longo da costa brasileira, desde o Amazonas até o cabo de Santa Marta, em Santa Catarina.

Para Alberto Figueiredo, da UFF, a principal descoberta nas pesquisas geológicas foram as evidências sobre os antigos níveis do mar. No Rio de Janeiro, detectaram-se marcas a 30 e a 50 m de profundidade na plataforma continental que não tinham sido observadas anteriormente. “Ao saber como o nível do mar vem variando desde o passado, pode-se calcular como ele vai se comportar daqui para a frente”, explicou o geólogo.

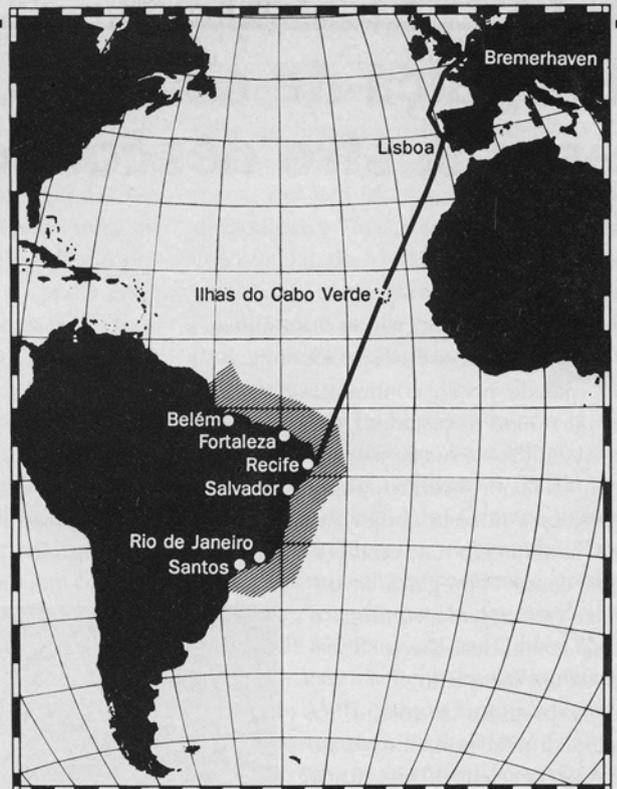
Em outro estudo, observou-se que cerca de 50% do material orgânico produzido na embocadura da baía da Guanabara são depositados na plataforma continental do estado do Rio de Janeiro, indicando o alto potencial de exportação de matéria orgâ-

nica pela baía. Essa matéria orgânica natural acaba misturada a poluentes que provêm do lixo e de efluentes domésticos e industriais. “Junto com o material produzido pela baía, estão poluentes que, ao se depositarem no fundo do mar, afetam o meio ambiente”, lembrou Bastiaan Knoppers, coordenador do *workshop* e pesquisador da UFF.

O comportamento e o efeito da poluição da baía da Guanabara sobre os ecossistemas da plataforma continental foi comparado pelos pesquisadores à ressurgência (movimento ascendente de águas a partir de 200 m de profundidade) na região de Cabo Frio. Nesse caso, só cerca de 10% do material produzido são depositados em áreas profundas, o restante circula na própria coluna d'água.

Em biologia pesqueira, estudou-se por exemplo o comportamento de cardumes de sardinha. De grande importância para a atividade pesqueira brasileira, o estoque desse peixe era de 150 mil toneladas até o início da década passada. Mas, desde 1987, esse número vem diminuindo drasticamente, chegando a 24 mil toneladas em 1990.

Embora o JOPS 90/91 tenha sido considerado um sucesso pelos cientistas, sua versão 94/95 deverá mudar. Para Werner Ekau, coordenador científico do primeiro JOPS e pesquisador do Centro de Ecologia Marinha Tropical (ZMT), na Alemanha, a principal mudança será a redução das áreas de concentração da pesquisa. “O trajeto da primeira expedição foi muito longo para uma embarcação dessa”, avaliou Ekau. As áreas de pesquisa no JOPS 94/95 vão depender dos projetos apresen-



O navio alemão Victor Hensen saiu de Bremerhaven, na Alemanha, e chegou ao Brasil, onde percorreu a costa do país, desde a região do Amazonas até o cabo de Santa Marta, em Santa Catarina.

tados nos próximos meses, mas, ao que parece, Abrolhos estará entre elas.

Na expedição de 94/95, cogita-se trabalhar também com barcos brasileiros, já que o Victor Hensen, do Instituto de Pesquisas Polares e Marinhas Alfred Wegener, da Alemanha, é pequeno para, por exemplo, o transporte de equipamentos pesados.

Outra alteração é que o Brasil deve agora entrar com recursos financeiros. No JOPS 90/91, o Instituto de Pesquisas Polares e Marinhas Alfred Wegener bancou integralmente os custos do projeto (1 milhão de dólares) e a reforma necessária para o navio trabalhar em regiões tropicais (mais 300 mil dólares). “Mas os dois países colaboraram igualmente na parte científica e de planejamento do projeto”, enfatiza Gotthilf Hempel, diretor do ZMT.

A expedição é parte do acordo bilateral Brasil-Alemanha de cooperação científica, firmado em 1969. Sete anos depois, os dois países assinaram um adendo para pesquisa marinha.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Preguiça-de-coleira: essa ilustre desconhecida

A Mata Atlântica é um dos ambientes mais ricos em espécies endêmicas de nosso continente e também um dos mais devastados. Apesar da drástica redução de sua área e da proximidade com os maiores centros populacionais do país, essa floresta abriga ainda espécies de mamíferos pouco conhecidas como a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*) e uma recém-descoberta subespécie de mico-leão.

A preguiça-de-coleira foi descrita pela primeira vez no início do século XIX e, desde então, tem mantido seus hábitos em segredo. Por ser rara e difícil de ser observada, até mesmo sua distribuição geográfica permanecia incerta. Em um trabalho conduzido de 1984 a 1986, na Reserva Biológica de Poço das Antas, município de Silva Jardim - RJ, oito preguiças-de-coleira foram acompanhadas através da instalação de rádios transmissores, nelas afixados por meio de coleiras. Esses rádios permitiam a localização das preguiças e determinação de sua atividade. Ao mesmo tempo, efetuou-se um levantamento ao longo da faixa costeira dos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia para se verificar os locais onde a espécie ainda podia ser encontrada.

A preguiça-de-coleira distingue-se das demais preguiças de três dedos por apresentar coloração geral marrom e uma coleira de pelos negros e longos que formam uma juba sobre suas costas. Não existe dimorfismo aparente entre machos e fêmeas. Ao nascer os filhotes são totalmente marrom acinzentados, confundindo-se com o pêlo de suas mães, nas quais ficam montados durante um período aproximado de seis meses. Os pêlos da coleira

e da juba vão surgindo aos poucos, aumentando em densidade e comprimento, até atingir seu máximo nos indivíduos adultos.

Essa preguiça diferencia-se das outras também por não apresentar a máscara preta sobre os olhos e por seu maior tamanho. Indivíduos adultos podem atin-

mentação e descanso. Aparentemente, quando elas têm o estômago cheio podem passar vários dias sem se alimentar, digerindo o alimento lentamente.

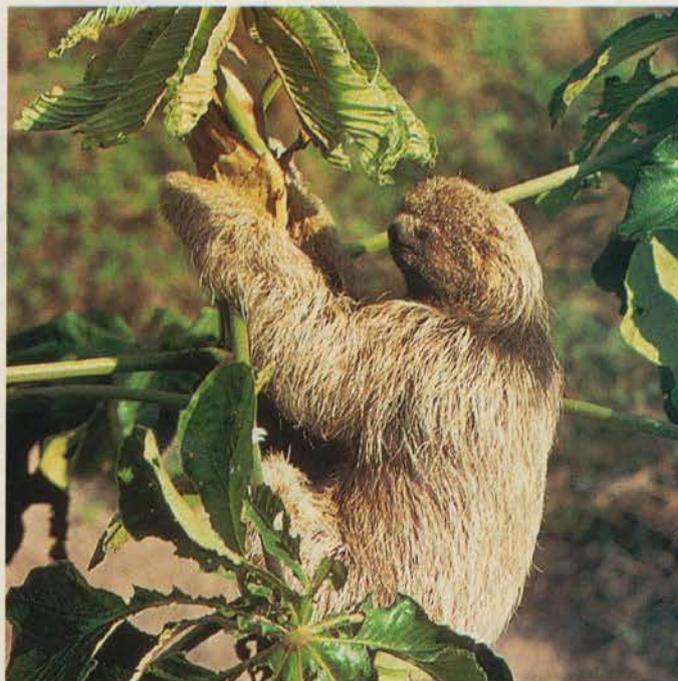
As preguiças mimetizam-se muito bem com a vegetação e muito raramente podem ser vistas nas copas das árvores, pois costumam descansar entre emaranhados de cipós ou no topo das árvores mais altas da floresta. Apesar de enxergarem mal, elas são capazes de localizar árvores previamente visitadas, para as quais podem retornar diversas vezes. Curiosamente as preguiças-de-coleira descem ao chão para defecar junto ao tronco das árvores onde estavam, à semelhança das outras preguiças.

Como a digestão é lenta, o intervalo entre defecações também deve ser de alguns dias, porém ele não foi determinado. No caso das outras preguiças esse intervalo é, em média, de oito dias. Esse estranho comportamento até hoje não pôde ser satisfatoriamente explicado.

Embora permaneçam por períodos de algumas semanas

visitando as mesmas árvores, em áreas de um hectare aproximadamente, as preguiças-de-coleira não possuem uma área de uso constante. Cada animal foi acompanhado por um período que não ultrapassou seis meses, atingindo um máximo de sete hectares de área de uso ao final do período.

Em locais onde a mata é fragmentada por estradas ou áreas modificadas pelo homem, as preguiças podem ser vistas atravessando pelo chão de uma faixa de mata para outra. Nem mesmo barreiras de água representam obstáculos para esses animais que nadam bem devido a sua fluabilidade.



Preguiça-de-coleira adulta na REBIO, Poço das Antas, RJ.

gir até seis quilos de peso e o único filhote nasce com aproximadamente 300 g, após uma gestação estimada em seis meses. Filhotes nascem em qualquer mês do ano e são carregados por suas mães até atingirem 1,5 kg de peso, aos seis meses de idade.

Ao contrário do que se acredita, as preguiças alimentam-se de uma imensa variedade de folhas de trepadeiras e árvores e raramente procuram as imbaúbas (*Cecropia* sp) como alimento. Possuem o estômago compartimentalizado, lembrando os herbívoros ruminantes e alimentam-se tanto de dia quanto de noite, passando por períodos alternados de ali-

Quando estão no solo é que as preguiças se tornam mais vulneráveis aos predadores, principalmente o homem que as utiliza para alimentação e para a manufatura de remédios caseiros. Acredita-se, por exemplo, que a infusão de sua pele serve para curar a bronquite. Capturadas como animais de estimação não resistem ao cativeiro, provavelmente por deficiência na dieta. Nem mesmo em zoológicos sua criação e reprodução têm sido possíveis. Portanto, a única esperança para a conservação dessa espécie, considerada ameaçada de extinção, é a sua preservação em vida silvestre.

Atualmente a preguiça-de-coleira ocorre nas matas tropicais do norte da Bahia ao centro do estado do Rio de Janeiro e está presente em seis áreas protegidas: Reserva Biológica do Poço das Antas e Parques Estaduais do Desengano, no Rio de Janeiro; Pedra Azul, Duas Bocas e Augusto Ruschi, no Espírito Santo; e Reserva Biológica de Una, na Bahia.

A população estimada para todas as reservas juntas é de 800 indivíduos aproximadamente. Não se sabe quantas ainda sobrevivem fora de áreas protegidas, porém o contínuo desmatamento da Floresta Atlântica reduz a cada dia as populações desse primitivo animal. Uma estratégia para sua preservação em áreas privadas seria a manutenção de corredores entre os fragmentos de matas de preservação permanente, como as beiras de rio e encostas de morro. Isto permite aos animais se deslocarem sem se expor aos riscos de predação no solo.

Laurenz Pinder

Universidade da Flórida (USA).

'Plantas-Chave' em Florestas Tropicais

A grande diversidade de vertebrados em florestas tropicais costumava ser atribuída à regularidade na oferta de alimentos ao longo do ano todo. Somente a partir dos primeiros estudos sobre o comportamento fenológico das árvores, cipós e arbustos tropicais, ou seja, de seus ciclos de produção de folhas, flores e frutos, essa idéia passou a ser gradativamente desmistificada. Quase todos os levantamentos dos fenômenos periódicos das plantas conduzidos até hoje em florestas tropicais, com uma duração mínima de um ano, mostram que os ciclos anuais de produção de flores e frutos sofrem oscilações sazonais consideráveis.

Durante o período mais seco do ano, cuja intensidade e duração variam geograficamente, poucas plantas dispersas por vertebrados apresentam frutos. Portanto, assim como nas regiões temperadas, onde a variação climática é bem evidente, animais de florestas tropicais, que dependem diretamente de flores e frutos, passam por períodos de fartura e escassez de alimento.

Animais que se alimentam basicamente de frutos, ou seja frugívoros, representam um dos maiores componentes da biomassa de vertebrados em florestas tropicais do novo mundo, principalmente nas áreas intactas, como a Amazônia centro-ocidental.

A fauna frugívora nessas florestas é uma das mais ricas e inclui muitas espécies ainda pouco conhecidas, como macacos, roedores de grande porte, tucanos, tangarás, papagaios, jacus e até caititus, veados e antas. Na época de escassez de frutos, muitas espécies são obrigadas a migrar, a alimentar-se das poucas espécies que frutificam ou ainda mudar suas dietas. A partir dos estudos de L. Gilbert na Costa Rica, H. Howe no Panamá, e John Terborgh no Peru (Center For Tropical Conservation, Duke University), formulou-se o conceito de 'plantas-chave' ou 'pivotais'.

Essas plantas-chave caracterizam-se por frutificarem anualmente durante a época de maior escassez de frutos, serem bastante comuns ou apresentar grandes safras de frutos, e serem utilizadas por grande parte dos frugívoros numa determinada área. Frutos de várias espécies de palmeiras, figueiras (*Ficus* spp) e o néctar das flores de algumas espécies de plantas já foram identificados como plantas-chave para frugívoros em florestas tropicais do mundo todo.

Nas florestas brasileiras ainda são poucos os estudos de comunidade de frugívoros, mas aparentemente o papel das plantas consideradas chave em outras florestas tropicais não é tão importante na Mata Atlântica e Amazônia.

Na Mata Atlântica, dentre as poucas espécies de plantas que apresentam frutos no inverno (estação seca) está o palmito (*Euterpe edulis*). Os frutos dos palmitos são consumidos por mais de uma dezena de aves (tucanos, jacus, sabiás), além de esquilos, cutias, ratos-de-espinho (*Proechymis*), antas e até mesmo cachorros-domato, e provavelmente são um recurso crítico para esses animais.

Nas matas costeiras do estado do Rio de Janeiro, hoje reduzidas a poucos hectares, ocorre um fenômeno semelhante. Durante a estação seca, o néctar das flores de *Symphonia globulifera* (Guttiferae), uma árvore comum em áreas de brejo, sustenta grande parte da comunidade de beija-flores, aves frugívoras de pequeno porte, morcegos e até pequenos primatas, como o mico-leão dourado. O mesmo pode acontecer na Mata Atlântica ao sul da Bahia com o mico-leão de cara dourada, que também recorre ao néctar de *S. globulifera* na época de escassez de frutos.

Nas florestas sazonais do interior de São Paulo e Minas Gerais, poucas espécies de plantas apresentam frutos durante o inverno. Durante cinco anos de estudos na Mata de Santa Genebra, em Campinas, São Paulo, observamos que nenhuma plan-



Figura 1. Os bugios (*Alouatta fusca*) são importantes dispersores de sementes nas florestas. Durante o inverno, com a escassez de frutos, os bugios aumentam o consumo de flores e folhas.



Figura 2. O mico-de-cheiro (*Saimiri* spp) é um dos primatas mais comuns nas florestas inundáveis da Amazônia e durante a estação seca os frutos das figueiras (*Ficus* spp) são um recurso-chave para essa espécie.

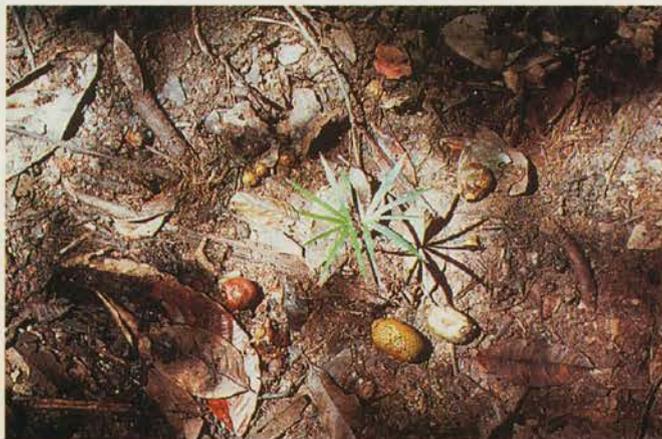


Figura 3. Frutos do buriti (*Mauritia flexuosa*) são comuns ao longo dos igarapés e rios da Amazônia. Frutos das palmeiras são importantes para muitas espécies de aves e mamíferos durante a estação seca.

ta pode ser considerada tipicamente 'chave'. Algumas espécies são importantes para uma espécie animal ou um pequeno grupo de animais, mas nenhuma foi consumida pela grande maioria da comunidade. Nessas florestas os animais respondem aos períodos de escassez de frutos de diferentes maneiras. Por exemplo, durante a estação seca os bugios (*Alouatta fusca*) aumentam o consumo de flores e folhas (figura 1), os macacos-pregos (*Cebus apella*) alimentam-se de sementes, flores e frutos da cactácea *Pereskia aculeata*, os esquilos consomem quase exclusivamente frutos do gerivá *Syagrus romanzoffiana* e as pequenas aves alimentam-se principalmente de frutos de *Chamissoa altissima*.

Em outras florestas sazonais no interior de São Paulo, o apito-de-macaco (*Mabea fistulifera*) produz grande quantidade de néctar que é utilizado por morcegos, beija-flores, macacos, gambás e mais de uma dezena de aves. Estudos mais detalhados podem indicar se *Mabea* é uma planta-

chave para a comunidade dessa área.

Na Amazônia, a maioria das áreas estudadas até hoje se localizam ao longo do curso de rios navegáveis, que influenciam profundamente os padrões de diversidade e a abundância de espécies de animais e plantas. Esse é o caso de uma área relativamente bem estudada no Parque Nacional de Manu, no sul do Peru, onde várias espécies de figueiras do gênero *Ficus* (figura 2) e de palmeiras (figura 3) sustentam grande parte dos vertebrados durante o período mais crítico do ano.

Apesar disso, em estudo recente numa mata de terra firme no alto rio Urucu, estado do Amazonas, que sofre pouca influência dos rios de grande porte, constatamos resultados contraditórios. Somente uma das 12 espécies de *Ficus* identificadas nessa área chega a atingir grande porte. Por causa da baixa densidade local dessa espécie e do pequeno porte de outras figueiras, esse gênero típico de plantas-chave não chega a ser tão importante para vertebrados nessa área como

em outras florestas tropicais.

Ao mesmo tempo, chegamos à conclusão de que as interações entre vertebrados e plantas-chave no alto Urucu, e possivelmente em outras matas de terra firme da Amazônia brasileira, são menos difusas e mais específicas que em matas aluviais da Amazônia ocidental. Como exemplo, temos o intenso consumo sazonal de exsudatos (gomas) produzidos pelas vagens maduras de duas árvores, *Parkia pendula* e *Parkia nitida* (Leguminosae), por algumas espécies de macacos, como sauis de cela (*Saguinus fuscicollis*), sauis bigodeiros (*Saguinus mystax*), macacos-pregos (*Cebus apella*), e barrigudos (*Lagothrix lagothricha*).

É preciso saber se esse modelo pode ser extrapolado para outras florestas amazônicas de terra firme. Isso parece provável, baseando-se na representatividade regional da estrutura da mata no alto Urucu e na distribuição geográfica de várias espécies de plantas-chave.

Ao que parece para cada floresta existe um padrão diferente de utilização dos frutos pelos animais. Enquanto nas florestas mais úmidas (Mata Atlântica e Amazônica), as plantas-chave conseguem manter a comunidade de frugívoros, nas matas sazonais secas os animais respondem aos períodos de escassez de frutas mudando seus hábitos alimentares.

O conceito de plantas-chave não pode ser generalizado para todas as florestas tropicais, e somente com mais estudos sobre interações animal-plantas poderemos traçar novos modelos para a comunidade. A importância prática desse conceito é que a remoção das plantas-chave do ecossistema pode levar à extinção de um grande número de animais que dependem dessas plantas durante a estação seca. O conhecimento das plantas que mantêm a comunidade tem importância na conservação das florestas tropicais, assim como na restauração de ambientes degradados.

Mauro Galetti

Sub-Department of Veterinary Anatomy
University of Cambridge, U.K.

Carlos A. Peres

Museu Paraense Emílio Goeldi.

FOTOS (1) MAURO GALETTI; (2, 3) C. A. PERES

Bicudo das palmáceas: praga ou alimento?

Para os agrônomos, sem dúvida, trata-se de uma praga. Mas para muitos a 'praga' é iguaria. O motivo dessa discordância são as larvas de besouros, também conhecidas como 'bicho de coco', que atacam palmeiras, particularmente o dendezeiro e o coqueiro.

Trabalhos recentes – como o dos pesquisadores José Inácio Moura e Mário Lúcio Resende, da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Cepac) da Bahia, publicado em *Ciência Hoje*, nº 85 – buscam métodos de controle dos 'bicudos', besouros da família dos curculionídeos, para reduzir seu impacto econômico sobre as palmeiras, já que suas larvas destroem uma significativa parcela das amêndoas destinadas à comercialização para a extração do óleo.

Por outro lado, para os índios Tupi-Mondé (principalmente os Cinta Larga, Gavião, Suruí e Zoró) de Rondônia e do Mato Grosso, as larvas de coleópteros parasitas de palmeiras são um saboroso alimento, avidamente procurado.

Segundo o naturalista Gregório Bondar "no estado da Bahia, como em todo o norte do Brasil, o bicho do coco é um dos mais populares entre os insetos. O caboclo do sertão, quebrando o coco do babaçu (...) encontra, em um terço dos casos, esse bichinho em vez de amêndoa. (...) O bicho do coco, quando bem fritadinho, constitui um prato de escolha do sertanejo. Muita gente do povo aprecia-o mesmo cru(...)". (G. Bondar, 1928, *apud* K. Lenko e N. Paçavero em *Insetos no folclore*, São Paulo, Conselho Estadual de Artes e Ciências Humanas, 1979.)

Essa passagem ilustra a dubiedade e a dualidade que pode caracterizar a percepção acerca das larvas de besouros, valorizadas como alimento por índios e sertanejos e tida como praga pelos agrônomos.

Os Tupi-Mondé comem as larvas de diversas espécies de coleópteros. Na família dos curculionídeos, *Rhynchophorus palmarum* e *Rhina barbirostris* são fre-

qüentemente consumidas. Assim como as larvas de besouros da família dos bruquídeos – *Pachymerus cardo* e *Caryobruchus* sp.

Para obterem as larvas dos bruquídeos em quantidade, os Tupi-Mondé acampam em bosques de babaçu, conhecidos como 'palhais' e, na língua indígena, como *pasáhb-kád* (*pasáhb* = babaçu; *kád* = bosque). Nesses acampamentos, enquanto os homens saem para caçar, as mulheres ocupam-se quase exclusivamente da coleta dos cocos espalhados pelo chão da floresta e da tarefa de quebrá-los para obterem as larvas e fritá-las, e ficam muito decepcionadas quando encontram um coco não parasitado, já que as amêndoas não são valorizadas. Para abrirem o coco, colocam-no sobre uma pedra e, com outra menor, batem vigorosamente até quebrá-lo. Caso a larva seja acidentalmente esmagada, é comida imediatamente.

As larvas, denominadas *kadég*, são gordurosas e, quando cruas, possuem sabor e aroma que lembra o leite de coco conhecido entre nós. Fritas e bem secas, são muito apreciadas puras ou como acompanhamento de milho ou carne assada.

Quando trazidas à aldeia, as larvas cruas são amassadas no pilão e misturadas a um tipo de mingau de milho verde, emprestando-lhe um sabor especial. A gordura resultante da fritura do *kadég* é guardada e serve como base na preparação da tintura vermelha feita a partir de sementes de urucu (*Bixa orellana*). Além de ser empregada como tintura corporal decorativa, esse pigmento tem importância na farmacopéia Suruí no tratamento tópico de febres, cefaléia, furúnculo e impetigo.

Os Tupi-Mondé conhecem em detalhe o comportamento parasitário do *R. palmarum*, e exploram-no para aumentar a coleta das larvas. Para tanto, derrubam palmeiras de babaçu ou árvores da família das caricáceas, conhecidas na região como

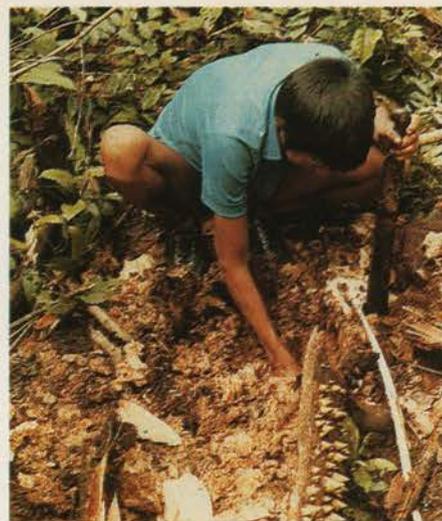


Figura 1. Coleta de larvas *Rhynchophorus palmarum* em tronco apodrecido de jaracatiá ou mamão-bravo (*Jaracatia dodecaphylla*).

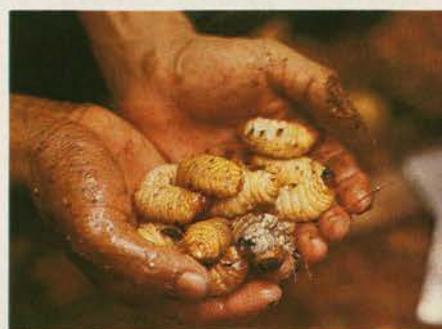


Figura 2. Porção de larvas *R. palmarum* recém coletadas em tronco apodrecido de jaracatiá.

jaracatiá ou mamão bravo (*Jaracatia dodecaphylla*). Após um determinado tempo, retornam à árvore derrubada, onde coletam as larvas, que se desenvolveram em abundância no material vegetal em decomposição (figuras 1 e 2).

Eles têm um sentido de propriedade dessas árvores e só coletam as larvas nas que foram derrubadas pelo próprio indivíduo ou por parente próximo ou que tenham caído naturalmente. Na aldeia ficam sabendo quem derrubou árvores em determinados locais para cultivar a larva.

Para se certificarem de que a árvore derrubada já está com larvas, os índios aproximam a cabeça do tronco. Quando elas já são grandes e numerosas, escuta-se um ruído característico, resultante da movimentação de suas fortes mandíbulas escavando galerias no interior do tronco. Nesse momento, dizem que as larvas já estão 'falando' e iniciam a coleta. Com um



Figura 3. Coleta de larvas de *Rhina barbirostris* em estipe de palmeira pataú (*Jessenia bataua*).

fiação grande ou um machado, vão partindo o tronco vagarosamente e, a cada pedaço, introduzem o dedo ou taliscas de madeira nos buracos para retirar as larvas, sempre com muito cuidado para não rompê-las.

As larvas coletadas são depositadas em um recipiente feito de folhas largas e lisas e, posteriormente, fritas ou assadas. Os Tupi-Mondé retornam à árvore-isca por meses a fio.

As larvas de outro curculionídeo, *R. barbirostris*, crescem no tronco da palmeira conhecida regionalmente por pataú ou *yoí* (*Jessenia bataua*) e são obtidas pelo mesmo processo de derrubada da árvore. Ao contrário das larvas de *R. palmarum*, as de *R. barbirostris* são geralmente consumidas cruas no próprio local e raramente são trazidas à aldeia para serem fritas (figuras 3 e 4).

O conhecimento etnobiológico dos Tupi-Mondé relaciona os bicudos com as larvas. As larvas de besouros curculionídeos que cresçam na madeira recebem a designação genérica de *mâyôrã* e os insetos adultos são chamados de *támor*, termo traduzido pelos Suruí como 'pai de *mâyôrã*'. No entanto, dependendo do substrato onde se desenvolvem, elas recebem uma denominação composta pelo nome da árvore, seguido do sufixo *teguei*, por exemplo *pasább-teguei* (larva desen-



Figura 4. Detalhe mostrando larvas de *R. barbirostris* em estipe de palmeira pataú.

volvida no babaçu). Esse sistema de nomes adotado pelos indígenas privilegia os aspectos ecológicos, no caso o substrato onde as larvas se desenvolveram, como critério de nomenclatura.

Cronistas, viajantes e antropólogos, entre outros, têm escrito sobre o consumo de larvas de besouros entre populações indígenas desde longa data. O famoso naturalista C.F.P. von Martius, em seu livro *Natureza, doenças, medicina e remédios dos índios brasileiros*, de 1844 (Brasília vol. 54, São Paulo, Editora Nacional, 1944), observa que, em relação às larvas de *Calandra palmarum*, antiga denominação de *R. palmarum*, os indígenas "procuravam-nas com avidez não só para refogar, como para chupá-las, após ter tirado com os dentes as cabeças".

Os missionários salesianos C. Albisetti e A. J. Venturelli, em sua *Enciclopédia Bororo* (vol. I, Campo Grande, Museu Regional Dom Bosco, 1962), também descrevem o consumo das larvas de *R. palmarum*, encontradas parasitando a palmeira acuri (*Scheelea phalerata*), entre os Bororo de Mato Grosso.

O antropólogo N. Chagnon em seu livro *Yanomamo: the fierce people* (New York, Holt, Heinehart & Winston, 1968) afirma que os Yanomami fazem larga utilização de larvas de besouros e outros insetos em sua alimentação. Segundo ele

os Yanomami "ficam próximos de praticar a domesticação (...) eles deliberadamente derrubam a palmeira para prover alimento ao inseto. O estipe, após ter sido deixado em decomposição por vários meses, possui larvas grandes, gordas e brancas (...). Uma palmeira de tamanho médio pode proporcionar de um a dois quilos de larvas, algumas delas tão grandes como um camundongo".

Análises químicas que realizamos com larvas de *R. palmarum* indicam a presença de aproximadamente 54 a 55% de nitrogênio total, 21% de gorduras, 13% de umidade e 5% de cinzas. Trata-se portanto, de um alimento bastante energético. Significativa parcela do nitrogênio provém da quitina, polissacarídeo nitrogenado que constitui a base do tegumento dos insetos. A quitina pode desempenhar ainda importante papel na alimentação como fonte de fibras, uma vez que suas propriedades físicas assemelham-se às da celulose. Não foi possível, na ocasião das análises, fazer determinações específicas da quantidade de nitrogênio oriundo de aminoácidos, o que nos daria uma idéia de seu potencial protéico.

Há, sem dúvida, um conflito quanto à percepção do bicudo mas, paradoxalmente, o método adotado pelos Tupi-Mondé para criar as larvas pode ser transformado em um dos procedimentos para a eliminação dos curculionídeos. Técnicos do Ceplac, recomendam o uso de iscas feitas com pedaços de palmeiras para atrair os insetos, só que essa isca deve estar impregnada de inseticida.

**Carlos E. A. Coimbra Jr.
Ricardo Ventura Santos**

*Escola Nacional de Saúde Pública, Fiocruz
Museu Nacional, UFRJ.*

CONCURSO PÚBLICO CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS - CBPF

Estão abertas as inscrições, até o dia 27 de dezembro de 1993, para concurso público de títulos e provas para provimento de:

- 01 vaga de **PESQUISADOR TITULAR** na área de **TEORIA DE CAMPOS**;
- 01 vaga de **PESQUISADOR TITULAR** na área de **FÍSICA EXPERIMENTAL DE ALTAS ENERGIAS**;
- 01 vaga de **PESQUISADOR TITULAR** na área de **FÍSICA DA MATÉRIA CONDENSADA TEÓRICA** na subárea de supercondutividade e férmions pesados;
- 01 vaga de **PESQUISADOR ADJUNTO** na área de **FÍSICA EXPERIMENTAL DA MATÉRIA CONDENSADA** na subárea de ressonância magnética nuclear aplicada a magnetismo de sistemas metálicos;
- 01 vaga de **PESQUISADOR ADJUNTO** na área de **FÍSICA NUCLEAR EXPERIMENTAL** na subárea de radioatividade natural e reações fotonucleares;
- 02 vagas de **PESQUISADOR ADJUNTO** na área de **FÍSICA EXPERIMENTAL DE ALTAS ENERGIAS**, conforme editais publicados no *Diário Oficial* da União de 28/09/93, No. 186, Seção III.

Poderão inscrever-se pesquisadores com doutorado em física ou área afim. Para as vagas de titular, exigem-se, pelo menos, seis anos de pesquisa após a obtenção do título.

O concurso constará de análise e apreciação de títulos, prova pública de defesa e arguição do memorial e prova pública de erudição e expressão.

Inscrições: (das 9 às 16 horas)
Comissão Supervisora de Concursos/CBPF
Rua Xavier Sigaud 150, 2º. andar, sala 208,
Ala B, Urca Cep: 22290-140
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Informações: Tel.: (021) 541.0337 - ramal 152
E-mail: aguidao@abcimpa.br ou
caruso@lafex.cbpf.br ou chung@cat.cbpf.br



CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS - CBPF

O IBGE, há 55 anos, é responsável pelas principais informações de natureza estatística (demográfica, social e econômica), geográfica, cartográfica, geodésica e ambiental, estabelecidas como necessárias ao conhecimento da realidade física, humana, social, econômica e territorial do País e que constituem o chamado Plano Geral de Informações Estatísticas e Geográficas - PGIEG.

Entre as maiores pesquisas do IBGE, estão o **CENSO DEMOGRÁFICO**, realizado de 10 em 10 anos, que apresenta o total da população, a evolução demográfica, a situação do domicílio, a caracterização do espaço geográfico, etc.; o **CENSO ECONÔMICO**, realizado a cada cinco anos, que investiga as características do comércio, da indústria e dos serviços; a **PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS - PNAD**, feita anualmente para atualizar os resultados do Censo Demográfico.

O IBGE para a sociedade

Mensalmente, o IBGE divulga ainda, a produção industrial, a produção agrícola, o abate de animais, o índice de desemprego, o índice da construção civil e os índices de preços ao consumidor.

Na área de geociências, modernas técnicas de sensoriamento remoto e equipamentos cada vez mais informatizados, contribuem não só para estudos carto-

gráficos e geodésicos mais precisos, como também, para a elaboração de cartas e mapas (político, vegetação, fauna e relevo). Uma das melhores fontes de informação sobre o território nacional, encontra-se nesta área - o **Atlas Nacional do Brasil**.

O IBGE vem também respondendo à demanda da sociedade por produtos eletrônicos, como o **Anuário Estatístico do Brasil** e as **Sinopses do Censo Demográfico - 1991** em disquete.

SE O ASSUNTO É BRASIL, PROCURE O IBGE.



Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI
Rua General Canabarro, 666 - 20271-201 - Maracanã - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (021) 284-0402 Telex: 2134128 Fax: (021) 234-6189



Ópio da terceira idade

Pesquisa confirma dependência em 95% de idosos usuários de tranqüilizantes

Enquanto os adolescentes atraem cada vez mais a atenção dos médicos pelo uso abusivo de drogas ilegais, os idosos brasileiros sequer são mencionados como usuários, apesar do consumo crônico e dependente de medicamentos depressores. Pesquisa feita pelo Laboratório de Psicofarmacologia Social do Departamento de Farmacologia da Universidade Federal de Minas Gerais com 40 idosos entre 60 e 89 anos revelou dados surpreendentes: 95% apresentaram dependência físico-psicológica de pelo menos uma droga com efeitos tranqüilizantes, sedativos ou hipnóticos.

Objeto de tese do psicólogo e biomédico Amadeu Cruz, a pesquisa mostrou que 30% dos idosos consultados conso-

Velhice sentenciada

Levado pela suspeita de que o abuso na prescrição de drogas associa-se a uma conduta de marginalização social do idoso, o psicólogo decidiu pesquisar o inconsciente coletivo em relação à terceira idade, através de 302 frases coletadas em jornais, livros e revistas. O resultado confirmou suas suspeitas: 68,5% evidenciaram conteúdo negativo, rejeitando e condenando a velhice à idéia de destruição e morte, e só 12,5% continham mensagens valorizando-a como a idade da sabedoria. Seguem-se alguns exemplos da mostra:

"Envelhecer é como sermos castigados cada vez mais por um crime que não cometemos." (Anthony Powell)

"A partir dos 50, ninguém mais ama." (Napoleão)

"A velhice é um mal incurável de que só a morte pode nos libertar." (Marquês de Maricá)

"O que posso fazer aos 71 anos, senão plagiar a mim mesmo?" (Jorge Luiz Borges)

"É preciso muito e muito tempo para ser jovem." (Pablo Picasso)

mem esses medicamentos há mais de duas décadas e que 55% não sabem ou não têm previsão de quando devem parar. "Não faz o menor sentido usar tranqüilizantes por tanto tempo para tratar farmacologicamente casos de insônia ou ansiedade", observa Cruz. Ele lembra que a literatura médica recomenda o prazo limite de três meses, tempo considerado suficiente para que se pesquise na clínica se a insônia é de fundo orgânico ou emocional.

No caso dos idosos, em que esse limite é abusivamente ultrapassado, a dependência aparece como o principal efeito terapêutico indesejável. Entre os consultados, 60% revelaram sofrer de síndrome de abstinência quando interrompem o uso de tranqüilizantes contra insônia, o que faz com que 32,5% se recusem a abandonar esse tipo de medicamento.

Entre as razões apontadas pelos pesquisados para o uso de ansiolíticos, 42% se mostraram absolutamente injustificadas do ponto de vista médico. Na maioria das situações descritas, a droga é prescrita para bloquear emoções ou amenizar dificuldades momentâneas como casamento de filhos e netos, final de campeonatos esportivos e enterro de parentes e amigos. Há até aqueles que recorrem a esse tipo de medicação para não ouvir o ronco do cônjuge.

"É curioso notar que a maioria das prescrições é feita por profissionais que não têm inteiro domínio da literatura sobre essas drogas", adverte o psicólogo. Segundo a pesquisa, 32,5% dos idosos são orientados a usar tranqüilizantes por cardiologistas, 32,5% pelo clínico geral e só 12,5% o fazem por indicação de psiquiatras. Alguns idosos revelaram que seus cardiologistas avaliam a dependência de calmantes como um mal menor que o risco de um enfarto, por exemplo.

A julgar pelo relato dos entrevistados, entretanto, a lista de efeitos colaterais causados por essas drogas supera a relação

TEMPO DE USO DE DROGAS DEPRESSORAS	(%)
Menos de 1 ano	7,5
De 1 a 5 anos	10,0
De 6 a 10 anos	22,5
De 11 a 20 anos	20,0
De 21 a 30 anos	17,5
Mais de 30 anos	12,5
Não sabe	5,0
Não usa	5,0

FONTE: AMADEU CRUZ/LABORATÓRIO DE PSICOFARMACOLOGIA SOCIAL/UFRJ.

de benefícios. Contra a sensação de tranqüilidade e bem-estar confirmada pela maioria, pesa a alta freqüência de efeitos que comprometem o desempenho psicomotor do idoso, como tonteira, hipotonia muscular, confusão mental e cansaço. Segundo a pesquisa, só 35% dos idosos ainda exercem alguma atividade física. Depois que começaram a usar tranqüilizantes, muitos sentiram dificuldades até mesmo para andar.

O psicólogo avalia que o uso abusivo dessas drogas, muitas vezes agenciado pela própria família, marginaliza socialmente o idoso, confinando-o ao espaço restrito da casa. Contra essa sentença, Cruz sugere uma mudança de conduta em relação à velhice, a começar pelo sistema de saúde que, em vez de estimular o idoso à atividade física, prescreve-lhe drogas que o tornam apático e dependente. Para ele, a velhice pode ser encarada como um processo natural do desenvolvimento humano, em que os aspectos negativos se equilibram às conquistas asseguradas pela maturidade.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Pantanal sem AIE

Anemia infecciosa eqüina pode acabar em dois anos na região matogrossense

Um método de controle da anemia infecciosa eqüina (AIE) está reduzindo a ocorrência da doença em uma área do pantanal matogrossense. Em 32 fazendas da região de Corumbá (MS), a incidência de animais infectados caiu para 15% graças ao método desenvolvido por pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas do Pantanal (CPAP) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

Nessa região, mais de 50% dos animais já estiveram infectados pela doença, que chegou ao Pantanal em 1979. Houve fazendas em que a incidência atingiu 80%. A partir de 1990, os pesquisadores do CPAP começaram a acompanhar cerca de seis mil animais da região de Corumbá e, desde então, não surgiu caso novo de AIE na área. Pesquisas sobre a epidemiologia da doença e sobre a mutuca, a mosca hematófaga transmissora da AIE, são a base do método.

O coordenador do projeto, o médico veterinário Roberto Aguilar, prevê que daqui a dois anos não haverá mais casos de AIE nas fazendas monitoradas. "Estamos montando um modelo que poderá ser estendido a qualquer área endêmica", afirma ele.

A equipe de Aguilar se valeu de alguns dados para se convencer da viabilidade do controle, sem precisar sacrificar os

animais como determina o Ministério da Agricultura. "As formas de transmissão são muito limitadas. Basicamente, ela ocorre de animal para animal através de objetos infectados pelo sangue ou pela mosca vetora", explica ele.

Para evitar que a epidemia se espalhasse e para aumentar a população de cavalos livres do vírus, os fazendeiros foram orientados a separar os animais infectados dos demais. Os pesquisadores já sabiam que 97% dos potros de fêmeas contaminadas nascem sem o vírus.

Freios, esporas, seringas e outros equipamentos usados com os animais também foram separados para os dois grupos. Até os horários de trabalho foram divididos, para que eles não fizessem trabalho de campo ao mesmo tempo. Uma medida fundamental foi manter o grupo portador do vírus da AIE a uma distância de pelo menos 200 m do grupo negativo para neutralizar a ação do vetor da doença, a mutuca.

A mutuca, nome popular da mosca da família dos tabanídeos, transmite a AIE quando se alimenta do sangue de um animal infectado e depois procura um animal saudável para completar sua alimentação. De acordo com estudos feitos nos EUA, quando há alimento disponível, a mutuca não voa mais do que 180 m.

Segundo o entomologista Thadeu Bar-

AIDS e anemia eqüina

Os cavalos selvagens de Roraima não apresentam os sintomas da anemia infecciosa eqüina (AIE), embora sejam portadores do vírus da doença (ver 'O cavalo de Roraima', *Ciência Hoje*, nº 91). Aparentemente, em algumas pessoas contaminadas pelo HIV a AIDS não se manifesta. Nos dois casos, a explicação pode estar no MHC ou complexo maior de histocompatibilidade. Presente em todas as células nucleadas, o MHC é formado por moléculas que ativam a defesa do organismo.

A geneticista Maria de Nazaré Grisólia, do Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen) da Embrapa, vai estudar cavalos de várias regiões do país para saber se há relação entre os tipos de MHC e a reação ao vírus da AIE. Ela acredita que os cavalos selvagens de Roraima podem ter um tipo de MHC que determina a resistência à doença.

Os cavalos de Roraima também são estudados pela médica do Cenargen, Isabel Santos. Nos Institutos Nacionais de Saúde (EUA), ela fez ensaios que indicaram que o vírus da AIE talvez provoque uma resposta imunológica exagerada, o que causaria a doença. Os animais com a doença crônica ou aguda reagiriam exageradamente ao vírus, ao contrário dos portadores assintomáticos.

ros, do CPAP, essa distância foi calculada para as espécies e condições norte-americanas, mas os estudos desenvolvidos no Brasil indicam que a medida não deve ser muito diferente aqui. "Levaríamos muito tempo para conhecer a medida ideal para o Brasil, por isso usamos a norte-americana e acrescentamos alguns metros como margem de segurança", explica ele.

Margareth Marmori

Ciência Hoje/Brasília.



Cavalos da região do pantanal matogrossense podem estar livres da AIE em dois anos, graças a um novo método de controle da doença desenvolvido pela Embrapa.

Sistema imune na defesa

Laboratório de imunologia celular busca explicações para a resistência humana à esquistossomose

Pesquisadores do Laboratório de Imunologia Celular e Molecular do Centro René Rachou, da Fiocruz, em Belo Horizonte, mostraram que células de defesa do sistema imune dos portadores de esquistossomose reagem contra anticorpos do próprio indivíduo. “Em nosso trabalho mostramos que parte dos idiotipos (frações de anticorpos), capazes de reconhecer certas proteínas do *Schistosoma mansoni* (verme causador da doença), reagem contra linfócitos T (células do sistema imune produzidas no timo) dos portadores”, explica o imunologista Giovanni Gazzinelli, coordenador da equipe.

O estudo mostrou também que os linfócitos T desempenhariam um papel importante no mecanismo de regulação do sistema imune, mas, por enquanto, não há provas cabais de que a interação da célula antiidiotípica com o idiótipo do indivíduo seja o evento imunorregulador mais importante na esquistossomose. “Estamos atrás dessa prova”, revela Gazzinelli, para quem esse é um capítulo ímpar que os pesquisadores do Laboratório de Imunologia Celular e Molecular criaram

no âmbito dos estudos da esquistossomose.

A teoria aceita atualmente é de que a regulação do sistema imune depende não só do antígeno (substância que estimula a produção de anticorpos) como também do idiótipo, que é altamente variável e específica de cada indivíduo.

Laboratório avançado

Gazzinelli tem tentado entender por que certos indivíduos que vivem nas mesmas condições em uma área endêmica são mais susceptíveis à doença – ou a algumas de suas formas clínicas – do que outros. Maior carga de vermes em uns que em outros? Diferenças imunológicas entre eles? Predisposição? Essas são algumas das questões que precisam ser esclarecidas.

Quando Gazzinelli iniciou seus trabalhos no Centro René Rachou, em 1980, após anos de pesquisas em bioquímica do *Schistosoma mansoni* na UFMG, ele já estava interessado em concentrar esforços na direção do que viria a ser a atual linha de pesquisa de seu grupo: investigação da resposta imune em pacientes com

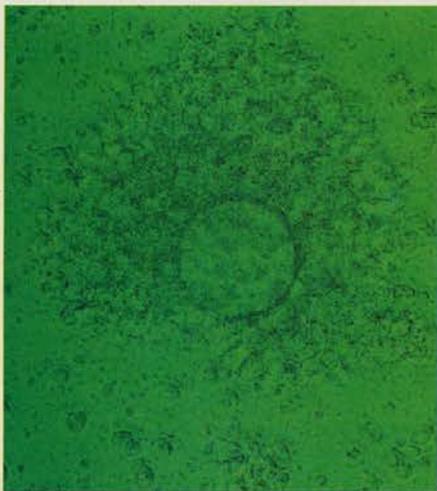
esquistossomose mansônica.

Para isso, era preciso um laboratório mais avançado que os tradicionais laboratórios de sorologia, que não vão além de diagnosticar certas doenças através de anticorpos do soro ou fornecer dados qualitativos e quantitativos sobre as células do sistema imune.

“Quando começamos a trabalhar”, conta Gazzinelli, “nosso laboratório era talvez o único no Brasil que de fato fazia imunologia celular”, graças à colaboração do pesquisador norte-americano Daniel Colley, atualmente pesquisador do Centro de Doenças Transmissíveis, em Atlanta (EUA).

Ao longo da pesquisa, a necessidade de um laboratório mais avançado foi se tornando cada vez mais premente. “Experimentalmente tudo indicava que eram os linfócitos T que estavam envolvidos na imunopatologia e na resposta imune de um modo geral”, relata Gazzinelli. Não só a resposta imune favorável ao indivíduo doente, mas também a que produz nele a patologia.

Em parte, esses fenômenos tinham relação também com os linfócitos B, que



Granuloma artificial produzido *in vitro* com células de pacientes infectados com esquistossomose. O círculo central é um grânulo de poliacrilamida com antígenos do *S. mansoni* ligado à sua superfície. Em volta do grânulo, linfócitos e macrófagos.



A localidade de Divino das Trairas, a 20 km de Governador Valadares (MG), é uma área endêmica de esquistossomose.

podem ser estudados nos laboratórios de sorologia tradicionais, "mas estavam relacionados principalmente ao linfócito T", assegura o pesquisador.

Pioneirismo

O Centro René Rachou, ligado à Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), em Belo Horizonte, foi o primeiro centro de pesquisa do país a montar um laboratório de imunologia celular e molecular para investigar as causas da resistência humana à esquistossomose.

Nos países pobres, essa doença ocupa o segundo lugar – abaixo apenas da malária – entre as parasitoses humanas mais disseminadas pelo mundo. Dados da Organização Mundial de Saúde na década de 80 indicam que 27% da população brasileira estavam expostos ao verme causador dessa doença.

A partir da cultura de células, o laboratório é capaz de realizar exames muito específicos, permitindo uma análise profunda das subpopulações celulares do sangue e seus produtos, a ponto de tornar possível, por exemplo, a distinção de receptores protéicos presentes nos linfócitos.

René Rachou assegura ainda o avanço da pesquisa na área de transplantes, na terapia do câncer e de doenças auto-imunes, além de permitir o diagnóstico e o tratamento de várias patologias de fundo imunológico (ver 'Imunologia moderna requer laboratório avançado').

Em campo

As investigações do grupo estão sendo conduzidas no município de Governador Valadares (MG), localizado a 360 km de Belo Horizonte. Essas áreas interessam ao grupo, pois muitas delas são desprovidas de médicos, farmacêuticos e remédios. Sua população não recebe qualquer tipo de tratamento, o que torna possível examiná-la e controlá-la sem a interferência prévia da ação medicamentosa.

Por outro lado, as distâncias inviabilizam as culturas de células, que precisam ser feitas logo após a coleta do sangue desses indivíduos. No caso de exames sorológicos, elas não são problema, porque o material (coletado, centrifugado e congelado) pode ser transportado a qualquer momento. Por isso, o grupo de

Imunologia moderna requer equipamento avançado

O equipamento do Laboratório de Imunologia Celular e Molecular do Centro René Rachou é sofisticado. Um cintilador, que mede a proliferação de linfócitos através da incorporação de moléculas radioativas, reconhece, por exemplo, iodo-121 (¹²¹I), carbono-14 (¹⁴C) e trício. Esse aparelho chega a custar 50 mil dólares.

O facscan, o mais caro dos equipamentos (cerca de 100 mil dólares), analisa e distingue os receptores protéicos que os linfócitos têm em sua superfície. Nos casos, por exemplo, de transplantes, em que se precisa checar a compatibilidade entre células do doador e do receptor, essa máquina é fundamental, pois informa que tipo de subpopulação celular está atuando no material em análise.

Os testes de compatibilidade são feitos com células do sangue, os linfócitos, que avisam se haverá ou não rejeição no caso do transplante de um órgão. Em um exame sorológico comum, quando se

examina, por exemplo, o grupo sanguíneo de um indivíduo, o que se procura são as marcas que há na hemácia, sua célula vermelha. Quando se examina a histocompatibilidade, o que interessa são as marcas que há nos linfócitos, identificáveis só através do facscan.

O laboratório tem ainda uma incubadora de CO₂ (fundamental para a realização de culturas de célula), uma capela de fluxo laminar (que garante um ambiente totalmente estéril), um leitor de Elisa (*Enzyme linked immunosorbent assay*), entre outros equipamentos menores. Juntos, eles somam 30 mil dólares.

Os exames feitos por um laboratório de imunologia celular são caros em função do alto preço dos reagentes, das placas e dos frascos de plástico descartável, todos importados. Eles custariam entre 40 e 80 dólares, razão pela qual o laboratório está voltado essencialmente, pelo menos por hora, para a pesquisa científica.

Gazzinelli decidiu instalar, na área da pesquisa de campo, um laboratório com as condições necessárias para se proceder aos exames de avaliação da resposta imune.

A Universidade do Vale do Rio Doce (Univale), em Governador Valadares, cedeu uma sala e a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais liberou os recursos para a compra de equipamentos e material. "Esse laboratório tem o essencial para realizar os exames que precisam ser feitos no local", diz Gazzinelli. Em seguida o material segue para Belo Horizonte, já na fase de ser submetido a dois dos aparelhos do laboratório (cintilador e facscan), descartando a necessidade de se tê-los em campo.

Nova mentalidade

O laboratório de imunologia celular em Governador Valadares deve imprimir uma mentalidade mais científica na região. A medicina local ganha impulso, pois o diagnóstico e o tratamento de várias doenças de fundo imunológico passam a depender dos grandes centros.

Cerca de 1.500 indivíduos já foram

entrevistados e examinados em vários pontos do município. Cada um deles ganha um número e é submetido a um exame médico e de fezes. Os pesquisadores têm assim informações detalhadas sobre a população: sexo, idade, relações de parentesco, existência ou não da esquistossomose e de outras verminoses, entre outros dados.

Quanto aos indivíduos infectados, têm-se informações sobre a carga parasitária e a forma clínica da doença que cada um deles apresenta (hepato-esplênica, hepato-intestinal, intestinal etc.). Esses indivíduos foram agrupados e suas diferenças imunológicas estudadas.

Atualmente, além do Centro de Pesquisas René Rachou, pelo menos três outras instituições brasileiras contam com um laboratório similar: o Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, a USP e o Hospital das Clínicas, em São Paulo.

Roberto Barros de Carvalho

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

Sonhos de Einstein

Professor do MIT trata das concepções do tempo em livro de ficção

Com o que sonhava Einstein nos dias que precederam o lançamento de sua teoria da relatividade restrita? Uma tentativa de resposta vem através de *Einstein's Dreams* (ED) – Nova York, Pantheon Books, 1993 – ou *Sonhos de Einstein*, de Alan Lightman, um astrofísico do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), de 45 anos.

Como ficção, lembra as fantasias de Jorge Luis Borges ou Italo Calvino. Como ciência... Não é, certamente, um livro no qual alguém vá aprender algo sobre a complexa estrutura que a mecânica relativista atribui ao tempo. Trata-se de ficção. Mas é um tipo de ficção que instiga o leitor (principalmente o leitor cientista) a perguntar em que ponto algo deixa de ser ciência e passa a ser literatura. Lightman responde a isso na entrevista abaixo: quando se faz o teste da teoria (da ficção) contra a experiência. Mas e antes disso? Antes, vale o que Borges dizia sobre a natureza da metafísica no distante país de Uqbar: apenas um ramo da literatura fantástica. Antes do teste contra a realidade (isso quando o teste é mesmo possível), não existe corte e talvez não exista sequer ciência. Tem-se apenas literatura que, por ser diferente e inovadora, é fantástica.

Lightman especula, em forma literária, com a mente de um cientista. Por que admitir para as memórias persistentes uma explicação comum? Por que não considerar isso um reflexo da sutil estrutura do tempo? (ver 'Sonho de 14 de maio de 1905'). É o mesmo que o cientista faz diante do desconhecido: os fatos visíveis são apenas reflexos de forças mais profundas que cabe a ele descobrir e controlar ou prever. Não se contentar com a superfície. É isso que levou Einstein à relatividade e é isso que leva Lightman aos sonhos que Einstein sonhou. Ou deveria ter sonhado.

Qual a relação entre ciência e ficção?

Ciência é ficção num sentido e não-ficção em outro. Ficção, no sentido de que a

imaginação criativa é crucial para a concepção de novas teorias; não-ficção, no sentido de que novas teorias, sejam quão belas forem, devem ser submetidas ao frio teste do experimento e da realidade física.

ED lembra Calvino ou Borges. Como o senhor vê sua ficção em relação à corrente fantástica representada por esses autores?

Admiro muito Calvino, bem como outros autores que distorcem a realidade a fim de poderem observá-la melhor. Considero ED uma explanação acerca do comportamento humano que usa o tempo como ferramenta de exploração. Em segundo lugar, mas ainda importante para mim, está a tensão entre a concepção científica friamente lógica e a natureza mágica e imagi-

nativa da ciência, tal como praticada por grandes cientistas como Einstein.

Na capa de ED está o subtítulo "uma novela". Ele o é realmente?

ED é um trabalho de ficção, certamente, mas ele não se ajusta facilmente a nenhuma classificação. Acredito que, às vezes, lutamos além da conta para classificar as coisas. Trabalhos criativos, acredito, devem ser julgados e apreciados em seus próprios termos.

O senhor sabe de outros trabalhos de ficção que tenham explorado diferentes possibilidades quanto à natureza do tempo, como foi feito em ED?

Todas as concepções do tempo em ED,

Sonho de 14 de maio de 1905

Existe um lugar onde o tempo permanece parado. Gotas de chuva se mantêm inertes no ar. Pêndulos dos relógios flutuam a meio percurso. Cães levantam seus focinhos em uivos silenciosos. Pedestres ficam congelados nas ruas poeirentas, suas pernas erguidas, como se presas por cordões. Os aromas de tâmaras, mangas, coentro, cominho estão suspensos no espaço.

Sempre que um viajante se aproxima desse lugar, vindo de qualquer direção, ele se move mais e mais lentamente. Suas batidas cardíacas se espaçam, sua respiração se abrandando, sua temperatura cai, seus pensamentos diminuem até que ele atinge o centro morto e pára. Pois esse é o centro do tempo. Desse lugar, o tempo viaja para fora em círculos concêntricos em repouso no centro, tomando velocidade aos poucos com o aumento do diâmetro.

Quem faria uma peregrinação ao centro do tempo? Pais com crianças e amantes.

E assim, no lugar onde o tempo permanece parado, podem-se ver pais segurando seus filhos, num abraço congelado que nunca se soltará. A bela e jovem filha,

com olhos azuis e cabelos louros, nunca irá interromper o sorriso que sorri agora, sua face nunca irá perder o macio brilho cor-de-rosa, nunca ficará enrugada ou cansada, ela nunca irá se machucar, nunca irá desaprender o que seus pais lhe ensinaram, nunca irá pensar coisas que seus pais não saibam, nunca conhecerá o mal, nunca dirá aos pais que ela não os ama, nunca deixará seu quarto com vista para o oceano, nunca deixará de tocar seus pais, como faz agora.

E, no lugar onde o tempo permanece parado, podem-se ver jovens beijando-se na sombra dos edifícios, num abraço congelado que nunca se soltará. O amado nunca tirará seus braços de onde estão agora, nunca devolverá o bracelete de lembranças, nunca viajará para longe de seu amor, nunca se colocará em perigo ou em auto-sacrifício, nunca falhará em mostrar seu amor, nunca será ciumento, nunca ficará apaixonado por outra pessoa, nunca perderá a paixão desse instante no tempo.

É preciso considerar que essas estátuas são iluminadas somente pela mais fraca



luz vermelha, pois a luz diminui para praticamente nada no centro do tempo, suas vibrações reduzidas a ecos em vastos desfiladeiros, sua intensidade reduzida ao brilho fugidio dos vaga-lumes.

Os que não estão no centro exato são ainda capazes de movimento, mas com o passo das geleiras. Uma penteada no cabelo pode levar um ano, um beijo pode durar mil. Enquanto um sorriso é correspondido, estações se passam no mundo exterior. Enquanto uma criança é acalentada, pontes são construídas. Enquanto um adeus é dado, cidades caem e são esquecidas.

E aqueles que voltam ao mundo exterior... As crianças crescem depressa, esquecem o abraço secular de seus pais, que para eles durou apenas alguns segundos. Crianças se tornam adultos, vivem longe dos pais, vivem em suas próprias casas, adquirem seus próprios modos, sofrem dor, envelhecem. As crianças amaldiçoam seus pais por tentar mantê-las para sempre, amaldiçoam o tempo por sua própria pele enrugada e sua voz rouca. Essas agora velhas crianças tam-

bém querem parar o tempo, mas em outra hora. Querem congelar suas próprias crianças no centro do tempo.

Amantes que retornam descobrem que seus amigos partiram há tempos. Afinal, existências se passaram. Eles se movem num mundo que não conseguem reconhecer. Amantes que voltam ainda se abraçam na sombra dos edifícios, mas agora seu abraço parece vazio e solitário. Logo se esquecem das seculares promessas, que para eles duraram apenas alguns segundos. Tornam-se ciumentos mesmo entre estranhos, dizem coisas odiosas entre si, perdem a paixão, separam-se, ficam velhos e sós em um mundo que não conhecem.

Alguns dizem que é melhor não se aproximar do centro do tempo. A vida é um pote de tristeza, mas é nobre vivê-la e sem tempo não há vida. Outros discordam. Prefeririam ter uma eternidade de contentamento, mesmo que essa eternidade fosse fixa e gélida, como uma borboleta engastada num mostruário.

TRADUÇÃO: JESUS DE PAULA ASSIS

exceto aquele em que ele passa mais devagar para quem está em movimento, foram criadas por mim e são completamente ficcionais. Mas tenho certeza de que outros já pensaram em algumas dessas criações antes de mim.

O senhor usa a ficção como ferramenta educativa em ciência?

Enfatizo o desenvolvimento histórico e assuntos filosóficos quando ensino ciência. No entanto, nunca usei ficção ou literatura. Não sei se esta seria realmente útil. Acredito ser importante para os estudantes de ciências que eles conheçam o sentido cultural amplo da ciência, mas duvido que essa compreensão possa ajudar na própria ciência.

O que faz um professor de física no programa de literatura do MIT?

Leiono no departamento de física do MIT de forma completamente independente de minhas atividades no programa de estudos em literatura e humanidades, embora eu acredite que minha formação em física influencie o meu trabalho como escritor. Como físico, sou especializado em astrofísica e tenho publicado muita coisa nessa área.

Proteína coadjuvante

Para cientista, em três anos interleucina-6 será aliada da quimioterapia

Em dois ou três anos, o uso de uma proteína secretada pelas células, a interleucina-6 (IL-6), poderá evitar que pacientes submetidos a altas doses de quimioterápicos recebam transfusão de plaquetas. A previsão é de Michel Revel, chefe do Departamento de Virologia e Genética Molecular do Instituto Weizmann (Israel) e um dos descobridores da IL-6, substância que pode ainda aumentar a produção de anticorpos e prevenir o desenvolvimento de alguns tumores. Em entrevista a Cássio Leite Vieira (Ciência Hoje/Rio de Janeiro), ele falou sobre os usos da IL-6 contra o câncer e na terapia genética e opinou sobre patentes.

Quais os avanços sobre a relação entre a interleucina-6 (IL-6) e a resposta imune contra células tumorais?

A IL-6 pode afetar tanto as células tumorais quanto o sistema imune. Sobre as primeiras, mostrou-se que, em alguns casos, ela aumenta os níveis dos antígenos da histocompatibilidade (classe 1), que estão entre os antígenos mais importantes da superfície celular para que o sistema imune reconheça a célula cancerosa. Mostrou-se também que a IL-6 pode elevar os antígenos carcinoembriônicos do câncer de cólon e isso também ajuda no reconhecimento desse tumor. Mas, mais importante, diria, é o que eu chamo de efeito indireto através do sistema imune, permitindo às células de defesa serem ativadas para reconhecer as células tumorais, mesmo que elas tenham baixos níveis de antígenos da histocompatibilidade. Acho que esse efeito combinado sobre as células tumorais e o sistema imune é o mecanismo pelo qual a IL-6 causa a resposta imune contra o câncer.

Quando a IL-6 será usada como droga eficaz contra o câncer?

O primeiro uso da IL-6 será como coadjuvante na quimioterapia, para manter o número de plaquetas em níveis normais

Antígeno * qualquer substância que cause reação do sistema de defesa do organismo (sistema imune). Em geral, são proteínas.

Citoquinas * proteínas que coordenam o combate às infecções ou às agressões de microrganismos. Secretadas pelas células de organismos superiores.

Interleucina-6 (IL-6) * citoquina que estimula a produção de plaquetas e anticorpos. Inibe o crescimento de vários tipos de células cancerosas.

Interferon (IFN) * citoquina que inibe a proliferação de vírus e células cancerosas. Há três tipos de IFNs: alfa, beta e gama. Esses últimos já são usados para tratar herpes, verrugas e hepatites.

Metástase * transferência, através de vasos sanguíneos ou linfáticos, de células doentes de um órgão para outro; especialmente, a transferência de células cancerosas.

Plaquetas * células sanguíneas que desempenham papel importante na coagulação do sangue.

Gene * unidade de hereditariedade, composta por ácido desoxirribonucleico (ADN), que determina características como cor dos olhos, dos cabelos e da pele, tamanho etc.

em pacientes submetidos a altas doses de quimioterápicos. Esse uso de citoquinas, juntamente com a quimioterapia, se tornou muito popular em medicina nos últimos cinco anos. Já existem drogas que podem prevenir a diminuição dos leucócitos, mas não se pode fazer o mesmo com as plaquetas. Por isso, os pacientes ainda precisam de transfusão de plaquetas. Esperamos que a IL-6 seja usada para esse propósito e isso, acho, vai levar provavelmente uns dois ou três anos.

Qual o papel da IL-6 na era da terapia genética?

Introduzimos o gene da IL-6 humana em células tumorais pulmonares. Usamos essas células modificadas como uma vacina que protegeu os animais contra metástases em formação. Pode-se dizer que usando outro gene de citoquina, como o do interferon-gama, em adição à IL-6 sozinha, podem-se obter os mesmos efeitos. O futuro realmente é introduzir esses genes em células cancerosas humanas e usá-las para prevenir a formação de metástases ou tratar metástases em pacientes. Acho que isso será um dos primeiros sucessos da terapia genética.

A discussão da lei de patentes no Brasil está dividida entre patente de processos e de produtos. Considerando sua experiência em biotecnologia, qual a melhor maneira de decidir essa questão?

Não sou especialista em patentes, mas meu conhecimento me diz que a patente de processo não é uma tendência na Europa, nos EUA ou Israel. A patente de produtos está dominando, o que não significa, em alguns casos, que se uma outra companhia descubra uma aplicação ela não possa obter o que chamamos de licença compulsória, isto é, a companhia, o grupo, o instituto ou o cientista que detiver a patente do produto pode ser compelido a dar uma licença à pessoa ou à companhia que obtiver uma nova aplicação. Acho que essa é a posição mais aceita ou mais adotada na Europa, nos EUA e em Israel.

Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Replicantes à vista

Médicos norte-americanos divulgam pesquisa sobre clonagem de embriões humanos

A ficção científica está de volta. Na última semana de outubro, soaram nas manchetes ecos de *Admirável Mundo Novo* e *Os Meninos do Brasil*. Motivo: médicos norte-americanos anunciaram ter conseguido clonar embriões humanos. Mesmo antes do anúncio na imprensa especializada (o artigo saiu na revista americana *Science*, vol. 262, 29/10/1993), os jornais já se encarregaram de acender a polêmica. Já que se mostrou que a coisa *pode* ser feita, resta saber se ela *deve* ser feita.

De fato, do ponto de vista técnico, pouco existe de novo no anúncio feito por Jerry Hall, diretor do Laboratório de Andrologia e de Fertilização *In Vitro* da Faculdade de Medicina da Universidade George Washington (EUA). Clonagem de embriões é assunto bem conhecido, especialmente em zootecnia. Com o gado, por exemplo, o que se faz é remover uma célula de um embrião, tomar um óvulo não fertilizado, retirar seu núcleo e, no lugar dele, colocar o do embrião. A partir daí, o desenvolvimento é normal.

Com seres humanos, existia mais um problema a enfrentar. Óvulos humanos são difíceis de se obter e, assim, era preciso arranjar um meio de prescindir deles. A solução foi encontrada pelo mesmo grupo que agora anuncia a clonagem. Os óvulos normais são revestidos por uma camada gelatinosa, constituída basicamente por proteínas e carboidratos, denominada 'zona pelúcida', que é essencial para proteger o embrião nos primeiros dias de desenvolvimento. No terceiro dia, quando o embrião se implanta na parede do útero, essa camada desaparece. Em 1991, Hall e colaboradores inventaram uma zona pelúcida sintética. Assim, bastava retirar uma célula de um embrião e revesti-la com essa zona pelúcida sintética e já se teria um novo embrião apto a se desenvolver.

Mas isso não havia sido feito (ou, pelo menos, não divulgado). Hall afirma que preferiu fazer a clonagem às claras para

que a polêmica se estabelecesse logo e se resolvesse afinal até que ponto se deve interferir com embriões humanos.

Apesar dos protestos e dos temores, o fato é que se está muito longe da ficção científica. Não é possível ainda realizar o sonho do Dr. Josef Mengele em *Os Meninos do Brasil*: clonar vários Hitlers a partir de um fragmento de pele do *Führer*. Os métodos atuais não permitem clonar células já diferenciadas.

Outro fator a distanciar o anúncio dos pesadelos de quem teme a massificação do processo de clonagem: Hall afirma que sua técnica só teve sucesso com embriões de duas células. Células retiradas de embriões maiores não se desenvolveram. As retiradas de embriões de oito células só chegam a se multiplicar até oito células e as retiradas de quatro células também não passaram disso. Só as obtidas a partir de embriões de duas células chegaram até 32, que é o tamanho que os embriões têm quando, pelas vias normais, se implantam.

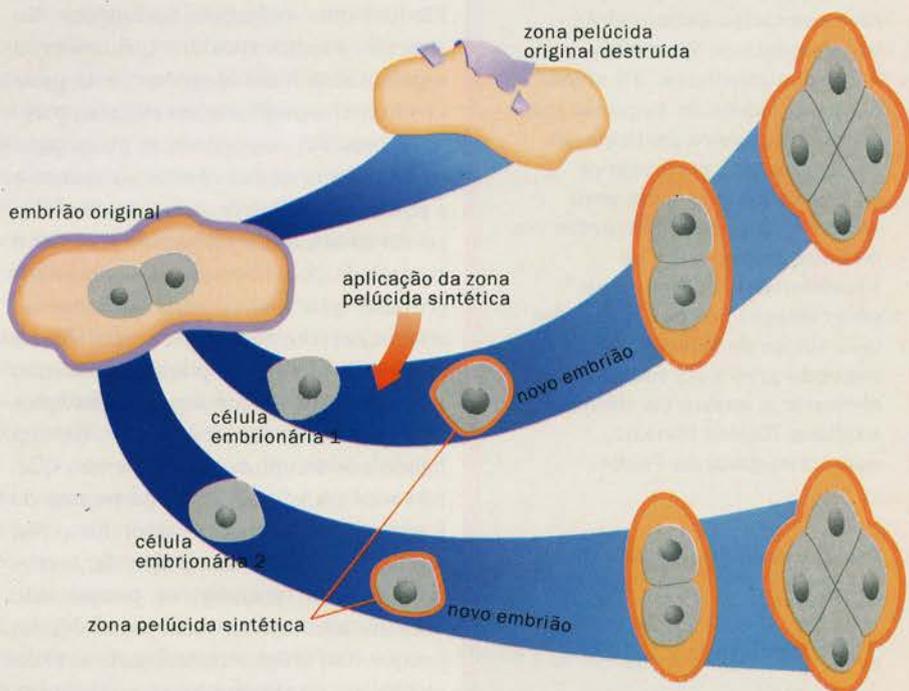


Gregory Peck interpreta o dr. Mengele no filme *Os Meninos do Brasil*, de 1978.

Quanto aos embriões resultantes de sua experiência pioneira, Hall afirma que os destruiu.

Jesus de Paula Assis

Ciência Hoje/São Paulo.



Técnica usada pelos médicos norte-americanos para a clonagem de embriões.

Fesbe 93

A apresentação dos painéis à noite foi uma das boas novidades da programação da VIII Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental (Fesbe), realizada de 25 a 28 de agosto em Caxambu (MG). Apresentados à tarde até o ano passado, os painéis atraíram este ano centenas de pesquisadores e estudantes em todas as noites do encontro.

O presidente da Fesbe, Sérgio Ferreira, da Universidade de São Paulo (campus Ribeirão Preto), brincou sobre o verdadeiro motivo do sucesso dos painéis: "Não sabemos o que atraiu mais, se a qualidade dos trabalhos ou do vinho que servimos".

Este ano a Fesbe teve 1.236 inscritos, que assistiram 56 conferências - das quais 25 com conferencistas estrangeiros -, 43 simpósios e 20 cursos. Além dos cientistas, 45 alunos e 10 professores de segundo grau do Rio de Janeiro participaram da reunião. Os professores aproveitaram a reunião para atualizar seus conhecimentos em ciências biológicas e os secundaristas tiveram uma programação só para eles. "Foi uma forma de intervir no segundo grau para tentar melhorar o ensino de ciências", explicou Regina Markus, secretária-geral da Fesbe.

Expediente: MARGARETH MARMORI (CIÊNCIA HOJE/BRASÍLIA) E LUISA MASSARANI (CIÊNCIA HOJE/RIO DE JANEIRO).

Colaboraram: AFONSO BAINY (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA), MARIA CRISTINA AVELAR E SORAYA SMAILI (ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA).

Revolução biológica

A idéia de que um gás, o óxido nítrico, pudesse ser um mediador biológico, ou seja, uma molécula mensageira, chocou a comunidade científica e colocou em xeque alguns antigos conceitos de biologia.

Ao que parece, essa molécula é liberada no organismo "como uma nuvem de perfume lançada por um borrifador", podendo ir para muitos lados rapidamente. "É a única coisa que pode explicar por que algumas funções do cérebro ocorrem tão rápido", afirma Salvador Moncada, diretor de pesquisa para o Reino Unido da Fundação Wellcome (Inglaterra). Até o final da década de 80, acreditava-se que os mediadores eram moléculas muito bem definidas e solúveis.

Moncada foi o primeiro pesquisador a publicar, em 1987, um trabalho apresentando as evidências de que o óxido nítrico é um fator endógeno do organismo capaz de dilatar os vasos sanguíneos. De lá para cá, descobriram-se muitas outras funções biológicas de que o gás participa, desde a defesa do organismo até a ereção peniana. Em 1992, o óxido nítrico foi considerado a molécula do ano pela revista Science e 1.600 artigos foram publicados sobre o assunto. Nos primeiros seis meses deste ano, mais 1.800 artigos surgiram na literatura.

Hondurenho e pesquisador da Wellcome desde 1985, Moncada contou à Ciência Hoje sobre a importância de sua pesquisa. Entrevista concedida a Luisa Massarani (Ciência Hoje/Rio de Janeiro) e Margareth Marmorì (Ciência Hoje/Brasília).

Qual a importância do óxido nítrico nas ciências biológicas?

Ele tem uma infinidade de funções. No sistema cardiovascular, influencia a regulação do fluxo sanguíneo e da pressão arterial, a proliferação celular na parede dos vasos e, possivelmente, a regulação da interação entre as células do sangue e a parede arterial. A proliferação das células do músculo liso da parede vascular é controlada pela liberação de óxido nítrico. Esse gás também está presente no sistema nervoso periférico e central. Neste, ele está distribuído amplamente, mas não uniformemente, o que sugere várias ações biológicas ainda não conhecidas. Ele está ligado aos receptores de glutamato que, há vários anos, sabe-se que participam da formação de memória. Além disso, há muito se conhece um grupo de nervos que não são colinérgicos porque não liberam acetilcolina, nem adrenérgicos porque não liberam noradrenalina. Eram chamados não-colinérgicos e não-adrenérgicos porque não se sabia o que libe-

ravam. Hoje, podemos considerar esses nervos como nitrérgicos, por liberarem óxido nítrico. Eles estão amplamente distribuídos no corpo, no sistema cardiovascular, gastrointestinal (produzem a dilatação do tubo gastrointestinal) e geniturinário (induzem a dilatação da bexiga e do ureter). No homem, levam à dilatação do corpo cavernoso, provocando a ereção peniana.

O óxido nítrico é uma substância tóxica?

Sim, em grandes quantidades ele é um tóxico muito eficiente. Inclusive, é usado pelas células brancas para defender o organismo. Em camundongos, está muito claro que os macrófagos (células de defesa) matam os microrganismos com o óxido nítrico. Durante vários anos, pensamos que só as células brancas podiam liberar grandes quantidades dessa substância em certas circunstâncias, quando estimuladas por endotoxinas (substância tóxica encontrada no interior de bactérias) e citocinas (moléculas que permitem a co-

municação entre células ou que intervêm em efeitos biológicos). Hoje, sabe-se que muitas outras células podem produzir grandes quantidades, inclusive as células do músculo da parede arterial. Agora está claro que o choque séptico (queda da pressão arterial provocada por infecção aguda) em seres humanos e em animais é causado pela grande quantidade de óxido nítrico liberado por células das paredes dos vasos. O óxido nítrico tem um papel perverso, quando liberado no lugar errado e no momento errado.

Por que há essa produção inadequada?

O que ocorre muitas vezes é que a patologia não é mais do que uma defesa do organismo que vai mais longe do que o organismo necessita. A asma, por exemplo, é uma defesa da via respiratória frente à presença do antígeno, mas, quando ocorre em excesso, atinge o próprio organismo. Ocorre o mesmo com o óxido nítrico.

Qual o papel do óxido nítrico na interação intercelular?

As membranas celulares são 100% permeáveis ao óxido nítrico. Então, ele vai de uma célula para outra sem problema. Ao chegar na célula receptora, estimula uma enzima, a guanilatociclase solúvel. Essa enzima aumenta a quantidade de GMP cíclico, que é um sinal bioquímico intracelular e que produz mudanças in-

tracelulares e representa a mensagem. Não sabemos quais são exatamente as mudanças que ocorrem depois da ativação do GMP cíclico.

Há drogas que regulam a ação do óxido nítrico?

Sim. A mais conhecida é a N^o-monometil-L-arginina (L-NMMA), que está sendo usada em choque séptico.

Quando se reduz a quantidade de óxido nítrico pode se estar também diminuindo a capacidade de defesa do organismo?

Sim. Isso está muito claro em testes com camundongos. Se injetamos leishmania (microrganismo causador da leishmaniose) nesses animais e uma droga inibidora do óxido nítrico, a infecção é muito maior.

Outros animais têm óxido nítrico em seu organismo?

O óxido nítrico é uma molécula tão simples, que pensamos que ele deveria ser um mediador muito primitivo. Então estudamos o límulo, um artrópode que existe há cerca de 600 milhões de anos na Terra sem alterações. É um fóssil vivo. Ele tem um sistema cardiovascular muito primitivo: uma bolsa na qual flutua um sangue também primitivo. Não há células vermelhas e o oxigênio é transportado em seu organismo através de um pigmento de cobre. Então, encontramos óxido nítrico nesse artrópode e em outros animais

primitivos, como a estrela-do-mar, que tem uma forma interessante de se alimentar. É o estômago dela que vai buscar a comida no ambiente. Para tirar o estômago do interior de seu organismo é preciso um relaxamento, o que é auxiliado pelo óxido nítrico. Já se tinha observado que o óxido nítrico relaxa o estômago de mamíferos. Não há dúvida que o óxido nítrico tem uma grande participação em todo o reino animal.

O óxido nítrico pode estar ligado à evolução?

Sim. É possível que a primeira função do óxido nítrico tenha sido um sistema de retenção do oxigênio quando essa substância começou a aumentar na atmosfera. Os animais, que não estavam acostumados a uma pressão tão grande do gás, usaram o óxido nítrico para evitar uma intoxicação. Depois sua ação deve ter sido ampliada.

A descoberta do óxido nítrico pode levar à investigação de outros gases?

Essa é a grande pergunta que nos fazemos: o óxido nítrico é o único gás com tantas funções biológicas ou é parte de uma família de gases que está por ser descoberta? Mas no momento não há evidência forte de outro gás. Há sugestões de que o monóxido de carbono também teria atividade de mediador, mas não há evidências para isso.



As células que cobrem a parede dos vasos sanguíneos liberam óxido nítrico, substância que faz com que os vasos relaxem, reduzindo assim a pressão sanguínea.

Ressuscitação hipertônica

A ressuscitação hipertônica, método anti-hemorrágico desenvolvido pelo Instituto do Coração (Incor), pode se tornar uma alternativa para pacientes adeptos da religião Testemunhas de Jeová, que não aceitam receber doações de sangue. O método consiste no uso de solução superconcentrada de sal (cloreto de sódio), que tem se mostrado eficaz no tratamento de hemorragias graves em casos emergenciais, geralmente decorrentes de acidentes e crimes ou em situações de rotina, como as cirurgias cardíacas.

A solução hipertônica é de uso rotineiro no Incor para pacientes Testemunhas de Jeová e para cirurgias que exigem longa circulação extracorpórea. Além disso, é usada em reoperações como a de retroca da válvula mitral, quando o risco de hemorragia é alto. O método também está sendo adotado em países como a Alemanha e a Áustria – onde alguns hospitais utilizam-no rotineiramente – e sendo testado nos EUA.

No caso dos pacientes Testemunhas de Jeová, a solução hipertônica pode ser uma alternativa ao sangue usado em operações como as de ponte de safena, que precisam de circulação extracorpórea

e muitas vezes exigem doação de sangue.

Ronaldo Bueno, do Incor, apresentou dados sobre a observação de 20 pacientes Testemunhas de Jeová submetidos a cirurgias. Metade foi tratada com a técnica convencional e a outra recebeu uma dose de 250 ml de solução hipertônica, meia hora antes da circulação extracorpórea. O balanço do fluido (acompanhamento do líquido eliminado ou ingerido) foi rigorosamente observado durante 72 horas.

Os pacientes tratados convencionalmente tiveram de ingerir 2,5 l a mais do que tinham eliminado para manter seu equilíbrio circulatório. Já os pacientes que usaram solução hipertônica tiveram balanço zero, ou seja, ao fim de 72 horas mantiveram o equilíbrio sem necessidade de excesso de fluido.

Quanto maior a ingestão de líquido na fase pós-operatória, maior o espaço intersticial (espaço entre as células) no sangue, o que pode levar à necessidade de transfusão sangüínea. A solução hipertônica assegura maior equilíbrio de fluidos e diminui a possibilidade de que uma transfusão seja necessária.

O uso da solução hipertônica também pode melhorar as condições do aparelho

circulatório de pacientes com sangramento explosivo, causada por uma grande perfuração abdominal (facadas, por exemplo) ou por aneurisma aórtico (rompimento da aorta abdominal). Segundo um dos principais responsáveis pelo uso da solução hipertônica, Maurício Rocha e Silva, também do Incor, nesses casos a mortalidade é altíssima.

Geralmente, entre 10 e 15 minutos depois do sangramento explosivo, o paciente já está correndo sério risco de vida. Metade das pessoas morre antes de ser atendida e só 20% sobrevivem ao final dos trabalhos. O tratamento emergencial é feito através de cateter introduzido na artéria femoral, que ultrapassa o ponto de ruptura e enche um balão para fechar a aorta.

O balão funciona como um 'grande torniquete', permitindo que o baixo volume do sangue circulante seja distribuído preferencialmente para o cérebro e o coração, facilitando a manipulação anestésica e cirúrgica para corrigir a ruptura. Rocha e Silva sugere o uso da solução hipertônica juntamente com o procedimento tradicional para melhorar o desempenho da oclusão da aorta com o balão.

Luiz Francisco de Figueiredo, do Incor, apresentou os resultados de um experimento onde verificou os efeitos da associação da oclusão aórtica com balão seguida de injeção de solução hipertônica em cães com sangramento explosivo.

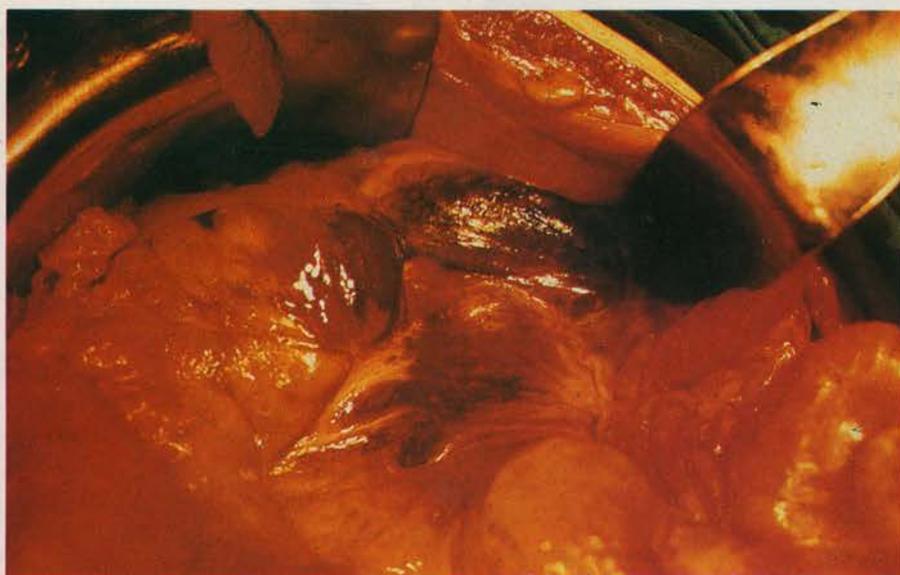


Figura 1. Extenso hematoma retroperitoneal e sangramento ativo na cavidade abdominal, presentes na lesão de grande vaso

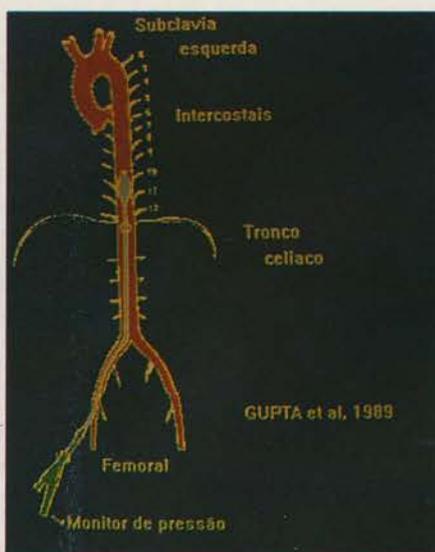


Figura 2. Local de oclusão pré-operatória da aorta em vítimas de trauma abdominal penetrante em choque.

FOTO: LUIZ POLI FIGUEIREDO/INCOR

Esses animais foram submetidos a grave choque hemorrágico não controlado, com a hemorragia determinada pelos níveis de pressão na aorta abdominal.

Após 34 minutos de sangramento contínuo, quando cerca de 45% do volume de sangue inicial estimado havia sido retirado, o pesquisador dividiu os animais em quatro grupos. Todos os animais apresentavam grave choque, com pressão arterial muito baixa, problemas no coração, entre outras coisas.

No grupo 1 (grupo-controle), a aorta dos animais não foi ocluída e neles foram injetados 4 ml de cloreto de sódio (NaCl) por quilo do animal. A concentração da solução era só de 0,9%. Os animais permaneceram em franco choque nos 90 minutos de sangramento contínuo.

No grupo 2, ocluiu-se a aorta dos cães com cateter-balão na altura da décima vértebra torácica e injetaram-se 4 ml de NaCl por quilo, também a 0,9%. Observou-se imediata recuperação dos níveis de pressão arterial, embora o débito cardíaco e as pressões de enchimento permanecessem baixos.

No grupo 3, após a oclusão da aorta, injetou-se uma solução de NaCl a 7,5%. Houve uma recuperação mais prolongada dos níveis de pressão arterial, com menor elevação da resistência vascular, e aumentos temporários e significantes do débito cardíaco e das pressões de enchimento.

No grupo 4, injetaram-se 4 ml de acetato de sódio por quilo (10,5%), após a oclusão. Essa solução apresentou efeitos seme-

lhantes aos do NaCl (7,5%), mas, por ser um vasodilatador arteriolar, levou a aumentos imediatos mais significantes no débito cardíaco e nas pressões de enchimento. A pressão arterial manteve-se constante, apesar da queda da resistência vascular periférica.

Segundo Figueiredo, o experimento demonstrou que controlar a aorta com cateter-balão recupera a pressão arterial às custas da resistência periférica aumentada. Grandes benefícios hemodinâmicos podem ser obtidos pela associação dessa técnica com a injeção de soluções hipertônicas. "O uso de soluções salinas hipertônicas após a oclusão da aorta deve ser seriamente considerado no primeiro atendimento a pacientes com choque abdominal de rápida instalação", disse o pesquisador.

Revalorização da fisiologia

Um dos mais renomados pesquisadores mundiais de ritmos biológicos, Daniel Cardinali, da Universidade de Buenos Aires, está tentando revalorizar, no contexto da cronobiologia, uma idéia de 50 anos atrás: a hipótese de que o processamento em paralelo de informações é a base fisiológica do sistema nervoso central. Seus resultados indicam que as vias paralelas servem como meio de comunicação entre o cérebro e o sistema endócrino.

Ele apresentou uma série de experimentos com glândulas endócrinas que reforçam a idéia de que é necessária a integridade da inervação (ação dos elementos nervosos sobre as funções endócrinas) para que haja uma resposta normal. No entanto, Cardinali acha que suas conclusões levantam uma questão ainda mais importante: a necessidade de revalorização da fisiologia.

"O que mostrei foram experimentos que revalorizam uma hipótese antiga, com base no simples raciocínio analítico de um fisiologista", comenta. Ele afirma que sempre se incomodou com o enfoque que encara o sistema nervoso conectado com o sistema endócrino só pela base do hipotálamo.

Revalorizar uma idéia que estava

enterrada acabou levando Cardinali a uma constatação: "É muito difícil lutar contra os paradigmas da ciência". Depois de insistentes tentativas para persuadir os cientistas sobre suas experiências, Cardinali se convenceu do conservadorismo do meio acadêmico. "Nós cientistas não somos *open minded*, a comunidade científica é mais conservadora do que se pode imaginar", concluiu. Para eles, qualquer idéia que gere algum tipo de constrangimento é depreciada.

Cardinali acha que seu trabalho se baseia em uma idéia que poderia estar historicamente perdida. "Há muitas idéias no passado que foram abandonadas, porque a metodologia não permitia a sua comprovação", diz. Ele acha que a revolução tecnológica dos últimos anos levou à fragmentação do conhecimento e ao abandono da fisiologia clássica.

"A noção de conjunto foi perdida e hoje a fisiologia não tem ninguém respeitável, porque o que se respeita é o biólogo molecular", critica ele. Cardinali acredita que os cientistas mais jovens adquirem treinamento em técnicas de última geração, mas desconhecem o passado. "O passado da ciência hoje tem só cinco anos, mas a fisiologia tem muito mais que isso", diz o pesquisador.

Aguardente e anticorpos

A tiquira, aguardente à base de mandioca largamente consumida no Maranhão, provoca a supressão de anticorpos e o aumento de auto-anticorpos. Esses últimos atacam as células do próprio organismo. Na literatura, há registros de que o consumo de álcool reduz os anticorpos, mas não se conheciam casos de aumento de auto-anticorpos.

Quem consome a tiquira está mais suscetível a infecções e a doenças auto-imunes, nas quais as células de defesa começam a atacar o próprio organismo. Flávia Nascimento, da Universidade Federal do Maranhão, realizou testes com ratos durante 30 dias, colocando a bebida como o único líquido disponível para os animais. Os resultados foram significativos: a produção de auto-anticorpos foi 50% maior nesses animais do que nos ratos do grupo de controle.



Testes com ratos mostraram que a tiquira, aguardente muito consumida no Maranhão, altera os níveis de anticorpos e de auto-anticorpos.

Fesbe mais jovem

A VIII Reunião teve sangue novo este ano: cerca de 40 alunos de segundo grau transitaram pelo evento à procura de informações. Eles fizeram parte do novo projeto da Fesbe, cujo objetivo principal é estimular e descobrir vocações em adolescentes.

Além das conferências programadas especialmente para eles, os jovens fizeram visitas monitoradas aos *posters* e aos estandes de equipamentos científicos, contando ainda com tempo livre para assistir a eventos da programação da reunião.

As conferências especiais foram sobre Aids, ministrada por Orlando da Costa Ferreira Júnior, do Hospital Emílio Ribas (RJ); sono, por Sérgio Tufik, da Escola

Paulista de Medicina, e Luiz MennaBarreto, Universidade de São Paulo (USP); comportamento animal, por César Ades, da USP; e desenvolvimento de drogas, por Sérgio Ferreira, da USP, e Protásio Lemos da Luz, do Instituto do Coração (SP).

Sob a coordenação de Lúcia Siano, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), os alunos serão acompanhados por cinco anos, para se avaliar os efeitos que o projeto teve na definição de suas carreiras.

Nessa fase experimental, o programa beneficiou só jovens cariocas do Colégio de Aplicação da UFRJ e do Programa de Vação Científica da Fundação Oswaldo

Cruz, que trabalha com cinco escolas. Nos próximos anos, pretende-se englobar também alunos de outros estados.

“A idéia foi trazer os adolescentes para a reunião, não tanto para transmitir informações, mas mais para mostrar como a ciência é feita”, afirmou Marcello Barcinski, professor da USP e coordenador do projeto. “É preciso desmitificar a ciência, mostrar aos jovens que ela é feita por pessoas normais, que têm suas alegrias e frustrações, e que ela é uma atividade lúdica, entusiasmando as pessoas que trabalham com ela”, acrescentou.

Para Barcinski, é preciso envolver a Fesbe em educação. “Não é possível que uma sociedade que reúna as melhores cabeças do Brasil nas ciências biológicas e biomédicas não possa contribuir para a educação nessa área”, concluiu.

Cirurgia cardíaca em fetos

A cirurgia fetal poderá dar uma nova esperança de vida às crianças que nascem com malformações complexas no coração, como a síndrome da hipoplasia do ventrículo esquerdo. Atualmente, apesar dos avanços da cirurgia, todas as crianças portadoras desse mal morrem. No Instituto do Coração (Incor), o médico Renato Assad coordena pesquisas que buscam aperfeiçoar os métodos de intervenção cirúrgica intra-uterina.

Ele acredita que só no próximo século as cirurgias fetais do coração se tornarão rotineiras. No Brasil, a avaliação da anatomia cardíaca já é possível com 18 a 20 semanas de gestação e existe tratamento precoce para boa parte das malformações observadas. Mas em casos como o da hipoplasia do ventrículo esquerdo o médico nada pode fazer além de esperar o nascimento.

O coração se forma dois meses depois da fecundação. Quando ocorre alguma lesão obstrutiva, por mais simples que seja, o fluxo sanguíneo normal no interior do coração é afetado. Esse distúrbio impede o sangue de circular normalmente, o que atrofia o músculo cardíaco que precisa dos estímulos do volume e da pressão da corrente sanguínea para se desenvolver.

Quando essa obstrução acontece do lado esquerdo do coração, a criança nasce só com o lado direito formado. Daí o nome da doença que só não provoca a morte antes do nascimento porque os dois ventrículos trabalham em paralelo na vida uterina. A cirurgia seria feita entre o quinto e o sexto mês de gravidez para desobstruir o fluxo sanguíneo do lado esquerdo do coração e recuperar o estímulo normal de crescimento. O risco cirúrgico para a mãe é o mesmo de uma cesariana comum.

“Recuperaríamos o sangue para as câmaras esquerdas ainda dentro da vida intra-uterina”, explica Assad. Ao quebrar o ciclo intra-uterino, a intervenção cirúrgica poderia garantir a recuperação do ventrículo esquerdo graças ao grande potencial de multiplicação celular do feto. A gestante se submeteria a uma cesariana para que o coração do feto, pudesse ser operado a céu aberto.

Depois da cirurgia, o feto seria colocado de volta no útero para que pudesse recuperar a anatomia cardíaca até o final da gestação. Como há risco de rompimento da sutura uterina durante o trabalho de parto, a gestante passaria por outra cesárea para o nascimento da criança, quando a maturidade fetal fosse atingida.



Pesquisadores do Instituto do Coração (Incor/SP) estão estudando formas de aperfeiçoar a cirurgia intra-uterina.

Até que esse procedimento possa ser adotado, existem muitas dificuldades a serem superadas. Um dos problemas mais graves é o estresse cirúrgico do feto, já que não foi desenvolvida ainda uma anestesia ideal para a operação. “Quanto maior o bloqueio anestésico fetal, melhores são suas chances de sobrevivência”, diz Assad. Outra dificuldade é o mau funcionamento da placenta durante e após a circulação extracorpórea fetal (circulação sanguínea feita com equipamentos).

Cirurgias com circulação extracorpórea em ovelhas prenhas estão sendo feitas pelo Incor com o apoio do Grupo de Reprodução Animal da Universidade Estadual Paulista, em Botucatu (SP), e da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo. Os fetos de ovelha foram escolhidos por apresentarem condições semelhantes às dos humanos.

Assad espera que, em breve, com a construção de um prédio para pesquisas no Incor, possam começar experimentos em macacos rhesus. Os equipamentos

para a cirurgia fetal – que precisam ser bastante delicados – também devem ser aperfeiçoados, por causa da fragilidade dos tecidos fetais.

Na Universidade da Califórnia (EUA), já foram feitas cirurgias intra-uterinas para outros tipos de patologia como tumores fetais, obstruções urológicas e hérnia diafragmática, que também levam a criança à morte no nascimento. Das oito cirurgias de hérnia diafragmática feitas nos EUA, três crianças sobreviveram. “Salvar uma vida já justifica a intervenção intra-uterina para aquelas doenças cuja mortalidade é

elevada com a terapia neonatal convencional”, afirma Assad.

O maior problema encontrado na experiência inicial em seres humanos é a irritabilidade uterina desencadeada pela cirurgia, que pode provocar parto prematuro. Estão sendo investigadas drogas para manter o útero sedado por um período após a cirurgia. Mas Assad, que trocou a Universidade Harvard (EUA) pelo Incor a convite do cardiologista Adib Jatene, acredita que ainda nesta década será possível fazer no Brasil a primeira cirurgia cardíaco-fetal.

Óxido nítrico em questão

A ação analgésica de substâncias como a Dipirona e o Diclofenac é intermediada pela formação de óxido nítrico (NO) nos receptores de dor. A presença do NO nesses receptores bloqueia a reação exagerada de dor (hiperalgesia). Essa conclusão foi apresentada por Sérgio Ferreira, da Universidade de São Paulo (*campus* Ribeirão Preto), em um dos simpósios onde foram apresentados trabalhos sobre questões relacionadas ao NO.

Segundo Ferreira, a Dipirona e o Diclofenac agem de forma diferente da Aspirina (ácido acetilsalicílico), cuja ação depende do bloqueio da síntese de prostaglandinas, responsáveis pela sensibilização do receptor de dor no processo inflamatório. Para o pesquisador, isso explica por que os analgésicos que induzem a liberação de NO têm pouco efeito antiinflamatório.

Cristóvam Picanço-Diniz, da Universidade Federal do Pará, falou das pesquisas sobre a distribuição cerebral da enzima que sintetiza o NO, que segue padrão radicalmente diferente nos roedores e nos primatas. Segundo ele, a explicação está no fato de que a organização dos sistemas de distribuição varia de espécie para espécie e que em algumas há uma situação intermediária entre o primata e o roedor.

Através de técnica bioquímica, Roberto Paes de Carvalho, da Universidade Federal Fluminense, estudou o controle da expressão da enzima do NO (NO sintase). Para conhecer a atividade dessa substân-

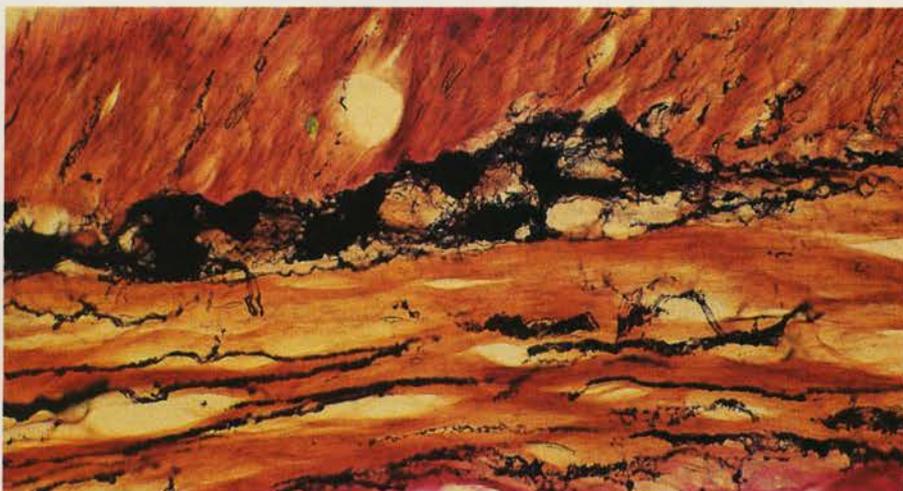
cia na retina de pintos, ele mediu produtos gerados pela enzima. Uma das sugestões derivadas do trabalho é que o NO pode ter papel importante na fisiologia da retina.

Em outro trabalho, Jan Nora Hokoç, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, expôs como detectou o NO em retinas de gambá. Ela verificou a presença da NADPH-diaforase (enzima que também está envolvida na produção de NO) em mamíferos. O verdadeiro papel da NADPH-diaforase ainda é desconhecido, mas pela sua presença no gambá sabe-se que desde o período cretáceo não sofreu grande transformação.

Em um outro simpósio, Gustavo Ballejo, da USP (*campus* Ribeirão Preto),

apresentou dados sobre experiências que tentam confirmar as teorias de que o NO está entre as substâncias que controlam a motilidade do tubo digestivo. Só há motilidade com o relaxamento do tubo, o que não acontece com as pessoas que sofrem de acalasia (doença em que a comida não consegue percorrer o tubo digestivo).

Ballejo testou dois compostos conhecidos como inibidores do NO e verificou que o relaxamento não era bloqueado. Para ele, esses resultados não significam que o NO não atue no relaxamento do tubo digestivo. Ele explicou que o NO estudado em laboratório é um radical livre e reage rapidamente com outras moléculas. Mas, nesse caso, ele já estaria ligado a outras moléculas e por isso não reagiria com os inibidores testados.



Corte do duodeno de rato, mostrando fibras e células nervosas positivas (em preto) para a enzima NADPH-diaforase, que, acredita-se, sintetiza o NO. Em marrom estão fibras musculares, cujo relaxamento atribui-se ao NO; em rosa, o tecido conjuntivo.

O sono dos deficientes físicos

Tetraplégicos e paraplégicos que praticam esportes são mais integrados à sociedade do que os deficientes físicos não-desportistas. Isso é o que sugerem os resultados preliminares da pesquisa feita por Marco Túlio Mello, da Escola Paulista de Medicina (EPM). Ele estudou o sono de 53 deficientes físicos do Triângulo Mineiro e do Alto Paraíba.

Através de questionários distribuídos aos deficientes, Mello verificou que os desportistas têm padrão de sono semelhante ao da população em geral, o que evidenciaria sua maior integração à sociedade. Para Mello, o sono substitui o

convívio social.

Os deficientes que não praticam esportes têm a mesma média de horas dormidas na semana, independentemente de ser sábado, domingo ou dia útil. Os desportistas dormem menos aos sábados, o que, para o pesquisador da EPM, indica que nesse dia eles têm convívio social semelhante ao da população em geral.

Já os não-desportistas são os que têm maiores problemas de sono. O ronco, considerado uma doença do sono, atinge 47% desse grupo, contra só 20% dos desportistas. Os praticantes de esportes

dormem menos (média de 7h15 por dia) do que os sedentários (média 9h06).

Para responder às questões levantadas pela pesquisa, Mello está fazendo outra, dessa vez com 30 deficientes divididos em três grupos: desportistas, não-desportistas que já passaram por algum processo de reabilitação física e não-desportistas que nunca fizeram atividades de reabilitação. No novo trabalho o pesquisador pretende, além de observar o padrão de sono, avaliar as condições nutricionais, psicológicas e de condicionamento físico dos deficientes. Ele deverá também elaborar programas de treinamento físico e avaliar possíveis alterações na qualidade do sono após o início da atividade física dos não-desportistas.

Baculovírus poliédrico

O diagnóstico preventivo da ocorrência do *Baculovirus penaei*, microrganismo capaz de destruir criadouros inteiros de camarão, pode ser feita por seqüenciamento do ADN (ácido desoxirribonucleico), através da técnica da PCR (sigla em inglês para reação em cadeia da polimerase). Encontrado principalmente nas Américas, o *B. penaei* geralmente só é detectado muito tarde, quando é impossível evitar grandes perdas.

Carlos Menck e Sérgio Bueno, da Universidade de São Paulo, estão usando a PCR para diagnosticar preventivamente a ocorrência desse vírus em matrizes de camarão. Os métodos tradicionais de detecção só são eficazes quando a colônia de vírus no camarão é muito grande. Com o método do ADN, basta haver um só vírus para que o diagnóstico seja feito.

O *B. penaei* tem uma camada protéica

em torno de si, que acaba por protegê-lo. Essa capa, formada pela proteína poliedrina, dá ao vírus a forma quase perfeita de um poliedro, que pode ser observada ao microscópio óptico.

Na busca do diagnóstico, Menck identificou no baculovírus uma seqüência de ADN encontrada também em três espécies: no camarão, no baculovírus de insetos e até no genoma humano. "É uma seqüência extremamente monótona de adenina e citosina (bases nitrogenadas do gene)", diz Menck. No entanto, ele acha surpreendente que esteja presente em organismos tão distintos.

Menck acredita que essa seqüência está relacionada com a transferência de material genético do camarão para o vírus. "Pode ser uma seqüência que o baculovírus incorporou", arrisca o pesquisador.

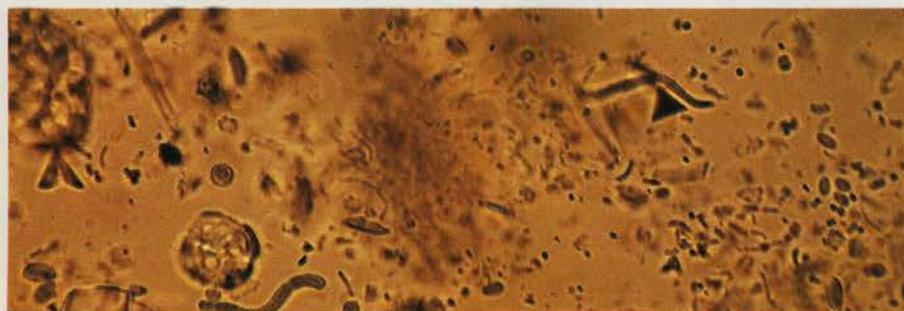
Pós-graduação e sistema de C&T

A pós-graduação tem como ingrediente básico a pesquisa e, portanto, não pode estar desvinculada da pesquisa mais ampla que se faz no país. Por isso, o pós-graduando tem que estar preocupado com o sistema de ciência e tecnologia brasileiro. A afirmação é de Eduardo Krieger, presidente da Academia Brasileira de Ciências e pesquisador do Instituto do Coração (SP).

Krieger se preocupou em mostrar que a universidade pública contribui com 90% dos cursos de doutorado, enquanto que a universidade particular é responsável pelo restante. "Por ter essa nítida vocação para fazer pesquisa e treinar pessoal, do qual parte vai servir à rede privada, a universidade pública tem que ocupar lugar privilegiado dentro do sistema de C&T do país, na hora de receber os auxílios financeiros", disse Krieger.

Para ele, a universidade deve se unir ao governo e aos setores produtivos do país para otimizar os poucos recursos financeiros e para acelerar o desenvolvimento nacional.

Krieger aguarda com expectativa o início do funcionamento do Conselho de Ciência e Tecnologia (CCT). "Por ser presidido pelo próprio presidente da República, o conselho terá força política", prevê o pesquisador.



Baculovirus penaei que tomam a forma de poliedros (na foto, pequenos triângulos), em fezes de camarão infectado.

Indefinição do sexo

Os estudos de Ângela Barbosa, da Universidade de São Paulo, sobre intersexualidade humana reforçam a idéia de que existem outros genes, além do localizado no cromossomo Y, envolvidos na determinação do sexo. Para tentar definir quais são esses genes, ela estudou dois grupos de pacientes: um de pessoas normais e outro de pessoas cujo sexo citogenético (determinado pelo cromossomo Y) não equivale ao sexo fenotípico.

O gene SRY, localizado no cromossomo Y, é normalmente aceito como o responsável pela determinação do sexo. Mas no grupo de 14 pessoas estudadas pela pesquisadora, há homens com células XX e mulheres com células XY – homens

e mulheres normais têm respectivamente células XY e XX.

Através da técnica da PCR (sigla em inglês para reação em cadeia da polimerase), foram verificadas nesse grupo seis mulheres com cromossomo XY e disgenesia gonadal (glândulas reprodutoras que não funcionam). Entre elas, duas irmãs (filhas de pais primos em primeiro grau) não tinham glândulas reprodutoras, apesar da aparência feminina. Uma delas tinha cromossomos XX e a outra cromossomos XY.

Outros três pacientes, com aparência masculina, tinham cromossomos XX. Um mesmo número, também com cromossomos XX, foi considerado hermafrodita. Esses últimos três pacientes, apesar da

diferenciação testicular, apresentavam aparência ambígua. Segundo a pesquisadora, os resultados demonstram que é possível haver indução da formação de testículos na ausência do gene SRY. Mas, para ela, também pode haver indução mesmo com a presença íntegra desse gene.

Com o seqüenciamento do ADN (ácido desoxirribonucleico), Barbosa pôde verificar a integridade do SRY nos casos estudados. Logo, a origem do problema da intersexualidade não estaria nesse gene. Ela acredita que o SRY na verdade é o controlador de outros genes autossômicos (presentes em cromossomos que não X e Y), que também estão envolvidos na determinação do sexo. "Nos casos de intersexualidade, alterações nesses genes autossômicos talvez estejam provocando a ambigüidade", concluiu a pesquisadora.

Origem da doença de Chagas

De cada 100 pessoas infectadas com o *Trypanosoma cruzi* (microrganismo causador da doença de Chagas), só 30 desenvolvem doença cardíaca no período de até cinco anos depois do contágio. Pesquisas recentes têm indicado que a manifestação da doença pode ser causada por um desequilíbrio do sistema imune determinado geneticamente.

Uma das proteínas encontradas no *T. cruzi* é a chamada MXT, cuja estrutura química é semelhante à miosina (proteína insolúvel encontrada no coração). A cardiopatia ocorre porque o sistema imune de algumas pessoas infectadas, por uma característica genética, é ativado quando a MXT é detectada pelo organismo. Com isso, as células de defesa passam a atacar também a miosina, dada a similaridade entre as duas proteínas.

Pesquisadores do Laboratório de Imunologia de Transplantes da Universidade de São Paulo (LIT/USP) conseguiram identificar em corações um clone do linfócito T (célula de defesa do organismo) que reconhece e ataca tanto a miosina quanto a MXT. Para eles, esse linfócito pode ser o responsável pela destruição do tecido cardíaco.

Essa explicação para os mecanismos da doença de Chagas foi respaldada pela observação de 12 pacientes chagásicos

que se submeteram a transplante do coração e voltaram a desenvolver a doença. Segundo Edécio Cunha Neto, do LIT/USP, isso significa que a doença permaneceu sob controle enquanto o sistema imune desses pacientes esteve suprimido para evitar a rejeição ao transplante. "Acabada a imunossupressão, o organismo voltou a reagir contra o protozoário e a miosina, provocando a cardiopatia", acredita Cunha.

A presença do *T. cruzi* também foi detectada através do PCR (sigla em inglês para reação em cadeia de polimerase) no sangue de indivíduos chagásicos com ou sem cardiopatia. Isso indica que os pacientes infectados sem cardiopatia (70% dos contaminados) distinguiram a miosina da MXT.

Embora essas hipóteses sejam compatíveis com os modelos existentes, Cunha prefere ser cauteloso sobre se elas realmente explicam a doença de Chagas. Segundo ele, há ainda uma questão não resolvida: "Não sabemos se a reação do organismo é causa ou consequência da cardiopatia", diz ele. Para responder a isso, Cunha pretende estudar a destruição do tecido cardíaco causada por inflamação e por distrofia muscular sem origem inflamatória.

Se o pesquisador identificar esse clone do linfócito T no caso da distrofia muscular, poderá concluir que a reação imuno-

lógica é consequência da cardiopatia.

Ao mesmo tempo, Cunha trabalha com a hipótese da causa hereditária para a doença. "Se provarmos a dependência genética na determinação desse reconhecimento, praticamente demonstraremos que o clone do linfócito T encontrado no coração não é consequência e sim causa da lesão cardíaca", explica.

Jovem investigador

Raquel Dias Lainetti, mestranda no Departamento de Histologia da Universidade de São Paulo, sob a orientação de Ciro Ferreira da Silva, foi a vencedora deste ano do prêmio Jovem Investigador.

O trabalho da estudante é sobre a regeneração *in vivo* de fibras do nervo ciático de camundongos (ver 'Tubos sintéticos para a regeneração de nervos', em *Ciência Hoje*, nº 95). Lainetti uniu dois pedaços do nervo com uma prótese de polietileno em forma de tubo, adicionando no interior desse tubo uma solução contendo Fator de Crescimento de Fibroblastos (FGF), uma substância endógena que favorece a proliferação de células conjuntivas, os fibroblastos. É o primeiro grupo que estuda essa técnica *in vivo*.

O prêmio é concedido pela Sociedade Brasileira de Investigação Clínica.

O hormônio protetor

No início da década de 60, quando começou a estudar a glândula pineal, o pesquisador norte-americano Russel Reiter, da Universidade do Texas (EUA), não imaginava a importância do órgão para o ser humano. Naquela época, acreditava-se que esse órgão, do tamanho de uma ervilha e situado no meio do cérebro, fosse inútil e sem função. Pesquisas mais recentes mudaram o status da glândula pineal. "Por causa de suas várias funções, ela afeta a fisiologia de cada uma das nossas células e talvez seja nossa mais importante glândula endócrina", diz Reiter.

O hormônio que a glândula pineal secreta, a melatonina, é o principal sincronizador de nossos ritmos circadianos (ritmos biológicos com aproximadamente 24 horas). Reiter acha que a melatonina defende todas as células do corpo humano dos radicais livres. Em entrevista a Margareth Marmori (Ciência Hoje/Brasília), Luisa Massarani (Ciência Hoje/Rio de Janeiro), José Cipolla-Neto (Universidade de São Paulo) e Maria Cristina Avelar (Escola Paulista de Medicina), Reiter falou sobre como a melatonina protege nosso organismo.

Qual a função da melatonina?

Todos os animais são regulados pelo ciclo da luz e da escuridão. Nos seres humanos, o mediador entre a luz e o corpo é a glândula pineal, que traduz esse ciclo através da melatonina. Recentemente, foi descoberto que esse hormônio é um antioxidante importantíssimo que 'come' os radicais livres (materiais tóxicos produzidos no corpo humano a partir de 1% ou 2% do oxigênio que respiramos). Acredito que a melatonina defende todas as nossas células contra os radicais livres. A pele exposta ao sol, por exemplo, é afetada por esses radicais, cuja produção é induzida pelos raios ultravioleta.

Como o ciclo claro-escuro regula a produção desse hormônio?

Os olhos percebem se há luz ou não e sinalizam à glândula pineal para que ela produza mais ou menos melatonina, que é sintetizada especialmente à noite, no escuro, quando o nível da substância no sangue fica mais alto. Se uma pessoa se levanta no meio da noite e liga a luz, o nível de melatonina cai imediatamente. Os órgãos recebem a mensagem da queda do nível do hormônio e lêem uma informação errada, a de que já deve ser dia, o que pode desregular o ciclo circadiano.

Como o organismo humano reage à mudança de fuso horário?

É muito importante manter o corpo em sincronia com o ambiente, inclusive para manter normal a produção de melatonina. Os organismos dos animais nunca plane-

jaram viajar a jato do Brasil para a Europa e não dispõem de mecanismos para se adaptar facilmente a situações como essa. Quando fazemos vôos transmeridianos temos uma sensação, chamada *jetlag*, de estar fora de sincronia com o ambiente. As aves migratórias, mais espertas que nós, voam do norte para o sul, mas não do leste para o oeste. Talvez saibam que se saírem da América para a Europa terão *jetlag*.

Como ficam as pessoas que vivem nos países em que as noites são mais curtas?

Quando alguém passa muito tempo no Ártico ou na Antártica no longo dia do verão, seu nível de melatonina cai abaixo do normal. Por outro lado, na longa noite do inverno a taxa de melatonina aumenta e talvez isso proteja o organismo. Mas podem existir danos ainda desconhecidos provocados pela baixa taxa de melatonina.

Qual a relação entre a melatonina e o envelhecimento?

Os danos causados às células pelos radicais livres parecem causar a maior parte das doenças ligadas à idade. Com o envelhecimento, há redução de melatonina no corpo humano, o que torna o organismo mais vulnerável ao ataque dos radicais livres.

Como a melatonina age contra o câncer?

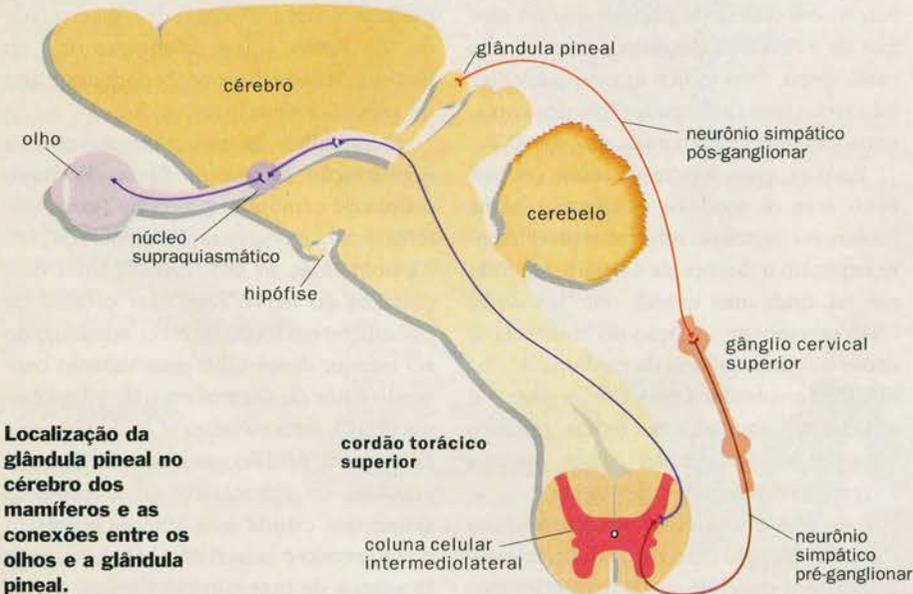
Ela pode prevenir 99% dos danos provocados pelos radicais livres, os maiores responsáveis pelos danos ao ADN que causam câncer.

O senhor concorda com Linus Pauling que defende a ingestão de grandes doses de vitamina C para combater os radicais livres?

A vitamina C é o principal antioxidante do organismo depois da melatonina, mas em altas concentrações pode desencadear produção de radicais livres. É duro se opor a algo que Linus Pauling diz, mas vitamina C em excesso pode causar sérios prejuízos à saúde.

O senhor defende o uso de melatonina como medicamento?

Claro, acredito que, em 10 anos, as pessoas passarão a ingerir suplementação da substância quando necessário. Poderemos retardar o aparecimento de doenças



da idade com o uso preventivo do hormônio. A melatonina não fará as pessoas viverem mais, porque isso é determinado geneticamente, mas poderá torná-las mais saudáveis por mais tempo.

É verdade que a melatonina é um contraceptivo?

As pílulas anticoncepcionais em uso têm estrógeno, que pode causar câncer e doenças cardiovasculares. Está se tentando substituí-lo por melatonina, que agiria em conjunto com a progesterona.

Podemos controlar a produção de melatonina pela alimentação?

O nível de melatonina é regulado pelo ciclo claro-escuro, mas a alimentação pode influenciar o nível do hormônio. Em

animais, a melatonina aumenta com a ingestão de grande quantidade um aminoácido chamado triptofano. Mas não se pode inverter o nível da substância para sincronizar os ritmos biológicos com alimentos. Entretanto, coisas que nós ainda não entendemos devem influenciar sua regulação.

São conhecidos outros fatores que afetam a produção de melatonina?

Algumas drogas contra hipertensão reduzem o nível do hormônio. Há também vários relatos afirmando que pessoas que vivem perto de campos eletromagnéticos correm mais risco de sofrer câncer. A luz, os raios X, os raios ultravioletas, as microondas e a rede elétrica são campos eletromagnéticos. A rede elétrica deve

afetar a produção de melatonina. A questão é saber se pessoas que moram perto de uma linha de alta tensão são mais vulneráveis ao câncer, porque seu nível de melatonina é menor. Em animais expostos a campos eletromagnéticos, conseguimos reduzir a produção do hormônio.

Como vê as pesquisas no Brasil sobre essa substância?

As pesquisas nessa área são extremamente importantes, porque, acho, estamos vendo só a ponta do iceberg em relação à melatonina. É fundamental que as agências financiadoras entendam o significado da pesquisa. O fato de a melatonina ser sintetizada por uma glândula que há 30 anos era vista como inútil revela a importância da pesquisa básica.

Uma quimera nos transplantes

A convivência em um mesmo indivíduo de células de origens genéticas diferentes pode ser fundamental para a tolerância do indivíduo que recebe um órgão transplantado. Dados recentes têm indicado que, após o transplante, células do doador transitam do órgão transplantado para o corpo do receptor. Ao mesmo tempo, células do receptor invadem o órgão transplantado.

Os cientistas chamam esse quadro de estado quimérico, que pode ser a chave

para evitar a rejeição de órgãos transplantados (especialmente rim e coração) depois de alguns anos do transplante. A tolerância de um órgão após a cirurgia dependeria do quimerismo equilibrado entre os leucócitos (glóbulos brancos) do receptor e os leucócitos recebidos do doador.

O professor-visitante do Laboratório de Imunologia de Transplantes da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Nicolas Panajatopoulos,

apresentou dados recentes de observações clínicas feitas em animais. Até há pouco tempo, acreditava-se que as células do doador eram eliminadas pelo receptor.

Mas, aparentemente, se essa quimera equilibrada não acontece, o órgão transplantado é rejeitado. Estuda-se agora o transplante de células da medula óssea do doador juntamente com o órgão transplantado para facilitar o estado quimérico. Isso já foi feito em 1991 na Universidade de Pittsburgh (EUA), mas só depois de alguns anos será possível saber se a experiência foi bem-sucedida.

Poluição aquática

Afonso Bainy, da Universidade Federal de Santa Catarina, está desenvolvendo no Brasil um método mais seguro para monitorar a poluição em ambientes aquáticos. O organismo atingido pelos poluentes passa por uma bateria de testes baseada em parâmetros bioquímicos como o de sangue e urina. No método tradicional, usam-se parâmetros físico-químicos do ambiente.

Bainy estudou fígados de tilápias do Nilo, encontradas na represa Billings, em São Paulo. Essa espécie de peixe é consi-

derada uma das mais resistentes à poluição. O pesquisador avaliou o citocromo T450, complexo multienzimático encontrado dentro das células e responsável pela metabolização de certas drogas. As tilápias da Billings apresentaram um aumento de cerca de 140% do T450, quando comparadas com os peixes do grupo de controle – esses últimos recolhidos na estação de piscicultura de Pindamonhangaba (SP).

A produção de ânions peróxido, espécie molecular resultante da metabolização de

drogas, aumentou 90%. Esse valor foi considerado significativo pelo bioquímico. Já duas enzimas de defesa da célula não apresentaram os mesmos resultados: a glutatona peroxidase teve seus níveis inalterados e a catalase estava inibida.

Bainy estuda também os efeitos sobre os peixes de uma substância denominada Paraquat, um herbicida e inseticida vendido em cerca de 130 países. Esse produto é muito usado quando há excesso de macrófitas aquáticas cobrindo a superfície de lagos. Quando metabolizado, o Paraquat forma continuamente radicais livres, substância agressiva tanto para os animais quanto os seres humanos.

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/UFRRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFFE), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), 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/UFRRJ), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UFRRJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraya Araujo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada e Marília Mendes Pessoa (editoras de texto); Cássio Leite Vieira (coord. de jornalismo); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzeig (internacional); João Bosco Jardim (editor de projetos especiais).

Edição de Arte: João de Souza Leite (direção de arte); Ana Claudia Ribeiro, Christiane Abbade e Claudia Fleury (programação visual); Carlos Henrique V. dos Santos e Luiz Baltar (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), Neuza Luiza de S. Soares, Arino de Souza Dias, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Luciene de Santos Azevedo, Márcio de Souza.

Departamento Comercial e Assinaturas: Álvaro Roberto S. Moraes (diretor); Irani F. Araújo (secretária); Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva (atendimento ao assinante); Sandra M.L. Vaz de Oliveira (campanhas especiais); Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Daniel V. dos Santos, Jorge Noé Lopes Carmo, Márcia

Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio G. Aguiar (expedição); tel.: (021) 295-6198.

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Ricardo Menandro (edição de texto).

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

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise de Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Margareth 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.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Jesus de Paula Assis, Afonso Bairy, Marcelo Christoff, Maria Cristina Avelar, Paulo Cesar Nogueira, Soraya Smali, Gláucio C. Lobão - Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: 813-3222, ramal 4.192.

Correspondentes: **Porto Alegre:** Ludwig Backup - 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. **Maceió:** Marize Primola Pedrosa - Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Praça Afrânio Jorge, s/n, CEP 57072-970, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **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.

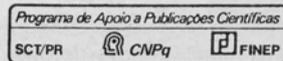
Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330.

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

Editoração eletrônica: Ana Claudia Ribeiro (coordenação). **Fotolito:** Studio Portinari Matrizes Gráficas. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chingalia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Publicidade: Rio de Janeiro: Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846, 295-6198, fax (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem com caráter político e religioso, 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 franca e aberta 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-).

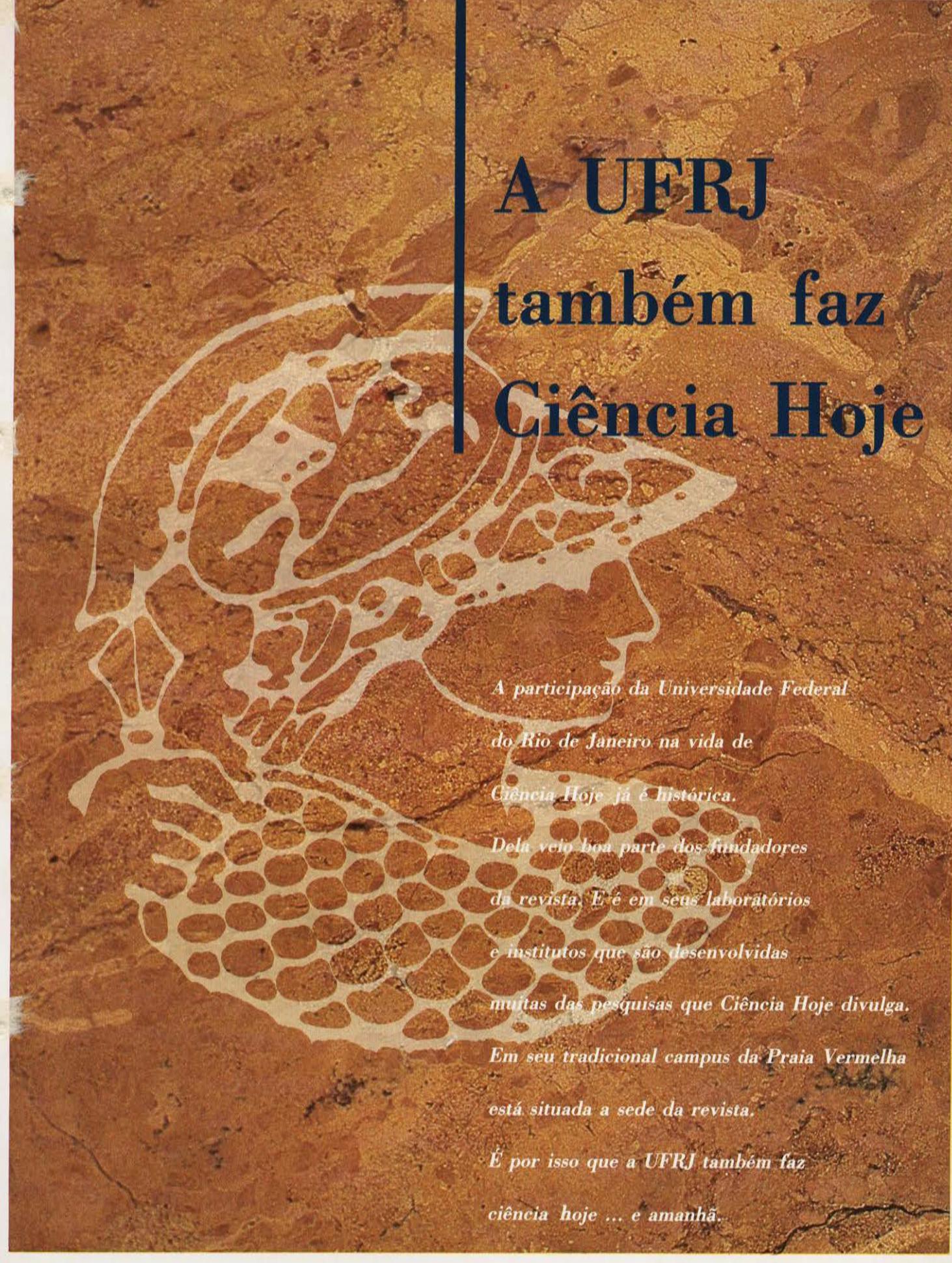
Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um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

Sede nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel. e fax: (011) 36-1002 ou (021) 541-5342.

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 Agranio 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 Cezarini); **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/UFPPB, Rua Arpigo 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 Backup); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Matemática/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96010-900, 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/UFSM, 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 (Therezinha 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 Ioko); **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).



A UFRJ também faz Ciência Hoje

A participação da Universidade Federal do Rio de Janeiro na vida de Ciência Hoje já é histórica.

Dela veio boa parte dos fundadores da revista. E é em seus laboratórios e institutos que são desenvolvidas muitas das pesquisas que Ciência Hoje divulga. Em seu tradicional campus da Praia Vermelha está situada a sede da revista.

É por isso que a UFRJ também faz ciência hoje ... e amanhã.

APOIO ÀS UNIVERSIDADES PELA FINEP: LIÇÃO A SER APRENDIDA

O modelo de financiamento às pesquisas visando alargar as fronteiras do saber foi desenvolvido ao longo de 25 anos. Nos países em desenvolvimento, o modelo amadurecido nestes anos tem servido de base para muitas instituições. A presença da Finep se faz sempre nos segmentos mais distintos da ciência pura e aplicada. A qualidade do grupo de pesquisas é o marco da seletividade. O apoio contínuo e a seleção para a excelência têm sido a marca registrada da Finep. Os resultados são facilmente identificáveis e mensuráveis.

As idéias e os conhecimentos não podem ficar circunscritos aos limites da academia.

É preciso criar condições para a contínua expansão do conhecimento. Porém, necessitamos alimentar a sociedade com o potencial inestimável do saber para a solução de problemas que afetam o bem-estar e a segurança do indivíduo.

O planejamento estratégico aposta na crescente valorização do conhecimento e na importância de agregá-lo aos produtos oferecidos à sociedade.

A universidade, como sua fonte, é apoiada e continuará a sê-lo de forma intensa nos anos que se seguirão. O conhecimento será a alavanca para a mudança de nosso país.

TECHNOLOGIA



ESTE SUPLEMENTO É PARTE INTEGRANTE DE CIÊNCIAHOJE NÚMERO 98, VOLUME 16. NÃO PODE SER VENDIDO SEPARADAMENTE

CIÊNCIAHOJE



Consórcios de pesquisa

Uma estratégia para reduzir o custo de novas tecnologias



Índice

Mar de espumas 3

Cássio Leite Vieira

Consórcios de pesquisa 11

Eva Stal

A incubadora do Planalto 16

Entrevista com Luis Afonso Bermúdez

Estatísticas nacionais de ciência e tecnologia 18

Geraldo M. Martins

Edição: João Bosco Jardim e Cássio Leite Vieira.

Capa: ilustração Aliedo.



Mar de espumas

Testes de biodegradabilidade e ação germicida reprovam sabões em pó, detergentes e desinfetantes



Nove marcas de sabão em pó e seis de detergente foram reprovadas nos testes de biodegradabilidade. Outros 10 desinfetantes domésticos – de um total de 15 marcas – não apresentaram ação germicida (veja tabela com o nome dos produtos). As análises foram feitas pelo Laboratório Central de Saúde Pública Noel Nutels e pelo Laboratório de Controle da Qualidade de Saneantes e Cosméticos (Labcon), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

A Vigilância e Fiscalização Sanitária já interditou a comercialização no município do Rio de Janeiro dos lotes dos produtos reprovados. Os fabricantes tiveram 10 dias para pedir a chamada contraprova (direito de defesa). O prazo para a maioria das empresas venceu em 31 de outubro, mas foi ampliado para as empresas que ainda não haviam respondido à notificação da Vigilância Sanitária.

Os resultados das análises foram muito discrepantes em relação aos níveis exigidos pelo teste-padrão de biodegradabilidade e de ação germicida. As equipes da Vigilância Sanitária recolheram as amostras para análise dos produtos em oferta no comércio, em julho deste ano. Os exames de biodegradabilidade e de ação germicida se estenderam até setembro, com a participação de pesquisadores e técnicos dos dois laboratórios.

A Portaria nº 112, de 14 de maio de 1982, do Ministério da Saúde, determinou que “as substâncias tensoativas aniônicas, utilizadas na composição de saneantes de qualquer natureza, devem ser biodegradáveis” e que “a verificação



da biodegradabilidade será feita de conformidade com os métodos estabelecidos pelo Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) da Fundação Oswaldo Cruz". As exigências dessa portaria passaram a vigorar a partir de 1 de janeiro de 1983.

"As empresas tiveram cerca de um ano para arrumar a casa, antes que a fiscalização batesse", explica Oscar Jorge Berro, diretor-geral do Noel Nutels (ver 'Do sangue ao vinagre'). "Mas ninguém bateu", lamenta o biólogo. "Infelizmente, a primeira 'visita' só aconteceu agora, por iniciativa do Noel Nutels, do Labcon e da Vigilância Sanitária", acrescenta.

Com a entrada em vigor dessa portaria, os fabricantes de sabões em pó e detergentes ficaram obrigados a substituir em suas formulações o alquil benzeno sulfonato de sódio ramificado (tensoativo aniônico não-biodegradável) pelo alquil benzeno sulfonato de sódio linear. Esse último é biodegradável, ou seja, é digerido por microrganismos e minimiza os danos ambientais provocados pela poluição da água.

Os principais problemas ambientais resultantes do uso de tensoativos não-biodegradáveis são a formação de espessas camadas de

espuma na superfície dos rios e a conseqüente mortandade de peixes e plantas por falta de oxigênio. Essas espumas também dificultam o tratamento da água, por causa da interferência na chamada troca de oxigênio. Uma variedade de pesquisas já demonstrou que a substituição do alquil benzeno de cadeia ramificada (ABS) pelo de cadeia linear (LAS) reduz os problemas ambientais dessa ordem.

Os testes de biodegradabilidade feitos pelo Noel Nutels e pelo Labcon seguiram os padrões adotados pelo INCQS, da Fundação Oswaldo Cruz (RJ), que é o Centro de Referência Nacional para esses assuntos. Para os detergentes e sabões em pó, foi usado o método ASTM (*Biodegradability of Alkylbenzene Sulfonates*). Segundo os laudos analíticos, todas as amostras apresentaram "grau de biodegradabilidade do agente tensoativo aniônico muito inferior ao do dodecilbenzeno sulfonato de sódio linear", substância-padrão para esses testes.

"Os produtos testados deveriam apresentar, pelo menos, o grau de biodegradabilidade da substância-padrão, mas eles ficaram extremamente longe desse percentual", diz a engenheira química Elizabeth Pastana, coordenadora do Labcon,

laboratório gerenciado pelo Centro de Produção da UERJ (ver 'Labcon: padrão de qualidade para as empresas'). Segundo as exigências do método adotado, os testes devem ser refeitos se o percentual de biodegradabilidade de uma amostra ficar entre 80% e 90%. Um resultado abaixo de 80% reprova o produto. "Todas as amostras ficaram abaixo deste percentual", disse a engenheira química.

O mesmo método de análise quando aplicado nos testes de detergentes e sabões em pó fabricados no exterior, revelou que estes produtos atendiam adequadamente aos critérios de biodegradabilidade.

No Brasil, o único produtor do alquil benzeno de cadeia linear (biodegradável) é a Deten, empresa localizada no Pólo Petroquímico de Camaçari, na Bahia. "Parece haver um cartel do silêncio, porque recentemente as indústrias resolveram lançar produtos mais caros, sob a alegação de serem 100% biodegradáveis", diz o diretor do Noel Nutels.

O teste dos desinfetantes domésticos utilizou o método 'diluição de uso', criado pela *Association of Official Analytical Chemists*. Para serem aprovados, os desinfetantes domésticos devem ter ação

Desinfetantes reprovados

Whitak eucalipto
Bug
Pinho White
Briosol eucalipto
Neutral jasmim
Kalipto
Pinho Beloar
Pinho Sol
Polar eucalipto
White lavanda

Detergentes reprovados

- ODD menta
- Minerva Plus maçã
- Minerva Plus coco
- Ipê limão
- Limpol coco



Sabões em pó reprovados

- Minerva 3
- Omo dupla ação
- Invicto
- Mago Limão
- Novo Veo
- Quanto
- Campeiro
- Pop
- Carrefour



Desinfetantes aprovados

- Bay Clin pinho
- San Pic lavanda
- Desodor lavanda
- Liptol
- White jasmim



germicida contra duas bactérias: *Staphylococcus aureus* e *Salmonella choleraesuis*. Patogênico, o *S. aureus* causa desde pústulas, furúnculos, problemas nas membranas do coração (endocardites) até a morte por infecção generalizada. A *S. choleraesuis* provoca vômitos e diarreia, entre outros problemas, e é conhecida como a grande vilã das intoxicações alimentares. "Em alguns casos, elas levam à morte em poucas horas", alerta Berro.

Segundo Zilma das Graças Nunes, responsável pelo Serviço de Microbiologia do Labcon, a principal causa da reprovação dos desinfetantes domésticos – testados todos puros, como exige o teste-padrão – foi a concentração inadequada do princípio ativo. Os princípios ativos mais usados pela indústria de desinfetantes domésticos são o óleo de pinho (usado em conjunto com outras substâncias), os sais quaternários de amônio e o ortobenzil para-clorofenol.

Os resultados dos testes com desinfetantes domésticos é também alarmante. Segundo a norma-padrão, as bactérias podem sobreviver em um dos 60 testes da amostra, no máximo. "Em muitos casos, as bactérias continuaram vivas em todos eles", diz a microbiologista do Labcon.

Além da inadequação do grau de biodegradabilidade e da ação germicida, faltavam à maioria dos produtos frases de advertência obrigatórias nos rótulos e a discriminação completa da composição química. "Só um desinfetante estava com a rotulagem completa", afirma Eduardo Castello Branco, químico do Labcon responsável pela análise dos rótulos e das embalagens. Dois detergentes e um sabão em pó estavam incompletos (ver 'Falhas na rotulagem e nas embalagens').

Segundo Elizabeth Pastana, os teores de fosfato nos sabões em pó estavam dentro dos padrões da legislação brasileira, mas "numa

porcentagem alta, se comparados com o máximo de 0,5%, permitido nos Estados Unidos". Naquele país, a indústria tem o cuidado de anunciar nas embalagens que o produto não contém fosfato. Essa substância é extremamente agressiva ao meio ambiente e causa problemas como a eutrofização artificial, fenômeno que produz gases venenosos, mata peixes, destrói áreas de lazer e torna a água de represas e lagos imprópria para consumo (ver *Ciência Hoje*, vol. 5, nº 27).

"Não adianta buscarmos dinheiro no exterior para despoluir nossos rios, lagos e bacias se não resolvermos problemas como esses", desabafa Guilherme Simon, diretor do Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Cepuerj). A solução, ao que parece, ainda não está ao alcance dos técnicos oficiais.

"Ainda não definimos como vamos inutilizar os lotes apreendidos", explica Oswaldo Luiz Felisberto de Carvalho, superintendente do Controle de Zoonoses, Vigilância e Fiscalização Sanitária da Secretaria Municipal da Saúde do Rio de Janeiro. Segundo ele, lotes de comida abaixo dos padrões de qualidade são inutilizados com formol, mas no caso de sabões em pó, detergentes e desinfetantes a situação é mais complicada. "Não poderíamos, por exemplo, jogá-los nos rios", diz o superintendente.

A Lei de Proteção Nacional ao Meio Ambiente, de 1989, prevê pena de um a três anos de reclusão para os responsáveis por danos potenciais ao meio ambiente. "Os infratores podem também ser enquadrados na Lei do Consumidor por publicidade enganosa", adverte o jurista Paulo Afonso Leme Machado, especialista na matéria.

A Unilever, dona da Gessy Lever, e a Cragnotti & Partners, controladora da Bombril-Orniex, dominam o mercado de artigos de limpeza no Brasil. A revista *Veja* de 13 de outubro informou que esses

dois grupos faturaram no ano passado cerca de US\$ 2 bilhões com a venda de artigos de limpeza.

Ainda segundo a revista, a Cragnotti & Partners pretende investir US\$ 35 milhões na ampliação de sua linha de produtos, além de comprar algumas das 500 pequenas e médias empresas brasileiras do setor e dobrar o faturamento da Bombril-Orniex (de US\$ 450 milhões para US\$ 900 milhões) até 1995.

Brasil tem um único produtor

A Deten Química S.A. foi concebida em 1981 para fabricar o tensoativo aniônico alquil benzeno de cadeia linear (biodegradável), usado em sabões em pó e detergentes domésticos. É a única produtora dessa substância no Brasil e, portanto, fornecedora de todos fabricantes no país.

Tem como acionistas majoritários a Petroquisa (Petrobrás Química S.A.), a Unipar (União das Indústrias Petroquímicas S.A.) e a Una Participações. Atualmente, tem capacidade para produzir até 132 mil toneladas por ano dessa substância, o suficiente, segundo a empresa, para suprir o mercado brasileiro até o final deste século.

Grandes fabricantes, como a Unilever e a Cragnotti & Partners, fazem a sulfonação do alquil benzeno, 'pendurando' um radical HSO₃ na cadeia molecular formada por átomos de carbono e hidrogênio. Depois, outro processo químico transforma esse conjunto em alquil benzeno sulfonato de sódio, na presença de NaOH, conhecida popularmente por soda cáustica (veja ilustração com as passagens do processo químico). Fabricantes menores, não aparelhados para realizar esses processos químicos, dependem de empresas intermediárias, que compram a matéria-prima (alquil benzeno) da Deten.

O problema é que, se a matéria-



Falhas na rotulagem e nas embalagens

Das 15 amostras de desinfetantes domésticos testadas, só um desinfetante (Bug) estava com a rotulagem completa, segundo os padrões exigidos pela legislação brasileira. Entre os detergentes líquidos, os dois reprovados na análise foram o ODD e o Limpol. "A embalagem do sabão em pó Novo Veo também estava incompleta", explica Eduardo Castello Branco, químico do Labcon responsável pela análise dos rótulos e embalagens.

"Alguns produtos não apresentavam frases de advertência como 'mantenha longe do alcance de crianças', número do lote e data de fabricação", completa a química

Claudia Teixeira, diretora da Divisão de Qualidade do Laboratório Central de Saúde Pública Noel Nutels.

Detergentes líquidos

4 com rotulagem completa
2 com rotulagem incompleta

Sabões em pó

8 com rotulagem completa
1 com rotulagem incompleta

Desinfetantes domésticos

1 com rotulagem completa
14 com rotulagem incompleta

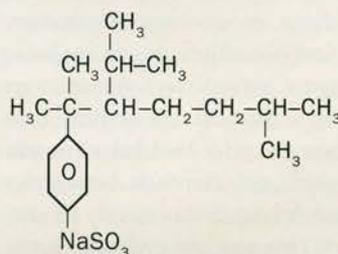
FONTES: NOEL NUTELS E LABCON

prima não for um alquil benzeno de cadeia linear (tensoativo biodegradável), o produto final dessas reações químicas também não será biodegradável. Por exemplo, se o alquil benzeno tiver a cadeia ramificada, o produto final será o alquil benzeno sulfonato de sódio ramificado, que não tem propriedades biodegradáveis e causa danos à flora e à fauna, além de dificultar o tratamento da água.

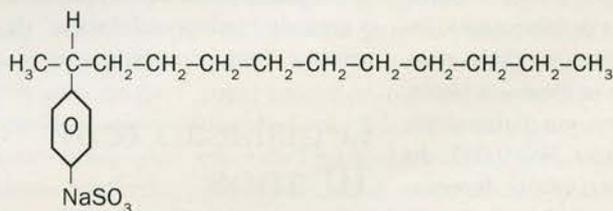
O ataque dos microrganismos ambientais ao alquil benzeno sulfonato de sódio de cadeia linear começa em ambos os lados da cadeia alquílica linear, com a formação de grupos -CHO, que facilmente se oxidam a -COOH. Nessa fase, essa substância biodegradável perde sua ação tensoativa e, conseqüentemente, não forma espumas.

O alquil benzeno sulfonato de sódio não linear tem uma cadeia de átomos de carbono e hidrogênio, ligada um anel benzênico, na forma ramificada. Isso dá origem a um carbono chamado quaternário, que impede sua decomposição pelos microrganismos ambientais - normalmente encontrado em esgotos. Assim, essa substância

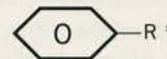
Alquil benzeno sulfonato de sódio ramificado



Alquil benzeno sulfonato de sódio linear

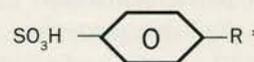


1 alquil benzeno



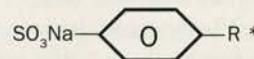
2 sulfonação

(na presença de H₂SO₄)



3 obtenção do sal

(na presença de NaOH)



R* = n-CH₂ (cadeia alquílica normal)

Do sangue ao vinagre

O antigo Instituto Pasteur, fundado em 1953, transformou-se em 1972 no Laboratório Central de Saúde Pública Noel Nutels. O nome é uma homenagem ao médico russo – vindo para o Brasil aos 10 anos –, que dedicou-se ao controle sanitário de populações indígenas. Se vivo, Nutels completaria 80 anos em 1993.

O Laboratório Noel Nutels apóia as ações de saúde preventiva nas áreas de controle de infecções hospitalares, patologias e sangue. Também atua na área de alimentos, medicamentos, cosméticos, saneantes, conjuntos para diagnósticos, entre outras. É um dos laboratórios da Rede Nacional de Saúde Pública e centro de referência para

esses assuntos no estado do Rio de Janeiro.

Para cólera e controle de bactérias, o Noel Nutels tem ação em Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo. Nesse último, também atua na área de doenças sexualmente transmissíveis. Além disso, é um dos seis laboratórios para o controle de qualidade dos medicamentos no Brasil.

Nos últimos anos, em conjunto com a Superintendência de Zoonoses, Vigilância e Fiscalização Sanitária da Secretaria Municipal da Saúde do Rio de Janeiro, os programas do Noel Nutels abrangeram produtos como água de consumo, água sanitária, pescados, hortifrutigranjeiros, leite, dietéticos, gelo, bebidas, sorvetes, bacalhau, frios,

ovos, salsichas, lingüiça, presunto, temperos, cafés, chás, laticínios e vinagre.

Desde o final de outubro, o Noel Nutels ampliou sua área de atuação para cosméticos, produtos de higiene íntima e xampus infantis. Atualmente, o Noel Nutels está envolvido diretamente na implementação dos medicamentos genéricos no Brasil.

“Fazemos cortes epidemiológicos e através de ações subseqüentes verificamos se houve ou não melhoria dos produtos analisados”, explica Oscar Jorge Berro. Esses programas ocupam cerca de 90% dos trabalhos do laboratório. “Só 10% são casos de denúncia”, acrescenta o diretor-geral do Noel Nutels.

forma espumas em rios, lagos e lagoas onde é despejada.

A Deten exporta, por ano, cerca de US\$ 30 milhões do alquil benzeno para Alemanha, França, Holanda, Inglaterra, Bélgica, Noruega, Irã, Índia e Austrália, países que em sua maioria têm controle de qualidade apurado para esses tipos de matéria-prima. Em carta à *Folha de S. Paulo* – onde foi publicada em 29 de outubro último a denúncia contra os fabricantes, levantada com exclusividade pelo *Jornal da Ciência Hoje* –, a Deten alega que obteve, em março deste ano, o certificado ISO-9.002 do *Bureau Veritas Quality International*. Mas, depois dos resultados das análises dos sabões em pó e detergentes, feitas pelo Noel Nutels e pelo Labcon, resta saber se a matéria-prima despejada no mercado brasileiro tem a mesma qualidade que o alquil benzeno exportado.

No dia seguinte à publicação da reportagem na *Folha de S. Paulo*, o Centro de Vigilância Sanitária do Estado de São Paulo solicitou os laudos das análises aos dois

laboratórios e decidiu estudar os produtos reprovados nos testes. “Se forem confirmadas as análises, o caso é gravíssimo”, declarou ao jornal a diretora do centro, Enir Guerra Macedo. José João Armada Locoselli, presidente da Associação Brasileira das Indústrias de Produtos de Limpeza, que congrega cerca de 100 das 500 empresas do setor, declarou à *Folha* ter um atestado da empresa (Deten) “comparando o grau de biodegradabilidade” da matéria-prima comprada.

Legislação tem 10 anos

A Portaria nº 122, publicada no *Diário Oficial* em 15 de junho de 1982, determinou que saneantes de qualquer natureza devem usar substâncias biodegradáveis. Essa medida foi tomada pelo então ministro da Saúde, Waldyr Mendes Arcoverde, com base nas seguintes justificativas:

“1) a necessidade de ser preservada a qualidade dos recursos hídricos naturais, de importância fundamental para a saúde;

2) o imperativo de evitar que a flora e a fauna sejam afetadas negativamente por substâncias sintéticas, produtos da sociedade industrial;

3) o risco que o uso indiscriminado e crescente de detergentes, pelas indústrias e populações, pode acarretar à qualidade dos valiosos recursos naturais, provocando sua contaminação e contribuindo para o desequilíbrio ecológico;

4) a disponibilidade, no país, de substâncias tensoativas biodegradáveis, aqui fabricadas, que podem ser utilizadas para a formulação de saneantes, com vantagens para a saúde humana, para o meio ambiente e para a economia nacional;

5) as determinações dos Artigos 67 e 68 do Decreto 79.094, de 5 de janeiro de 1977, e do Decreto 85.526, de 16 de dezembro de 1980, relativas à fabricação, comercialização ou à importação de saneantes de qualquer natureza, contendo tensoativo aniônico.”

A medida governamental determina que o “grau de biodegradabilidade do tensoativo aniônico deve ser igual ou superior ao grau de biodegradabilidade definido para

o n-dodecilbenzeno sulfonato de sódio, considerado como padrão de biodegradabilidade para essa finalidade”.

Segundo a Portaria, “os pedidos de registros de novos produtos saneantes, de qualquer natureza, ou de concessão de modificação de fórmulas de saneantes já registrados, devem ser complementados com laudo da análise prévia do produto acabado, realizada pelo INCQS ou por outro laboratório oficial credenciado para este fim pela Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Ministério da Saúde.

A medida governamental define como tensoativo biodegradável ‘a substância química com propriedades tensoativas, suscetível de decomposição e degradação por microrganismos e que, em decorrência desses processos, não dê origem a substâncias consideradas nocivas ao meio ambiente ou que possuam grau de toxicidade superior ao da substância tensoativa original’.

A Constituição Brasileira, em seu capítulo VI, relativo ao meio ambiente (artigo 225, parágrafo 1º, inciso V), prevê o controle da produção, da comercialização e do

emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente”.

Cássio Leite Vieira

Ciência Hoje/Rio de Janeiro.

Labcon: padrão de qualidade para as empresas

O Laboratório de Controle da Qualidade de Saneantes e Cosméticos (Labcon), montado e gerenciado pelo Centro de Produção da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, realiza análises em produtos de limpeza e de higiene, detergentes, desinfetantes, perfumaria, cosméticos e matérias-primas. O objetivo é atender às necessidades das empresas que querem se adaptar aos novos padrões de qualidade exigidos pela legislação brasileira.

O Labcon dispõe de infraestrutura própria para o desenvolvimento de suas atividades. Tem três unidades básicas: o Serviço de Química, o Serviço de Microbiologia e o Serviço de Ensaio Físicos.

A equipe do Labcon, formada por pessoal de nível médio e superior, opera segundo procedimentos internacionalmente reconhecidos, usando equipamentos adequados e reagentes com o mais alto grau de pureza.

No Serviço de Química, são realizados ensaios químicos e físico-químicos em saneantes e cosméticos, bem como em matérias-primas por via úmida ou por análise instrumental (espectrofotometria no ultravioleta visível e cromatografia

a gás). Essas análises avaliam o teor dos princípios ativos e as quantidades de certos compostos presentes nas formulações.

Na área de cosméticos, é feita a determinação de compostos polinucleares em óleo mineral. “Caso o resultado esteja fora das especificações, o produto final corre o risco de ser cancerígeno, em função do uso que lhe for dado”, explica Elizabeth Pastana, coordenadora do Labcon.

A análise microbiológica de cosméticos e matérias-primas estabelece se o material está contaminado com germes como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias da família *Enterobacteriaceae*, bem como determina a carga microbiana total de mesófilos aeróbicos, bolores e leveduras, todos prejudiciais à saúde do consumidor. Esses testes são realizados segundo padrões determinados pelo Instituto Nacional de Controle da Qualidade em Saúde (INCQS).

Os cosméticos são analisados também para que se estabeleça o espectro de ação e a eficiência de seus sistemas preservantes, que devem ser capazes de deter o

crescimento de microrganismos como *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*.

Nos saneantes, de importância crucial para a saúde pública, o Labcon determina o espectro e o período de atividade de seus princípios ativos, além da diluição máxima efetiva para seu uso prático.

Para a obtenção desses dados, o laboratório usa o método da ‘diluição de uso’, criado pela *Association of Official Analytical Chemists*, também adotado pelo INCQS. É um teste *in vitro*, com carreadores, considerado o mais conveniente para esses casos, porque simula as condições de uso. Além de ser reproduzível, esse método é padronizado (cepas-padrão, tempo de contato, meios de cultura com neutralizantes etc.).

A água, matéria-prima essencial na produção de cosméticos e saneantes, é analisada, segundo a legislação em vigor, para testar sua potabilidade através da presença de coliformes totais e fecais e pela carga de mesófilos aeróbicos e de microrganismos como o *Vibrio cholerae* e *Salmonella typhi*.

Consórcios de pesquisa

Uma estratégia para reduzir o custo de novas tecnologias

Eva Stal

Instituto UNIEMP

A concorrência internacional eleva os padrões de qualidade, inovação e produtividade, mas está reduzindo o alcance daquilo que uma empresa pode fazer sozinha. Uma pergunta tem surgido com frequência, especialmente na última década: até que ponto uma empresa poderia manter ou elevar os seus padrões de qualidade, inovação e produtividade caso usufruísse dos avanços de outras empresas?

Numa aliança estratégica, as empresas cooperam em nome de suas necessidades mútuas e compartilham os riscos para chegar a um objetivo comum. A cooperação em pesquisa e desenvolvimento tecnológico está crescendo mais do que o investimento isolado das empresas de uma mesma área. Não é por outra razão que uma parte cada vez maior dos esforços nacionais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) está indo para o trabalho conjunto entre empresas, universidades e institutos de pesquisa governamentais.

Como a tecnologia é hoje fator fundamental para o crescimento econômico de um país e para a conquista de uma posição competitiva, torna-se necessário, mais do que nunca, unir esforços públicos e privados no aprimoramento da capacitação tecnológica de longo prazo. Para aumentar suas forças, as empresas precisam encontrar recursos onde quer que eles estejam, o que significa olhar os concorrentes sob nova óptica. A competição deve estar equilibrada com a cooperação, sempre que for de interesse mútuo. Por que então uma empresa não poderia buscar a excelência concentrando-se naquilo que sabe fazer melhor e associando-se a outras nas áreas em que elas se destacam?

Embora as alianças com concorrentes não façam, aparentemente, muito sentido, elas são extremamente importantes. Empresas do mesmo setor possuem os mesmos tipos de produtos, operações, atividades de compra, interesses mercadológicos e tecnologia. Tais

semelhanças criam mais oportunidades para a cooperação do que as alianças possíveis entre empresas de setores distintos. Seguem-se alguns exemplos:

- Os principais jornais de Miami, Pittsburgh, San Francisco e outras cidades dos Estados Unidos competem pelos leitores e anunciantes, mas compartilham instalações, de modo a reduzir seus custos diante da perda de receita para a televisão;
- Os fabricantes de embalagens de vidro concorrem entre si, embora patrocinem pesquisas conjuntas para aperfeiçoar seus produtos em relação às embalagens de lata;
- A Apple e a Digital Computer competem fortemente no mercado de equipamentos para escritório, porém estão desenvolvendo padrões comuns para enfrentar a IBM;
- Grande parte da exploração e do desenvolvimento dos campos petrolíferos do Mar do Norte e de outros locais onde as condições de trabalho são desfavoráveis é realizada através de alianças entre a Shell e a Exxon, que competem depois em *marketing* e vendas;
- A Genentech e o Genetics Institute concordaram em patentear mutuamente suas versões rivais de um medicamento para hemofílicos. Em vez de correrem o risco de uma disputa judicial que tiraria uma delas do mercado depois de enormes investimentos em pesquisa, estas empresas decidiram competir no mercado e não nos tribunais;
- A Ericsson comercializa a última palavra em tecnologia de mesas telefônicas em quase 70 países. Para ter sucesso no mercado mundial a partir de sua base na Suécia, a empresa prioriza o desenvolvimento de sua tecnologia de sistemas básicos, na qual é uma das líderes, e faz alianças para a obtenção de componentes e *softwares* com a IBM, a Digital Equipment e outros fornecedores nos Estados Unidos, com a Plessey e a Thorn-EMI, na Inglaterra, com a Matra e a CGCT, na

Alguns consórcios famosos

VLSI (*Very Large Scale Integrated Circuits*).

Entre 1975 e 1979, cinco grandes empresas japonesas da área de semicondutores e computadores (NEC, Toshiba, Hitachi, Fujitsu e Mitsubishi) uniram-se ao Laboratório Eletrotécnico do Ministério da Indústria e Comércio do Japão para formar a VLSI Technology Research Association. Foram gastos US\$ 300 milhões em pesquisa básica, sendo US\$ 132 milhões provenientes de empréstimos governamentais subsidiados.

MCC (*Microelectronics and Computer Technology Corporation*).

Consórcio estabelecido em 1983, em Austin, Texas, por 16 empresas fabricantes de semicondutores e computadores (atualmente chegam a 56) para cooperar em pesquisa básica.

Sematech (*Semiconductor Manufacturing Technology*).

Foi criado como reação ao sucesso do programa japonês VLSI, uma ameaça à hegemonia da indústria norte-americana de semicondutores. No início dos anos 80, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos começou a preocupar-se com a crescente dependência da importação de semicondutores do Japão. Decidiu então financiar, com membros da Associação da Indústria de Semicondutores, uma iniciativa conjunta de 13 empresas: IBM, AT&T, Harris, Micron Technology, Rockwell, Texas Instruments, Motorola, AMD, Intel, LSI Logic, Hewlett-Packard, Digital Equipment Corporation e National Semiconductor. O Departamento de Defesa, que contribui com US\$ 100 milhões anuais, é o décimo quarto membro do consórcio, que só admite a adesão de empresas 100% norte-americanas.

Eureka EU-95.

Em 1985, foi lançado na Comunidade Européia (CE) um programa que almejava fortalecer a cooperação para o desenvolvimento tecnológico dos países-membros – o programa Eureka. O programa prevê a colaboração entre empresas, universidades e institutos de pesquisa com o intuito de aumentar a competitividade de produtos, processos e serviços de origem européia, dentro e fora da CE. Já há mais de 500 projetos em andamento, com a participação de cerca de 1.800 grandes empresas, 470 pequenas e médias empresas, 790 universidades e centros de pesquisa e

150 outras organizações, inclusive de países não pertencentes à CE. Os projetos são prioritariamente desenvolvidos nas áreas de tecnologias avançadas (biotecnologia, novos materiais etc.). O EU-95 foi uma iniciativa da França, em resposta a propostas japonesas para um novo padrão mundial de televisores de alta definição (HDTV). Os participantes mais importantes no início foram a Philips, a Thomson e a BTS (*joint venture* entre Bosch e Philips). A primeira fase, encerrada em dezembro de 1989, consumiu US\$ 350 milhões; a segunda, iniciada em 1990, tem um orçamento de aproximadamente US\$ 500 milhões para três anos.

A Petrobrás está participando do programa Eureka através do projeto Aqua, desenvolvido em associação com institutos de pesquisa tecnológica de Portugal e da Alemanha para a instalação de uma fábrica capaz de produzir peças metálicas para diversas indústrias, como a automobilística e a de material para a prospecção de petróleo no mar.



No Brasil há algumas experiências com “centros de pesquisa cooperativa” (associações de tecnologia e pesquisa) criadas por duas ou mais empresas para atender as suas necessidades de inovação tecnológica. Tais organizações – entre as quais se incluem a Associação Brasileira de Cimento Portland, o Centro de Pesquisas da Agroindústria e o Centro Tecnológico de Couros, Calçados e Afins – dedicam-se pouco à pesquisa, concentrando-se mais em testes, ensaios e cursos de treinamento. A ABENDE (Associação Brasileira de Ensaios Não-Destrutivos) e a FBTS (Fundação Brasileira de Tecnologia de Soldagem) realizam projetos de pesquisa cooperativa financiados por empresas.

O Instituto UNIEMP, sediado em São Paulo, promove a interação entre universidades e institutos de pesquisa com o setor de produção através de várias atividades, entre elas a execução de projetos cooperativos. A forma mais comum de cooperação envolve a contratação de pesquisas pelas empresas junto a universidades ou institutos, em geral como complemento às pesquisas realizadas em seus próprios laboratórios. A criação de centros tecnológicos nas universidades, para pesquisas setoriais (plásticos, novos materiais etc.), também é um dos objetivos do Instituto.

Os tipos de consórcio de P&D

Os consórcios de P&D, além de constituírem uma nova forma de organização, apresentam desafios gerenciais específicos. São, geralmente, formados por empresas que buscam os benefícios de uma pesquisa cooperativa, ao mesmo tempo em que permanecem concorrentes no mercado. O objetivo principal é a transferência da tecnologia gerada no consórcio para as empresas participantes, que utilizam essa tecnologia no desenvolvimento de novos produtos e processos. Este é o fator fundamental que determina o sucesso ou o fracasso dos consórcios: quão eficientemente e eficazmente os resultados da pesquisa são repassados aos usuários, ou seja, às empresas do consórcio.

São vários os tipos de consórcios que podem ser formados, de acordo com as características das empresas participantes e seus objetivos. Entre eles, destacamos os 10 seguintes, a maioria tirada de exemplos da experiência norte-americana:

1) *Pool* de patrocinadores de P&D: juntam-se recursos para patrocinar pesquisas em universidades ou outras instituições. Um exemplo é a SRC (Semiconductor Research Corporation).

2) Cooperativa de pesquisa básica: uma iniciativa de alto risco porque pode não trazer resultados imediatos, como desejaria a indústria. Se a pesquisa básica não é realizada por qualquer dos membros individualmente, as cooperativas chegam até o desenvolvimento de tecnologias genéricas para não ficarem expostas às leis antitruste. A MCC, por exemplo, é uma instituição com fins lucrativos, em que a maioria das pesquisas é feita

internamente, com pessoal e instalações próprias. Tem por objetivo desenvolver ferramentas científicas básicas e *know how* para que os participantes possam continuar a trabalhar em seus próprios produtos patenteáveis.

3) *Joint-ventures* (JV) com participação: duas ou mais empresas constituem uma JV e dividem financiamento, propriedades, riscos, retornos, perdas e controle decisório. Todas têm participação acionária na JV, o que lhes permite criar e operar conjuntamente a nova empresa. Podem constituir-la sem prazo de duração ou apenas para executar um projeto específico, num tempo determinado. Ao fim do projeto, um parceiro pode comprar a parte do outro, dissolver a empresa ou dividir os resultados.

4) JV sem participação: exemplos clássicos são os acordos de *cross-licensing* (licenciamento mútuo de produtos) ou de *marketing* conjunto.

5) Centro de pesquisa universitário: são criados com recursos governamentais ou por fundos privados. Nos Estados Unidos, a National Science Foundation (NSF) tem dado recursos para estágios de incubação de numerosos centros que fazem pesquisa em cooperação com a indústria. À medida que cresce, o centro deve tornar-se autofinanciado, em geral num prazo determinado de cinco anos. Os mais conhecidos são os criados pela IBM e pela Control Data Corporation em várias universidades.

Dos 39 centros criados pela NSF que funcionavam em 1987, sete eram auto-suficientes, enquanto os

França, com a Siemens, na Alemanha, e com a Seiko, no Japão.

Os consórcios de P&D são usados principalmente para reduzir os custos e os riscos do desenvolvimento de novas tecnologias por empresas isoladas. Na maior parte desses consórcios, o financiamento público e as contribuições das empresas participantes combinam-se para custear um conjunto de projetos de pesquisa "pré-competitivos", ou seja, projetos que se concentram em tecnologias básicas ou genéricas, e não em produtos prontos para a comercialização. As empresas participantes aplicam, depois, os resultados dos esforços da pesquisa na produção e comercialização de seus produtos individuais, tendo em vista seus interesses competitivos.

A limitação dos consórcios de P&D à pesquisa "pré-competitiva" atende a dois grandes objetivos: primeiro, unir empresas concorrentes num esforço de cooperação; segundo, minimizar a possibilidade de que os membros do consórcio constituam monopólios para a venda de produtos no mercado. O termo "pesquisa

pré-competitiva" indica que a base técnica necessária à manutenção da competitividade está além da capacidade de empreendimento ou de sustentação de uma empresa isolada.

A atividade conjunta não é simplesmente um esforço para a redução de custos através da cooperação em áreas não competitivas. Ela exprime o reconhecimento de que a ação de uma única empresa é insuficiente para assegurar-lhe a liderança internacional; se nenhuma empresa puder alcançar este *status*, o país também não o alcançará.

As empresas intensivas em tecnologia estão cada vez mais formando alianças, não só nacionais mas também com seus concorrentes estrangeiros, de modo a continuarem competitivas num mercado mundial hipercompetitivo. Tais alianças podem servir às seguintes funções: multiplicar o potencial de mercado mundial para novos produtos, processos ou serviços a um custo menor para cada sócio; evitar atividades duplicadas; consorciar competências e recursos; reduzir os tempos de desenvolvimento; prover acesso mais

outros ainda se encontravam no estágio de financiamento governamental de cinco anos. Todos, entretanto, tinham características comuns: forte liderança, forte comprometimento financeiro da indústria (em torno de US\$ 200 mil a US\$ 300 mil, após o primeiro ano), pessoal e instalações de nível compatível com a indústria e a universidade, apoio significativo da universidade, grande participação dos profissionais da indústria, e atividades avançadas de desenvolvimento experimental na indústria, com aplicação dos conhecimentos gerados nos centros.

No Brasil, iniciativas similares recentes são o Centro de Caracterização de Materiais, na Universidade Federal de São Carlos, o Centro de Tecnologia de Plásticos, na Unicamp, e o Centro de Análise de Qualificação e Certificação, da Associação Brasileira de Ensaio Não-Destrutivos (ABENDE), em Limeira (SP).

6) **Parceria limitada em P&D:** nascida a partir de recentes leis fiscais norte-americanas, esta modalidade é uma estrutura específica para a obtenção de financiamento de longo prazo através da participação pública. Consiste de um sócio genérico, que inicia a parceria, do(s) executor(es) de P&D e dos sócios limitados. Num arranjo típico, o sócio genérico é uma empresa que contrata outras empresas ou institutos de pesquisa para realizar P&D. As cotas da parceria são vendidas a investidores públicos (os sócios limitados) a fim de levantar capital de longo prazo para o empreendimento.

7) **Instituto de P&D industrial:** é o segundo tipo de consórcio mais popular nos Estados Unidos, depois das associações comerciais e industriais. Os membros de um setor industrial patrocinam P&D para o setor em instituições específicas, como, por exemplo, o Electric

Power Research Institute, o Gas Research Institute e o Bellcore (Bell Communications Research).

8) **Associações comerciais ou industriais:** organizações (associações de classe) sem fins lucrativos, formadas por concorrentes e não-concorrentes para expandir os resultados de um determinado setor industrial, seja em vendas, nível de emprego ou outros benefícios. É a forma mais óbvia de associação e maioria das empresas norte-americanas já teve essa experiência.

9) **Cooperativas de desenvolvimento industrial:** são, geralmente, criadas por governos estaduais, a exemplo do MCNC (Microelectronics Center of North Carolina), que é sustentado meio a meio por subvenções governamentais e contribuições da indústria; as empresas e agências participantes trabalham juntas em pesquisa eletrônica orientada para ajudar a indústria local.

10) **Programa-Agência de governo-indústria:** grupo de empresas trabalhando juntas, sob a égide de uma agência governamental. Em geral, os programas têm duração limitada, pois são criados para estudar tópicos específicos.

Os tipos de consórcios considerados mais eficazes são os listados de 1 a 6, enquanto os mais inoperantes são os de número 9 e 10. A literatura relevante destaca cinco aspectos que devem ser seriamente considerados para que os consórcios funcionem: manutenção de uma visão estratégica coerente, seleção de temas de pesquisa que tenham retorno significativo, otimização da comunicação interna, continuidade do processo de transferência de tecnologia e reforço do comprometimento dos participantes.

mais rápido a novas tecnologias, acelerando a sua difusão e a criação de pequenas empresas; reduzir os riscos envolvidos no desenvolvimento contínuo de tecnologias de ponta necessárias à sobrevivência dessas empresas; proporcionar maior especialização entre as firmas aliadas, permitindo-lhes construir fábricas em locais de menor custo, com aumento de eficiência.

Existem várias formas de cooperação em alianças estratégicas que podem ser feitas em diferentes estágios do processo de inovação:

1) **Projetos de *Big Science*** (exploração espacial e oceânica, supercondutividade, energia de fusão etc.): são projetos que estão além da capacidade de tolerância, em termos de riscos e de financiamento, da maioria das empresas. Nestes casos, é necessário o apoio financeiro governamental, de preferência em nível internacional, até que possam ser identificadas oportunidades comerciais específicas.

2) **Projetos de *Big Technology*:** também requerem algum apoio governamental, de preferência, em combinação com financiamentos de empresas. É o

caso do consórcio Sematech (Semiconductor Manufacturing Technology), no Texas, constituído por empresas que reuniram US\$ 150 milhões por ano, acrescidos de US\$ 100 milhões por ano de recursos federais, num programa que custará, ao todo, um bilhão de dólares.

3) **Outro tipo de aliança** inclui a cooperação entre empresas industriais, universidades e institutos de pesquisa governamentais. Esta forma de aliança foi estimulada nos Estados Unidos pelos decretos sobre transferência de tecnologia de 1980, 1984 e 1986, que permitiram a transferência para empresas nacionais de tecnologias geradas com financiamento público. Há alguns anos, considerava-se um ato de filantropia, nos Estados Unidos, as empresas darem recursos para as universidades. Estas solicitavam os recursos, justificando que estavam perdendo apoio governamental e não poderiam formar os profissionais de que a indústria necessitava, a menos que recebessem ajuda. Em 1970, as contribuições totalizaram US\$ 61 milhões; em 1985, US\$ 485 milhões.

Hoje, numa relação cooperativa entre empresas e

universidades, os cientistas e engenheiros industriais acompanham constantemente o trabalho desenvolvido nos laboratórios universitários. Os benefícios vão para empresas capazes de captar mais rapidamente o significado dos resultados básicos e de incorporar esses resultados aos seus negócios. Dar dinheiro, simplesmente, ao parceiro universitário, não garantirá à empresa uma tecnologia mais útil do que se ela aguardasse a publicação dos resultados das pesquisas.

Na Europa e na Ásia, os consórcios de P&D têm sido utilizados para evitar a duplicação de produtos, para controlar o crescimento dos custos de pesquisa, para enfrentar a concorrência estrangeira e para incrementar o desenvolvimento de inovações. Na América, são um fenômeno relativamente novo. No começo de 1992, cerca de 250 consórcios já haviam se registrado no Departamento de Justiça dos Estados Unidos, onde o National Cooperative Act, de 1984, modificou a legislação antitruste para permitir esse tipo de atividade, até então proibida.

Entre os principais consórcios norte-americanos, além do Sematech, estão: a MCC (Microelectronics and Computer Technology Corporation), o Software Engineering Institute, o National Center for Manufacturing Sciences, a Semiconductor Research Corporation, a Biotechnology Research and Development Corporation, o Software Productivity Consortium e o Center for Advanced Television Studies (ver 'Os tipos de consórcio de P&D').

Uma pesquisa realizada com profissionais de 21 consórcios norte-americanos, em 1990, apontou as vantagens e desvantagens dessa estratégia de cooperação. As maiores vantagens foram: a oportunidade de financiar a pesquisa básica e de alto risco, com a divisão de custos e riscos em P&D; a oportunidade de aumentar o acesso a novas tecnologias (mais aprendizado e informação); a oportunidade de incrementar a transferência de tecnologia entre os participantes; e a oportunidade de consorciar as instalações físicas e os investimentos em equipamentos, como forma de evitar a duplicação de esforços.

As maiores desvantagens apontadas foram: a perda de oportunidade de patenteamento – um desestímulo potencial para aquelas empresas que conquistaram uma posição patentária sólida em alguma área e que terão de reparti-la, caso o consórcio tenha êxito; a perda de controle e de flexibilidade, decorrente da constatação de que a capacidade de atuar num consórcio depende de persuasão, de pressão dos pares e do

“A exploração do petróleo do Mar do Norte é feita por alianças entre a Shell e a Exxon, que competem depois em marketing e vendas.”

uso de influência informal – habilidades que muitas empresas não possuem; os entraves da burocracia e a lentidão de resposta, frutos de uma estrutura de funcionamento, comum à maioria dos consórcios, em que as decisões são tomadas por comitês, de acordo com a vontade da maioria; os problemas de divisão dos resultados; a opção entre pesquisas de longo e de curto prazo; a incerteza quanto ao valor dos resultados, já que os consórcios podem produzir dados importantes sem que os seus integrantes estejam preparados para utilizá-los, caso não disponham de pessoal e do equipamento necessários. Às vezes, os resultados são demasiadamente sofisticados, especialmente para as

pequenas empresas.

Apesar de muitos casos de sucesso e das iniciativas que vêm se multiplicando na última década (ver 'Alguns consórcios famosos'), há autores que consideram a pesquisa cooperativa um simples “modismo”. Entre eles, Michael Porter atribui a empolgação ocidental com a pesquisa cooperativa ao sucesso das experiências japonesas que, segundo afirma, “não são assim tão maravilhosas”. Porter argumenta que as empresas japonesas participam de projetos conjuntos apenas para manter boas relações com o governo, para preservar suas imagens e para limitar os ganhos de seus concorrentes – razões meramente defensivas. Argumenta ainda que as empresas raramente deslocam os seus melhores cientistas e engenheiros para os projetos cooperativos, preferindo investir mais em suas pesquisas privadas.

Porter admite que a cooperação pode ser benéfica em casos como o da pesquisa básica de produtos e processos, mas não quando envolve tópicos muito relacionados com as fontes de vantagem competitiva da empresa (desenvolvimento de produtos), o que é aceito pela maioria dos autores.

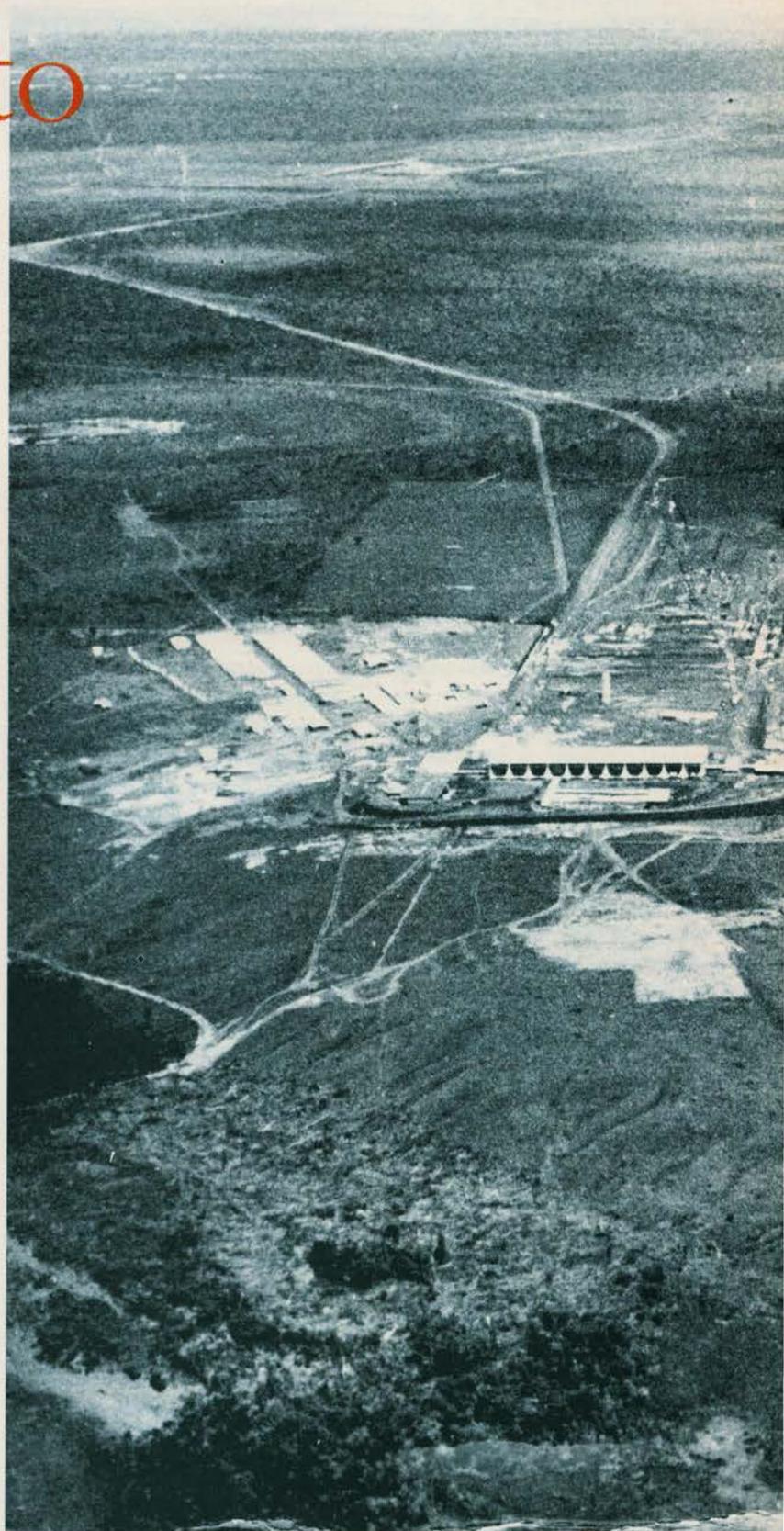
O sucesso dos consórcios de pesquisa ditos horizontais (ou seja, que estão na mesma posição relativa na cadeia produtiva, envolvendo concorrentes nos mesmos produtos) levou alguns autores a acreditar que o próximo passo será a constituição de consórcios verticais, com forte cooperação entre fornecedores, fabricantes e clientes. Participariam nesses consórcios equipes formadas por empresas não concorrentes, ao longo dos processos de inovação, fabricação e *marketing*. Vale citar, nesse aspecto, os trabalhos pioneiros da Xerox e da Motorola com seus concessionários, objetivando manter controles rígidos de qualidade dos produtos.

A incubadora do Planalto

A febre das incubadoras chegou a Brasília, uma cidade sem tradição industrial. Em funcionamento há dois anos, o Programa de Incubadoras do Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico (CDT) da Universidade de Brasília já se tornou o maior do país em número de empresas.

Em entrevista a Margareth Marmori, da sucursal de Ciência Hoje em Brasília, o diretor do CDT, Luis Afonso Bermúdez, explicou as razões do Programa e os critérios para a seleção das empresas incubadas.

Por que criar uma incubadora de base tecnológica numa cidade sem tradição industrial como Brasília? Quem planejou Brasília pensou que as pessoas viveriam na cidade alguns poucos anos e depois



voltariam para os seus estados. Mas a realidade é outra – as pessoas vieram, gostaram da região, ficaram e, claro, têm necessidades de consumo que precisam ser atendidas. Como a população brasileira importa quase tudo o que consome e está longe dos grandes centros, surgiu a necessidade de produzir algo na própria cidade. Por outro lado, o mercado de trabalho das empresas estatais diminuiu bastante.

A Universidade de Brasília criou o CDT e, dentro dele, um programa de incubadoras para permitir que tanto os seus alunos quanto os pesquisadores e pessoas distantes do ambiente universitário tenham a oportunidade de desenvolver produtos de base tecnológica, sem precisar sair da capital para procurar emprego em outro lugar. O programa de incubadoras funciona no *campus* da Universidade de Brasília, desde 1991.

Quais são os critérios para o CDT aceitar a incubação de uma empresa?

Os critérios básicos são a viabilidade técnica e mercadológica. Avaliamos se o produto tem base tecnológica, se precisa do apoio da Universidade para chegar ao mercado e se temos laboratórios e pesquisadores para atender às necessidades da empresa. Adotamos também um critério de viabilidade econômica, pois a idéia pode ser excelente, mas ter um custo de produção muito elevado. No último edital de seleção exigimos que o candidato, antes de entregar a proposta, participasse de um curso de

iniciação empresarial, de 16 horas, oferecido pelo CDT em colaboração com o Sebrae. O curso serviu para apontar deficiências de alguns candidatos, como a falta de conhecimentos de contabilidade. Atualmente, temos levado em consideração também a capacidade empreendedora de quem propõe uma empresa. Descobrimos que não adianta selecionar um ótimo pesquisador, com um produto que atenda aos critérios de viabilidade técnica, econômica e de mercado, se esta pessoa não tiver perfil empreendedor.

É possível perceber, durante a seleção, se algum pesquisador não leva jeito para empresário?

Sim, conversamos com a pessoa e pedimos que ela defenda o seu projeto. Alguns técnicos do Sebrae acompanham a entrevista. Na última seleção tivemos o caso de um professor que propunha um produto excelente, uma máquina para recondição de freios a disco que faz o trabalho sem tirar o disco do lugar. Como este professor não parecia muito empreendedor, sugerimos que ele repassasse a tecnologia a um grupo de alunos com esse perfil.

Qual é o perfil das empresas incubadas pelo CDT?

São, em geral, empresas das áreas de informática, automação e eletrônica que se conformam ao perfil do mercado de Brasília, que é o terceiro mercado de informática do país. Outras empresas importantes estão nos setores de biotecnologia e mecânica de precisão. Tentamos

apoiar empresas na área de novos materiais, mas a demanda mostrou-se muito pequena.

Quantas empresas participam do Programa de Incubadoras?

Temos 17 empresas, o que nos torna a maior incubadora em número de empresas atualmente no Brasil. Somos também a única incubadora do país que funciona efetivamente dentro de um *campus* universitário – as outras estão fora da universidade. Já recusamos uma proposta do governo do Distrito Federal para nos instalar no Setor Industrial de Brasília, a cerca de 15 quilômetros do *campus*, porque entendemos que a distância enfraqueceria o nosso vínculo com a Universidade. Neste particular, seguimos o modelo norte-americano. Na Europa, o parque tecnológico está mais ligado à cidade do que à universidade.

O projeto original do CDT previa a evolução da incubadora para um parque tecnológico. A idéia foi abandonada?

Não, ao contrário. Um grupo de profissionais está elaborando um projeto de parque tecnológico para entregar à nova administração da Universidade de Brasília. Esse projeto precisará de apoio da população, do governo e da própria Universidade, que terá de abrir mão de parte de seu território. É necessário saber se a sociedade aceita e se a população interna verá nesta iniciativa um mecanismo para trazer a comunidade de Brasília para dentro do *campus* e receber da Universidade algo mais além de cursos.

Estatísticas nacionais de ciência e tecnologia

Geraldo M. Martins

CNPq

O futuro da humanidade encontra-se cada vez mais vinculado ao desenvolvimento científico e tecnológico. Ignorar esta premissa e não investir em C&T significa abdicar de uma participação ativa no acelerado processo histórico de transformações socioeconômicas provocadas pelo avanço dos conhecimentos e das técnicas. Significa, ainda, contentar-se com uma posição subalterna, de simples consumidores desses conhecimentos e produtos. Não é por menos que as ações dos governos e das empresas dos países desenvolvidos têm demonstrado um apoio crescente à promoção e ao gerenciamento de atividades de pesquisa e inovação tecnológicas. São países que investem maciçamente em educação, saúde, ciência e tecnologia. Ou seja, investem na formação, na informação, na inteligência e nos recursos humanos.

A modernidade, portanto, está radicalmente ligada à capacitação do homem para o domínio do saber e do saber fazer, para a conquista de uma capacidade criativa que supere a simples absorção e reprodução dos conhecimentos técnicos e científicos disponíveis. Uma estratégia adequada de política científica e tecnológica só pode ser formulada levando em conta esta compreensão, bem como um conhecimento detalhado das condições da capacitação do país, suas carências, potencialidades e especificidades. É fundamental que se disponha de uma base de dados capaz de oferecer informações precisas e atualizadas sobre o sistema de C&T. Isto se torna ainda mais necessário por se tratar de um componente que intervém em praticamente todos os setores da sociedade e da ação governamental. Constitui obrigação do Estado tornar disponível um conjunto de informações que retratem a estrutura, a situação e a performance das atividades de pesquisa científica e tecnológica, tanto para reprodução e geração de conhecimentos como para criação de novos produtos e processos.

No caso brasileiro, é grande a desinformação sobre a realidade de C&T, seja em sua configuração institucional e financeira, seja quanto aos recursos humanos e à produção técnico-científica. Esta situação inviabiliza a quantificação e o acompanhamento da evolução das variáveis significativas do setor, comprometendo os processos de planejamento e tomada de decisão nas diferentes instâncias de política e administração das atividades de ciência e tecnologia. De fato, o planejamento e a alocação de recursos só poderão alcançar a eficácia desejada quando referendadas em informações históricas e correntes sobre as áreas, setores e tendências do esforço nacional em C&T. De outro modo, ampliam-se as margens de arbítrio e de incerteza na formulação e execução das políticas públicas pertinentes.

Não há como contestar a responsabilidade primordial do Estado nessa tarefa. A experiência internacional, com destaque para os países desenvolvidos, mostra que os agentes econômicos, embora tenham forte papel propulsor, não são diretamente responsabilizados pelas atividades de apoio, orientação, sistematização e divulgação das estatísticas nacionais de C&T. No contexto mundial, desde os anos 30 são feitos esforços para a realização de levantamentos sistematizados e periódicos de vários aspectos ligados a C&T, merecendo destaque as iniciativas da National Science Foundation, dos Estados Unidos. A partir dos anos 50, países como o Canadá, Japão, Inglaterra, França e Alemanha também passaram a promover censos regulares, envolvendo sobretudo informações sobre alocação de recursos financeiros e humanos em C&T.

Desde então, desenvolveram-se estudos, metodologias e projetos visando ampliar o escopo dos indicadores, normalizar os procedimentos, melhorar e padronizar as definições, compatibilizar os sistemas classificatórios, estabelecer deflatores e aprimorar as

técnicas de coleta e tratamento de informações. Entre outras, sobressai o 'Manual Frascati', até hoje importante referencial para conceituação e delimitação de critérios para coleta e análise de dados estatísticos relativos a P&D. O trabalho foi patrocinado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e hoje é amplamente adotado (em 1978, o CNPq patrocinou a tradução e a publicação do 'Manual Frascati – Medição de atividades científicas e tecnológicas').

Durante as décadas de 1979 e 1980, um número crescente de países passou a realizar levantamentos anuais ou bianuais, aperfeiçoando os indicadores propostos pela OECD. Embora fossem indicadores parciais, alcançaram o objetivo de facilitar a coleta de dados estatísticos que subsidiassem as proposições dos formuladores de política científica, bem como o intento de oferecer medidas confiáveis para estudos comparativos. Atualmente, as bases de dados internacionais de C&T já alcançam dimensões significativas e notáveis avanços qualitativos e operacionais, com a incorporação dos recursos da informática e o uso de *softwares* cada vez mais sofisticados e eficientes. Vários países e organismos internacionais possuem sistemas consolidados e reconhecidos pelos padrões de produção de estatísticas e indicadores de C&T, como pode ser verificado em 'Fontes Internacionais de Dados de C&T' – Diretório Preliminar, *Caderno de Estatística em C&T* nº 4, publicado em 1990 (COOE-CNPq).

As estatísticas de C&T no Brasil

Quantos pesquisadores brasileiros estão efetivamente engajados em atividades de P&D? Qual a distribuição de recursos humanos por áreas, linhas ou modalidades de pesquisa? Quais os números reais dos dispêndios públicos e privados em C&T? Qual é a produção científica e tecnológica, seus resultados e produtos, sua qualidade? Estas e muitas outras questões correlatas não encontrarão, seguramente, respostas satisfatórias. A própria Comissão Parlamentar Mista de Inquérito sobre as causas e dimensões do atraso tecnológico brasileiro deparou-se, em 1991, com a precariedade das informações existentes. O país não dispõe de nenhum processo de levantamento sistemático, periódico e abrangente de estatísticas agregadas que retratem as dimensões macro dos diferentes aspectos ligados a C&T.

Não existe entre nós nenhuma metodologia estabelecida nacionalmente e de reconhecida validade.

A ausência de parâmetros, indicadores e definições oficiais dificulta a construção de um sistema adequado de estatísticas e de análises das variáveis ligadas à ciência e à tecnologia. Evidencia-se a escassez de dados e, principalmente, de dados precisos e confiáveis. Em consequência, as próprias políticas para o setor acabam se revelando contraditórias, incongruentes e ineficazes. O círculo se fecha com a debilidade dos mecanismos de planejamento, gestão e acompanhamento.

Um retrospecto das atividades da estatística em C&T no país permite compreender melhor o quadro. O esforço institucionalizado de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico remonta a 1949, quando o então Presidente da República, general Eurico Dutra, enviou mensagem ao Congresso propondo a criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), o que tornou-se realidade em 1951, por empenho direto do almirante Alvaro Alberto. Inúmeras outras iniciativas importantes concorreram para impulsionar a instalação de uma infra-estrutura e para montagem do sistema nacional de C&T. Entretanto, somente a partir dos anos 70 surgiu um interesse maior por informações estatísticas globais. Com a elaboração do I Plano Básico para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) – fixando metas a serem atingidas e prevendo a alocação de dotações específicas por programas, projetos e atividades de C&T no orçamento da União – tornou-se maior a demanda de informações para acompanhamento governamental.

Com o objetivo de suprir esta necessidade, o Brasil recebeu, em 1973, um consultor da Unesco que propôs a criação de um Centro de Estatísticas, junto ao CNPq, que seria incumbido de desenvolver o projeto de um Sistema Nacional de Informações em Ciência e Tecnologia (SNICT). No que se refere à sistematização e organização das informações, merece destaque a criação, em 1976, do Sistema em Linha de Acompanhamento de Projetos (SELAP). Esse instrumento surgiu para atender à necessidade de sistematizar os procedimentos relativos às tarefas de acompanhamento e avaliação do II PBDCT. Sua estruturação buscou essencialmente promover um inventário dos programas, projetos e atividades nas áreas científico-tecnológicas do país. Ao longo dos 10 anos de sua existência, o SELAP aprimorou a qualidade e a precisão dos levantamentos, tentando estabelecer-se como um sistema de informações organizadas por setores, áreas

*“A ambigüidade
entre quem
coordena e quem
executa tem
concorrido para
um relacionamento
conflitivo entre o
MCT e suas
agências, em
especial o CNPq.”*

do conhecimento, regiões e instituições executoras de projetos e atividades de pesquisa.

Planejado para atualizar-se de dois em dois anos, o SELAP operava com cadastros interligados, como o Cadastro Geral de Recursos Humanos, que chegou a contar com 35 mil pesquisadores; o Cadastro Geral de Pesquisa, com cerca de 20 mil projetos; e o Cadastro de Instituições, que chegou a incluir três mil instituições, das quais 500 eram executoras de pesquisas. Entretanto, durante o seu desenvolvimento, o SELAP esbarrou em inúmeras dificuldades. Algumas associadas a deficiências técnicas, particularmente no âmbito do processamento eletrônico, outras em função de resistências e lacunas no retorno das informações. Mas os entraves mais graves foram certamente decorrentes da instabilidade administrativa, institucional e organizacional que marcou o setor de C&T nos últimos anos. As indefinições, descontinuidades e mudanças casuísticas comprometeram a imagem e a operação do SELAP, que acabou não logrando afirmar-se como recurso tecnicamente importante e necessário.

Outros empreendimentos conduzidos pelo CNPq também se somaram aos esforços voltados para construção das estatísticas nacionais de C&T. O primeiro deles diz respeito ao levantamento e à análise dos dispêndios nacionais em C&T, partindo do pressuposto de que o aporte de recursos financeiros é o fator decisivo para implementação de qualquer política científica e tecnológica. Na área do orçamento federal, este levantamento foi iniciado em 1978, resultando na publicação do primeiro Orçamento da União para Ciência e Tecnologia, referente ao exercício de 1979. Nos anos seguintes, este processo foi sendo aperfeiçoado, procurando-se melhorar tanto a classificação funcional dos recursos como o universo das entidades com dotações em C&T (ministérios, autarquias, fundações e demais entidades supervisionadas). A partir de 1982, o CNPq também procedeu a um levantamento complementar, incluindo informações descritivas sobre as atividades e projetos contemplados com recursos orçamentários, enfocados setorialmente e por entidades atuantes em C&T, o que gerou o Orçamento da União para Ciência e Tecnologia – Anotações e Destaques. A publicação anual desses documentos foi interrompida

em 1990, por força da desestruturação e das limitações impostas à área de planejamento do CNPq.

Ainda sobre os dispêndios, um esforço especial foi direcionado ao conhecimento e à explicitação dos recursos aplicados em C&T pelos Estados. Esse trabalho não só permitiu a consolidação e a publicação dos orçamentos estaduais de C&T, mas também estimulou inúmeras iniciativas na esfera dos governos

estaduais, como a formulação de planos, a criação de fundos especiais e a organização dos Sistemas Estaduais de C&T com a instalação de conselhos e secretarias específicas para o setor.

Com relação aos dispêndios do setor produtivo privado, o CNPq desenvolveu um trabalho incipiente para encontrar uma metodologia estatística apropriada, envolvendo diversas articulações com outras entidades. Tentou-se junto ao IBGE, por exemplo, incluir quesitos específicos no Censo Industrial e nas pesquisas anuais que permitissem aferir os dispêndios privados em C&T. Com a Secretaria de Receita Federal, procurou-se obter um levantamento estatístico dos investimentos das empresas em P&D. Entretanto, as propostas de ação quase sempre esbararam em impedimentos de ordem administrativa ou de desmobilização do pessoal envolvido.

Além das estatísticas referentes aos dispêndios em C&T, uma segunda atividade iniciada em 1983 e complementar ao sistema SELAP foi a de implementação do Sistema de Projetos em Carteira (SIPEC), um cadastro que revelava, de forma atualizada, os projetos de pesquisa em financiamento, análise, tramitação ou sob contrato nas principais agências de fomento. Foi também desativado, em 1985. Três anos depois, o Cadastro Geral de Recursos Humanos do SELAP foi substituído pelo Sistema Banco de Currículos que, por sua vez, passou por aperfeiçoamentos em 1989. Este sistema ainda não se encontra totalmente implantado, em parte por dificuldades operacionais de entrada dos dados recebidos e também por paralisações decorrentes da instabilidade administrativa do CNPq.

Situação atual

Apesar de alguns esforços empreendidos, não se consolidou ainda um sistema de estatísticas e indicado-

res básicos de C&T que atenda com regularidade e confiabilidade às demandas do próprio Estado, da comunidade científica e tecnológica e dos demais setores da sociedade com interesses no setor. Mesmo assim, dispomos de uma massa expressiva de informações primárias, com um grande número de instituições diversificadas em sua natureza, distribuição regional ou por área de atuação.

Infelizmente, a heterogeneidade das bases de dados, a variedade de conceitos e a descontinuidade dos registros tornam o sistema precário para fins de comparabilidade e agregação estatística. Há, sem dúvida, um conjunto de fatores que dificultam um trabalho mais firme de produção e consolidação de indicadores nacionais de C&T. Os principais são:

a) Descontinuidade das iniciativas. Sem continuidade, ficam inviabilizadas, por exemplo, a construção das séries históricas, o controle das oscilações conjunturais e os ajustamentos e aperfeiçoamentos das metodologias utilizadas. Entretanto, um dos traços característicos dos programas e atividades governamentais tem sido a instabilidade. Tendem a ter sua concepção e existência vinculadas a uma gestão que, por sua vez, não apresenta qualquer garantia de duração mínima. Esta situação gera, seja no âmbito de um determinado programa, seja junto às instituições envolvidas, uma constante incerteza que impede a validade de qualquer planejamento além da vigência dos recursos já alocados ou da permanência dos dirigentes que o aprovaram. Este condicionamento mostra bem a vulnerabilidade que tem marcado as atividades de estatística de C&T no Brasil. Vale registrar que desde os últimos anos da década de 80 o setor de C&T, no plano federal, tem se caracterizado por enorme mutabilidade das estruturas organizacionais, com sucessivas nomeações e destituições de dirigentes, cada um deles com sua visão própria, motivações particulares e diferentes escalas de prioridades. Este fator, evidentemente, contribui para o descrédito, a desestruturação e a interrupção de inúmeras atividades, entre elas a de estatísticas em C&T.

b) Descaso governamental. Explica-se, em parte, pelo abandono e esvaziamento das atividades de planejamento, programação, acompanhamento e avaliação das políticas públicas e de promoção do desenvolvimento científico e tecnológico. Os últimos planos que chegaram a ser formulados tiveram duração efêmera e serviram de mera formalidade administrativa. Com a

marginalização do planejamento, tornou-se predominante a tomada de decisões com base no prestígio pessoal e nas perspectivas individuais dos gestores.

c) Disputa interinstitucional. A disputa de espaços, papéis e poder entre instituições (ou entre seus gestores e grupos técnico-burocráticos) também constitui um determinante limitador para o desenvolvimento mais ordenado e eficaz das atividades estatísticas e indicadores de C&T no país. A ambigüidade entre quem coordena e quem executa tem concorrido, por exemplo, para um relacionamento conflitivo entre o MCT (ou SCT) e suas agências, em particular o CNPq. Entre as conseqüências negativas estão a duplicação de atividades, o abandono de projetos e experiências acumuladas, a perda de acervos informativos, as incongruências e o agravamento do descrédito nas ações do governo.

d) Heterogeneidade e dispersão das bases de dados. Embora esse aspecto não represente por si só um fator de restrição, são notórias as dificuldades que traz para a organização sistematizada de estatísticas nacionais. Em primeiro lugar, a ausência de um plano global e, principalmente, de um referencial normativo de âmbito nacional contribuíram para a adoção de diferentes enfoques e linguagens pelas diversas instituições atuantes no setor de C&T. Em segundo lugar, a própria dinâmica do processo de desenvolvimento de C&T no Brasil foi marcada pela descentralização e pelo pluralismo de agências e instituições. As bases de dados que foram sendo construídas estiveram orientadas (como não poderia deixar de ser) para atender os requerimentos gerenciais das respectivas agências ou entidades especializadas em determinados serviços ou atividades de C&T. Existem, portanto, diferentes cadastros e acervos de informações em órgãos federais, como o CNPq, CAPES/MEC, SENESU/MEC, FINEP, INPI, IBICT, BNDES, IPEA, INMETRO, BANCEN, FBB, EMBRAPA etc., além das FAPs e outros órgãos estaduais. As informações estão segmentadas em inúmeros pedaços que dificilmente se somam, constituindo um obstáculo bastante sério para as tentativas de consolidação das estatísticas nacionais.

Acrescente-se ainda que esta pulverização das informações acentuou-se nos últimos anos, especialmente após a promulgação da Constituição de 1988, que concorreu para redesenhar as competências atribuídas à União e aos Estados. Estes, com a faculdade para vincular parcela da receita orçamentária à pesqui-

“Há urgência na proposta de um sistema para a produção e disseminação mais articulada das informações sobre C&T no Brasil.”

sa científica e tecnológica, passaram a ter um papel e uma atuação mais relevantes no campo de C&T, criando fundos, secretarias, fundações, institutos de pesquisa etc. Apliaram-se as condições políticas e instrumentais para que a ciência e tecnologia ofereçam respostas apropriadas às peculiaridades regionais. Foi também instituído um Fórum Nacional de Secretários Estaduais de C&T, expressando bem a necessidade de articulação desses empreendimentos no âmbito dos Estados. Obviamente, esse contexto inclui as questões pertinentes às informações estatísticas.

e) Política recessiva e declínio de recursos. Se a preocupação governamental já era reduzida em relação às informações estatísticas de C&T, pode-se imaginar seu grau de exclusão ou de desvalorização em uma conjuntura de crise recessiva e de erosão da capacidade fiscal do Estado. Os agentes públicos, nesta circunstância, passaram a concentrar suas atenções na administração do cotidiano. Este fator, aliado às políticas neoliberais de redução do papel do Estado, contribuiu decisivamente para o quadro de desorganização e atrofia do setor público e, por conseguinte, do sistema de C&T que, por suas características de investimento de longo prazo e altíssimo risco, tem constituído, em grande parte, uma função pública.

Perspectivas

Nem tudo é tão sombrio e sem horizontes. Sinais positivos revelam perspectivas favoráveis para uma retomada de esforços no sentido de se obter alguma sistematização e consolidação das estatísticas nacionais de C&T, sob uma concepção mais associativa. Um fator promissor é o surgimento de iniciativas de várias instituições, visando a montagem de bancos de dados e de sistemas de gerenciamento de informações de C&T. A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), por exemplo, está desenvolvendo um projeto de banco de dados e de construção de indicadores que descrevam o setor no país. O Fórum Nacional de Secretários de C&T também vem se empenhando em articular as ações dos diversos Estados, não só em relação ao tratamento consolidado dos orçamentos estaduais na área mas também no sentido de estimular o intercâmbio de informações e

experiências.

Os centros de estudos em política científica e tecnológica, existentes em algumas universidades – como é o caso do Núcleo de Política Científica e Tecnológica da Unicamp –, vêm trabalhando na instalação de bancos de dados abrangendo múltiplos aspectos das atividades de C&T, com o objetivo de subsidiar não só os programas de ensino e projetos de pesquisa

relacionados com o desenvolvimento científico e tecnológico, mas também de colocar à disposição da comunidade, das instituições executoras e dos usuários de pesquisas um conjunto de informações relevantes e atualizadas.

A Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica Industrial (ABIPTI), por sua vez, já mobilizou as entidades filiadas para dotar a organização de um banco de dados capaz de fortalecer a atuação dos institutos de pesquisa, seja internamente, no alcance de seus objetivos específicos, seja externamente, no sentido de maior integração com o setor produtivo, ou ainda na busca de melhor embasamento para suas proposições e políticas. O Conselho de Reitores de Universidades Brasileiras (CRUB), que já mantém uma base de dados e informações estatísticas conhecida como Sistema de Informações das Universidades Brasileiras (SIUB), tem o projeto de ampliá-la em suas dimensões quantitativa e qualitativa. Outra iniciativa importante está sendo desenvolvida pela Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais (ANPEI). Trata-se de um projeto de banco de dados, em execução com financiamento do Sebrae, cujo objetivo é proporcionar informações mantidas até hoje no plano das suposições, como a quantificação dos dispêndios em C&T do setor produtivo privado, o perfil tecnológico das empresas por seus ramos industriais e os recursos humanos vinculados às atividades de P&D nas empresas.

Delineia-se também, junto ao CNPq, um sistema de informações sobre a atividade de pesquisa científica e tecnológica, no âmbito das universidades e institutos de pesquisa nacionais. O caráter inovador desse projeto é o estabelecimento de um novo conceito ou unidade de análise – o ‘grupo de pesquisa’ – como referencial para informações básicas sobre o esforço

*“As ações na área
de C&T
continuam
desconexas e
improvisadas,
dada a
inexistência de
uma política para
o setor.”*

de pesquisa desenvolvido no país. Um aspecto relevante do projeto será a viabilização do Banco de Currículos como eficaz substituto do Cadastro de Recursos Humanos do antigo SELAP. O Almanaque de Pesquisas e outros possíveis produtos desse sistema poderão trazer contribuições expressivas para o ‘mapeamento’ da pesquisa no Brasil.

Cumpra salientar ainda que qualquer apreciação das perspectivas das informações estatísticas de C&T deverá considerar o papel fundamental que pode ser cumprido pelo Instituto Brasileiro de Informações em Ciência e Tecnologia (IBICT), não apenas como centro de disseminação, interligação e suporte técnico, mas também como executor de levantamentos e apurações especializadas, como as estatísticas em bibliometria ou a produção de diretórios referenciais de informação em C&T.

Finalmente, a questão das estatísticas em C&T não deveria continuar à margem do Sistema Estatístico Nacional previsto na Constituição (art. 21, item XV e art. 22, item XVIII). Integram o Sistema Estatístico Nacional todos os órgãos e entidades da administração pública direta e indireta, de âmbito federal, estadual e municipal, bem como entidades de natureza privada que exercem atividades estatísticas primárias ou secundárias, necessárias ao conhecimento da realidade física, econômica e social do país. Ora, indiscutivelmente, ciência e tecnologia constituem uma dimensão importante e estratégica desta realidade, sendo perfeitamente defensável sua incorporação ao Plano Geral de Informações Estatísticas e Geográficas. Atualmente, as estatísticas produzidas e sistematizadas pela Fundação IBGE contemplam amplo leque de informações sobre a situação social, cultural e de meio ambiente, mas não incluem dados e indicadores sobre C&T.

Há urgência na proposta de um sistema ou mecanismo para a produção e disseminação mais articulada das informações sobre C&T a nível nacional. Os recursos computacionais disponíveis permitem uma adequada integração das inúmeras bases de dados localizadas nas diversas instituições e pontos do território. Mais ainda, permitem a realização desse processo em prazo curto e com custos reduzidos. A primeira exigência para uma proposta dessa natureza

é o estabelecimento de metodologias, parâmetros, indicadores e definições conceituais comuns para utilização por todas as unidades envolvidas. O atual processo de descentralização das informações de C&T reforça a necessidade de uma normatização para seu tratamento.

Esse trabalho deveria começar com um detalhamento do que se poderia chamar ‘estatísticas básicas’, ou conjunto de informações necessárias ao plane-

jamento das atividades de C&T como um todo. Definidas essas estatísticas básicas, o passo seguinte seria a identificação das instituições que se responsabilizariam por sua produção em determinado segmento, tendo em vista sua natureza e atuação em plano nacional. Informações ou estatísticas específicas de um setor poderiam ser tratadas como uma linha de trabalho financiada por fontes internas ou externas, a exemplo do mencionado projeto da ANPEI.

Alcançada a sensibilização e a adesão das instituições ou de suas unidades de estatística para a idéia de um sistema integrado e cooperativo, terá sido obtido um grande avanço, cabendo então aprofundar a discussão sobre o assunto, formular propostas e desencadear ações concretas.

É fundamental, entretanto, considerar que o êxito de qualquer sistema de estatísticas nacionais em C&T dependerá da vontade política de dirigentes governamentais e das organizações envolvidas. Infelizmente, ainda não se vislumbra esta disposição. As ações na área de C&T continuam desconexas e improvisadas, dada a própria inexistência de uma política para o setor.

Edição de texto: MARIA IGNEZ DUQUE-ESTRADA



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



O CAMINHO PARA O DESENVOLVIMENTO ESTÁ EM SUAS MÃOS

A informação é um fator indispensável para o desenvolvimento dos pequenos negócios, seu crescimento e valorização.

É por esta razão que, em seus programas, o Sebrae sempre privilegiou o acesso à informação, como é o caso do Balcão Sebrae e da Rede Internacional de Serviços de Apoio à Média e Pequena Empresa. Um trabalho que está sendo ampliado, agora, na VI BIENAL INTERNACIONAL DO LIVRO DO RIO DE JANEIRO, com o lançamento do Programa EDIÇÃO SEBRAE e do Prêmio EDITORIAL SEBRAE "QUEM É MICRO E PEQUENA EMPRESA NO BRASIL".

O objetivo do Prêmio EDITORIAL SEBRAE é induzir, despertar e mobilizar o interesse do público técnico, empresarial, acadêmico e jornalístico para temas relacionados aos pequenos negócios.

Possibilitando a geração de trabalhos que possam trazer uma contribuição à informação, ao entendimento e à compreensão do mundo da Pequena Empresa, tanto nos aspectos técnicos e institucionais que envolvem sua atuação, quanto na experiência dos empreendedores.

Trabalhos que serão editados pelo Programa EDIÇÃO SEBRAE. Coloque o seu talento a serviço do mais relevante setor da economia nacional.



**Quem é Micro
e Pequena Empresa
no Brasil**

Participe do Prêmio Editorial Sebrae "Quem é Micro e Pequena Empresa no Brasil".
Retire o regulamento, com todas as informações, no Sebrae do seu Estado.

SEBRAE

O Serviço de Apoio à Pequena Empresa