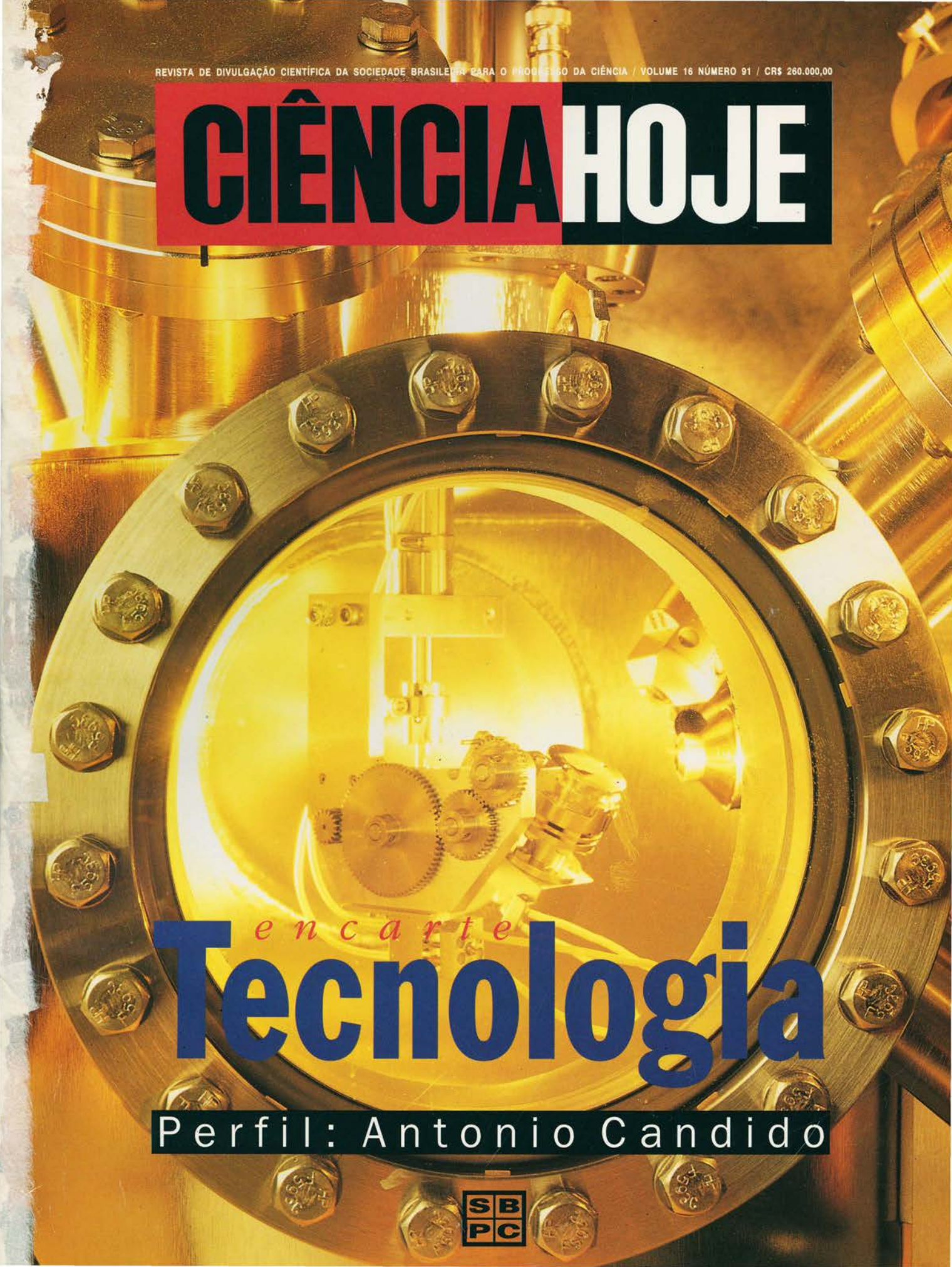
REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA / VOLUME 16 NÚMERO 91 / CR$ 260.000,00

CIÊNCIA HOJE

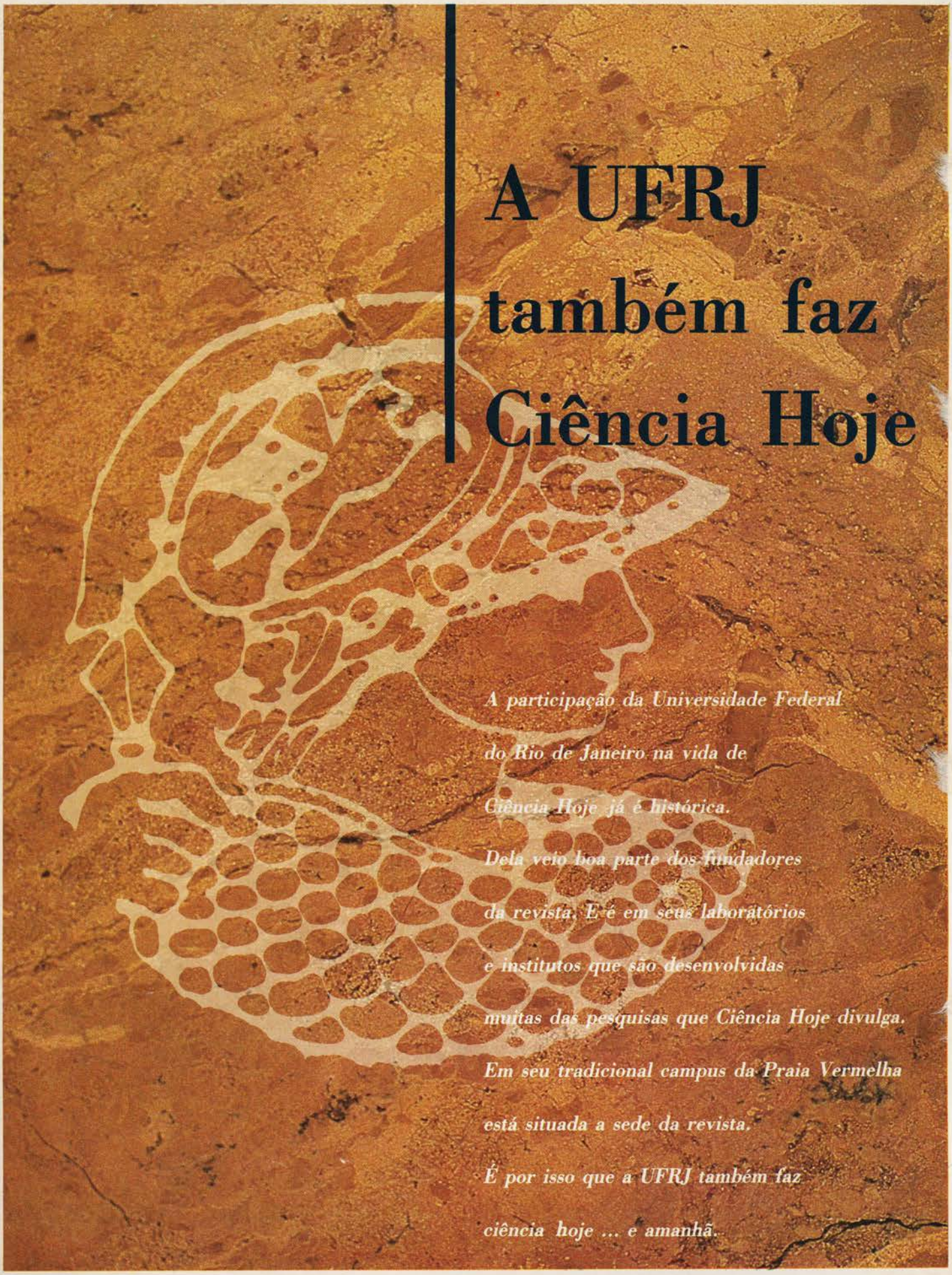


encarte

Tecnologia

Perfil: Antonio Candido

SBPC



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.

Qualidade de vida e direito à informação

Ciência e Qualidade de Vida foi escolhido como tema central da 45ª Reunião Anual da SBPC. Essa opção indica uma preocupação mais global, envolvendo os diversos aspectos da relação homem e natureza. A luta contra a atividade predatória indiscriminada contra os abusos e as violações de todos os tipos, que põem em risco o meio ambiente, constitui-se cada vez mais em bandeira da comunidade científica brasileira. Trata-se de um compromisso baseado na investigação rigorosa das transformações e dos impactos que alteram e prejudicam as condições de vida e de reprodução de todas as espécies conhecidas.

Por outro lado, busca-se analisar e tentar superar as condições que produzem e perpetuam a fome, a miséria e a desigualdade social.

Portanto, *Qualidade de Vida* deve, necessariamente, ser tratada em suas dimensões ambientais, econômicas, sociais, políticas e culturais. Por isso mesmo, é crucial enfrentar a difícil questão da cidadania sob seus vários aspectos.

Estamos particularmente preocupados com o direito e o acesso à informação por parte dos diferentes setores e segmentos de nossa sociedade. O processo de democratização do país passa por uma mudança radical do atual quadro da mídia e da comunicação de massas em geral. Acreditamos que o rico potencial tecnológico e os recursos materiais existentes possam e devam ser usados de modo que a sociedade civil participe e assuma maiores responsabilidades no tocante à difusão e à natureza das informações. O objetivo é criar condições para que a cidadania possa ser implementada, reagindo-se contra o papel passivo hoje reservado aos diferentes públicos atingidos pela comunicação de massas. A preocupação de oferecer alternativas a uma programação pouco estimulante, nada criativa, e, sobretudo, facilmente manipulável, é hoje um objetivo importante para todos aqueles voltados para o tema da *Qualidade de Vida.*

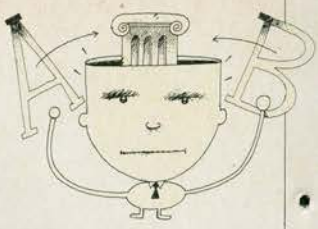
Vivemos, recentemente, trágicas experiências de manipulação da opinião pública brasileira. A censura e o controle das informações durante o regime militar foram armas eficientíssimas no processo generalizado de repressão. Mas, mesmo com a abertura democrática, as consequências do governo Sarney e, mais ainda, do período Collor são novas terríveis ilustrações dessa desmesurada concentração do poder. Não é possível subestimar a capacidade de atingir, diretamente, quase toda a sociedade através de programação que escapa aos mecanismos de controle democrático da sociedade civil.

Assim, não é coincidência que estejamos, pela primeira vez, patrocinando uma Feira de Ciência e Tecnologia dentro da Reunião Anual. Pretendemos integrar o mundo das máquinas a esse projeto humanista regenerador, onde a tecnologia esteja, efetivamente, a serviço de interesses sociais mais amplos e mais genuínos. Queremos escapar à tirania de forças e grupos que ignorem o significado moral de suas ações e iniciativas.

A SBPC considera ser hoje prioritário lutar pela reformulação desse quadro nefasto.

OS EDITORES

CIÊNCIA HOJE
JUNHO DE 1993 VOL.16/Nº 91



EDITORIAL 1

CARTAS 5

TOME CIÊNCIA 6

A ritmicidade de certas flores é comum a outros animais e plantas. A cronobiologia, estudo da organização temporal dos organismos vivos, pesquisa agora o ritmo de microorganismos como as bactérias. Por Nelson Marques e Miriam David Marques.

RESENHA 8

Originalmente tese de mestrado sobre os índios pacaás novos que, até o contato com a sociedade brasileira, mantinham o canibalismo em seus rituais funerários. Por Julio Cezar Melatti.

OPINIÃO 10

Um sistema de escolas autônomas, nos estados e municípios, despertaria o interesse dos professores em administrá-las com sucesso, para elevar a qualidade do ensino, melhorar as condições de trabalho e ganhar maiores salários. Por Hugo Lovisolo.

Musgos e hepáticas 14

Regina Célia Lobato Lisboa

Pouco estudadas no Brasil, as briófitas podem ser fontes de substâncias antibióticas, ajudam a controlar a erosão do solo e as inundações, além de indicar a presença de depósitos minerais e de poluentes no ar ou na água.

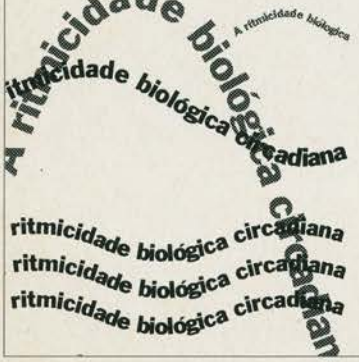
Chove chuva... ácida! 20

Emmanoel Vieira da Silva Filho
Rauda Lúcia Cruz Mariani
John Edmund Lewis Maddock

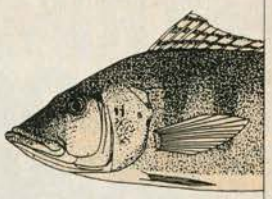
A chuva ácida destrói florestas, elimina espécies da flora e da fauna e corrói monumentos históricos. No Brasil, o fenômeno pode ter conseqüências desastrosas.

PERFIL 28

Professor e crítico literário, Antonio Candido fala de suas muitas atividades; de suas raízes, das leituras, dos professores e amigos, de suas opções políticas e da busca de uma compreensão do mundo, mais importante para ele do que a acumulação de um saber acadêmico.



CIÊNCIA HOJE
JUNHO DE 1993 VOL.16/Nº 91



É BOM SABER 42

Professores da 5ª série de uma escola paulista transformam a educação sexual em uma experiência interdisciplinar. Mirna Elisa Bonazi, a professora de ciências, apresenta os resultados.

O Brasil tem formações rochosas que são verdadeiros 'monumentos naturais'. Algumas dessas formações, como as do Piauí, ainda precisam ser melhor estudadas. Por Celso Dal Ré Carneiro e Lauro Kazumi Dehira.

A valiosa fauna de peixes de Minas Gerais já está ameaçada. E no ano 2010? O que acontecerá após a construção de novas barragens hidrelétricas e da formação de grandes lagos artificiais no estado? Por Alexandre Lima Godinho.

TECNOLOGIA

Um encarte especial inaugura, nas páginas de *Ciência Hoje*, uma seção dedicada a divulgar inovações relevantes para o desenvolvimento de produtos e processos industriais e a discutir temas de política tecnológica, pesquisa e relações universidade-empresa.

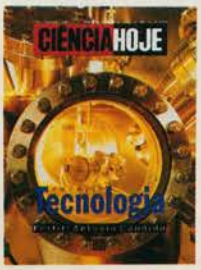
CIÊNCIA EM DIA 50

Um projeto de pesquisa, em curso simultaneamente no Brasil, no Chile, na Argentina e na Espanha, estuda o papel da descentralização político-econômica na redemocratização desses quatro países. Por Marise Muniz.

O Hospital das Clínicas da USP inicia testes com uma nova droga para o tratamento da esquizofrenia, doença que atinge cerca de 150 mil brasileiros. Por Jesus de Paula Assis.

Os últimos 200 exemplares dos cavalos de Roraima, única população eqüina selvagem em todo o mundo que sobrevive sem proteção oficial, estão ameaçados de extinção. Por Margareth Marmori.

Cerca de 1.300 pesquisadores se reuniram na 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, em Caxambu. Ciência em Dia traz a cobertura do evento, destacando os principais tópicos apresentados. Por Luisa Massarani.



Capa Foto Pedro Lobo

ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
EDUCAÇÃO, ECOLOGIA, PATRIMÔNIO.
ECOLOGIA, PATRIMÔNIO, EDUCAÇÃO.
PATRIMÔNIO, ECOLOGIA, EDUCAÇÃO.
ECOLOGIA, EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO.
EDUCAÇÃO, PATRIMÔNIO, ECOLOGIA.

CONTEMPORANEA

A Fundação Roberto Marinho não pensa em outra coisa há 10 anos.

FUNDAÇÃO
ROBERTO MARINHO

Radicais livres

Sou acadêmica de Bacharelado em Química da Pontifícia Universidade Católica de Campinas e estou desenvolvendo um trabalho sobre 'Radicais livres e o processo de envelhecimento'. Gostaria de obter informações sobre o assunto ou sobre alguém que possa me informar. Caso a revista já tenha publicado um artigo a respeito, peço que me enviem o respectivo exemplar pelo reembolso postal.
Laura Hely,
Itapira (SP).

Sua carta nos chegou quando preparávamos os artigos sobre radicais livres que são publicados nesta edição, na seção 'Ciência em dia'. O assunto foi tratado na reunião anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular, recentemente realizada. Anteriormente publicamos também 'Cuidado com os radicais livres', em CH *nº 18, vol. 3, pág. 8. Não trabalhamos com o reembolso postal. Se quiser adquirir um número atrasado (o preço é igual ao das bancas), deve fazê-lo por vale postal ou cheque nominal enviado para o nosso Departamento de Assinaturas. Endereço, fax e telefone estão no expediente.*

O uso da rede

Peço a médicos e a outras pessoas dados epidemiológicos sobre os efeitos do costume de dormir em rede. Qual a incidência de problemas de coluna no Nordeste e na Amazônia, comparada com a do sul do país?
Outras perguntas que faço: 1. Está sendo usada no Brasil a rede com finalidades terapêuticas, seja por médicos ou fisioterapeutas? 2. Existem hospitais onde é de praxe, ou permitido, dormir em rede? 3. Peço a antropólogos e a outros informações sobre mitos indígenas relacionados à rede de dormir. 4. De que tipo foram as redes usadas na marinha brasileira? 5. Foram usadas redes em aviões da FAB? 6. Peço aos leitores e aos seus amigos que me escrevam, comunicando fatos diversos, histórias de interesse humano, trechos da literatura brasileira referentes à rede, assim como a existência de redes especiais, de gravuras e quadros históricos e modernos em que a rede esteja representada etc.
Johan B. Kloosterman,
Palembang straat 13
3531 EE Utrecht - Holanda.

Farmacêutica na farmácia

Inicialmente, gostaria de parabenizá-los por esta revista tão importante para a ciência no Brasil. Em relação ao nº 89, achei muito oportuna e esclarecedora a reportagem sobre medicamentos no Brasil. Sou farmacêutica há cinco anos e há quatro trabalho em período integral numa farmácia no norte do Paraná. Aqui, o Conselho Regional de Farmácia (CRF-PR), nos últimos anos, vem com muito trabalho e esforço fiscalizando as farmácias, exigindo a presença do profissional farmacêutico em oito horas de trabalho diário. Esta luta do CRF já tem dado muitos frutos nos centros maiores, onde quase a totalidade das farmácias conta com a presença de um profissional. No interior, mais de 60% delas contam com assistência técnica. Também todos os anos são realizados cursos e simpósios regionais para reciclagem profissional em farmácia comercial.

Ao ler a reportagem 'O farmacêutico, do boticário ao desconhecido', resolvi relatar a minha experiência dentro de uma farmácia comercial. No estabelecimento em que trabalho, consegui que fossem suspensas as compras de medicamentos bonificados; sempre que possa haver uma opção entre duas marcas de um mesmo produto, procuramos vender ao nosso cliente o de menor preço; as pessoas da comunidade já tomaram consciência de que a presença de um 'farmacêutico formado', como dizem, se torna uma segurança a mais no atendimento ao público e no fornecimento de medicamentos, sempre com a melhor orientação possível sobre o seu uso. Além disso, os funcionários da farmácia respeitam-me como uma profissional que está ali para orientar os clientes, e eles próprios, com relação a doenças e medicamentos, não lhes sendo permitido usar a chamada 'empurroterapia' na venda dos produtos.

Como vêem, o farmacêutico pode e deve voltar à farmácia, como tem acontecido e dado certo no Paraná. Esta nossa experiência pode se estender por todo o Brasil, garantindo melhor distribuição e uso dos medicamentos.
Hellen de Cássia Toresan Moreira,
Sertanópolis (PR).

Anticorpos anti-HIV

Estamos escrevendo esta carta para solicitar (se for possível) o endereço do sr. Nelson M. Vaz, do Departamento de Bioquímica e Imunologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Lendo um artigo dele, referente aos anticorpos anti-HIV, em *CH* nº 82, ficamos interessados em entrar em contato com o professor.

Desejamos sucesso na empreitada de edição de uma revista com tamanha seriedade e, sendo de crítica, não se submetendo a interesses sectaristas e torpes que amiúde embaraçam o avanço da ciência.
Tarcizio F. Bazílio,
Vila Medeiros, São Paulo.

Você pode entrar em contato com o professor Nelson Vaz através da nossa sucursal em Belo Horizonte, que funciona dentro do campus da UFMG. Procure o jornalista Roberto Barros de Carvalho, responsável pela sucursal. Seu endereço e telefone constam do expediente da revista.

Corrosão

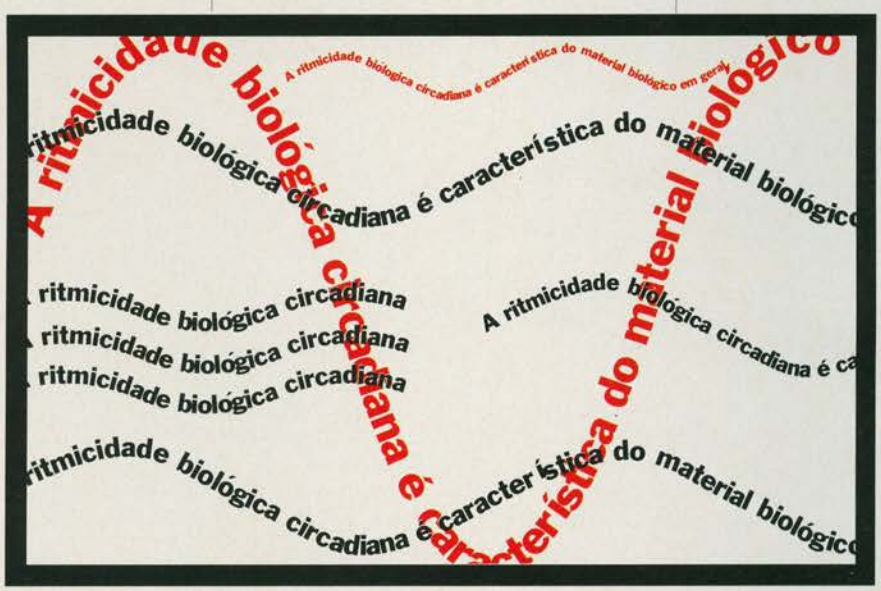
Sendo assinante desta excelente revista, gostaria de que me informassem se existe algum trabalho desenvolvido na área de corrosão, abrangendo: o desenvolvimento do fenômeno da corrosão, oxirredução, métodos de proteção, a forma de revestimento de superfícies, e o que têm feito as empresas e universidades quanto à pesquisa. É do meu interesse informar-me também sobre o custo do material que possa corresponder ao meu pedido.
Heli Davi Mendes,
Coronel Fabriciano (MG).

CH *nº 87 publicou 'Corrosão microbiana. Brasil já pesquisa ação corrosiva de microrganismos sobre metais', de Christine Claire Gaylarde, da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma das cientistas que pesquisa no Brasil. O Laboratório de Engenharia Metalúrgica da COPPE (RJ) também produziu muita coisa interessante sobre proteção contra corrosão. Veja, por exemplo, notícias publicadas no nº 7, vol. 2, pág. 18, e no nº 47, vol. 8, pág. 72. Sobre encomenda de números atrasados, veja resposta a Laura Hely.*

Ritmos biológicos

O ciclo dia-noite rege todos os seres vivos?

Os ritmos biológicos com períodos de aproximadamente 24 horas, ou seja, aqueles sincronizados pelo ciclo claro-escuro ambiental, são chamados ritmos circadianos (*circa*, em latim, significa 'ao redor', 'próximo'). Desde que o naturalista sueco Karl Linneu estabeleceu, em 1745, o ciclo diário de abertura e fechamento de certas flores, essa ritmicidade foi observada e descrita nos grupos principais de eucariotos (animais e plantas cujas células possuem um núcleo individualizado). Entretanto, sempre causou polêmica a discussão sobre a existência desses ritmos nos procariotos (organismos como as bactérias, cujas células não possuem núcleo).



A controvérsia sobre a presença nos procariotos dos ritmos circadianos já estava presente no Simpósio de Biologia Quantitativa, realizado em Cold Spring Harbor (EUA), em 1960, que introduziu a cronobiologia (ciência que estuda a organização temporal dos organismos vivos). Nessa ocasião, alguns dos participantes, como o alemão Jurgen Aschoff e os americanos Charles F. Ehret e Collin S. Pittendrigh, afirmavam de forma taxativa que os ritmos circadianos apareciam exclusivamente nos eucariotos. Tal posição justificava-se pelo acúmulo de dados que comprovavam a presença de ritmos circadianos em diversos processos fisiológicos nos organismos eucariotos, dos unicelulares aos mais complexos.

Por outro lado, o americano Franz Halberg defendeu, no mesmo simpósio, a idéia de que a abrangência da ritmicidade circadiana era mais ampla e incluía organismos procariotos. Em 1961, forneceu dados fundamentando essa idéia. Ele demonstrou que havia uma organização circadiana no crescimento e motilidade da bactéria *Eschericchia coli* quando mantida em culturas líquidas (*Procedings Minnesota Academy of Science*, nº 29, pp. 227-239). Esses dados haviam sido publicados originalmente em 1930, pelos americanos L.A. Rogers e G.R. Greenbank (*Bacteriology*, nº 19, pp. 181-190). Já naquele ano esses dois chamavam a atenção para o crescimento intermitente das culturas bacterianas. Depois disso, entretanto, foram raras as descrições de ritmos circadianos em procariotos e acabou prevalecendo a idéia de que eles apareciam exclusivamente nos eucariotos.

Nos últimos anos, diversos trabalhos têm confirmado que Franz Halberg estava certo (*International Journal of Chronobiology*, nº 1, pp. 141-146, 1973). O sul-africano N. Grobbelaar e colaboradores mostraram, em 1986, que uma cianobactéria do gênero *Synechoccus* (RF-1) exibia um ritmo endógeno de fixação de nitrogênio após pré-condicionada a um regime de claro-escuro (*Microbiology Letters*, nº 37, pp. 173-177). O americano Akira Mitsui e colaboradores mostraram que outra linhagem de *Synechoccus* (Miami BG43511) também exibia um ritmo de fixação de nitrogênio muito semelhante (*Nature*, 323:720-722). Em 1989, um ritmo circadiano de divisão celular em *Synechoccus* WH 7803 foi relatado pela americana Beatrice M. Sweeney e pela argentina Maria Beatriz Borgese (*Journal of Phycology*, nº 25, pp. 183-186). Mais recentemente, em 1990 e 1991, novas contribuições foram trazidas a este campo.

O ritmo circadiano de fixação de nitrogênio exibido pelo procarioto *Synechoccus* sp RF-1 tem características muito semelhantes às encontradas em eucariotos. Em 1990, o chinês Tan-chi Huang e colaboradores trazem evidências ainda mais fortes. Demonstram que o ritmo de fixação desta cianobactéria é de fato circadiano, em vista das propriedades que ela apresenta quando cultivada em diferentes regimes de claro-escuro (*Plant Physiology*, nº 92, pp. 531-533, 1990). Em condições de livre curso, ou seja, quando sob iluminação constante, ela apresenta períodos em torno de 24 horas. Além disso, o ritmo de fixação de nitrogênio compensa alterações de temperatura na faixa entre 22°C e 33°C.

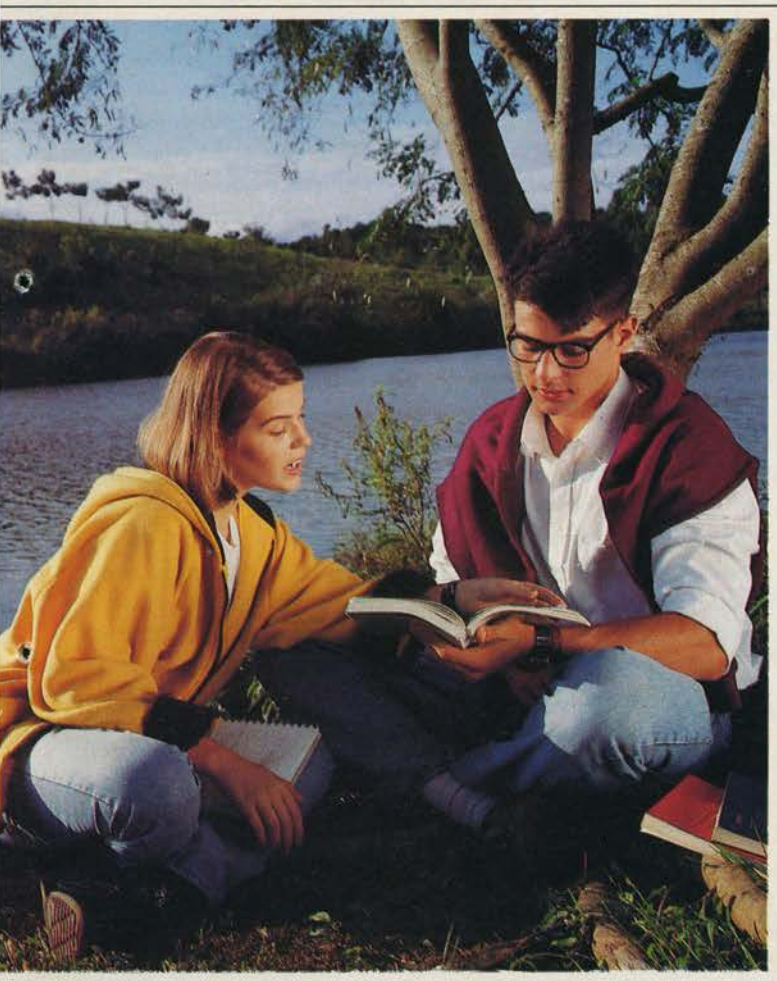
O próprio Halberg, em 1991, rediscute e confirma a existência de ritmos circadianos em *E. coli* e sugere ainda a possibilidade de uma modulação infradiana, com períodos maiores do que 28 horas, no crescimento e motilidade dessa bactéria (*Chronobiologia*, nº 18, p. 114).

A sugestão original de Halberg, em 1960-61, de que a periodicidade circadiana caracterizaria pelo menos um aspecto da dinâmica populacional bacteriana trazia como conseqüência a extensão das propriedades rítmicas circadianas a todos os organismos vivos. Esta idéia é hoje fortalecida diante dos resultados mais recentes obtidos com procariotos. A ritmicidade biológica circadiana é característica do material biológico em geral, sendo encontrada de maneira ubíqua em todos os seres vivos. Só não está demonstrada ainda nas diversas espécies que habitam cavernas e regiões abissais.

A semelhança entre as características dos ritmos circadianos de eucariotos e procariotos sugere a ubiqüidade deste tipo de ritmicidade biológica nos organismos vivos. Provavelmente esta ritmicidade representa uma dimensão dinâmica dos organismos no tempo e poderia ser alinhada com a morfologia espacial encontrada em todas as formas de vida. Reunindo as descobertas mais recentes sobre procariotos e os dados já acumulados obtidos sobre eucariotos, certamente teremos condições favoráveis para chegar a uma compreensão mais geral sobre os mecanismos envolvidos nos ritmos circadianos.

O significado evolutivo destas generalizações também pode ser importante, especialmente em função de algumas hipóteses que vinculam a origem da ritmicidade circadiana à origem das células eucarióticas. Algumas teorias atribuem à ritmicidade circadiana um papel de coordenação temporal entre células hospedeiras e seus endossimbiontes; outras não privilegiam a freqüência ultradiana (que apresenta períodos menores do que 20h), considerando-a responsável pela harmonização das diversas funções dentro da célula hospedeira.

Nelson Marques
Mirian David Marques
Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos, Instituto de Ciências Biomédicas, Faculdade de Medicina e Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.



UNISINO
É POR AQUI QUE VOCÊ C

Nada como
a vida no Campus.

A Unisinos é uma Universidade que prepara pessoas e profission
capazes de enfrentar a vida com mais segurança. Isso só ensina
quem tem anos de experiência na área educacional e usa, nas su
aulas, equipamentos e metodologia permanentemente atualizad
Um Campus por definição, livre do barulho e da poluição, cerca
de tudo que favorece o aprendizado e o autoconhecimento. Porq
educar significa preservar valores e virtudes, promover a vida e
troca de conhecimentos. Essa é a vida no Campus que a Unisin
deseja a todos os seus alunos.

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - SÃO LEOPOLDO - RS - TEL. (051) 592.

O canibalismo dos pacaás novos

A tese de Aparecida Vilaça foi premiada como a melhor dissertação de mestrado em ciências sociais de 1989 pela Associação Nacional de Pós-graduação em Ciências Sociais (Anpocs) que, por isso, apoiou sua publicação em livro. Além dessa, existem quatro teses recentes sobre os índios pacaás novos, de Rondônia: a de Alan Mason, apresentada em 1977 na Universidade da Califórnia; a de Bernard van Graeve, no mesmo ano, na Universidade de Toronto; a de Denise Maldi Meireles, 1986, na Universidade de Brasília e a de Beth Conklin, 1989, na Universidade da Califórnia.

Trata-se de uma produção considerável sobre uma mesma sociedade, se levarmos em conta que vive numa área pouco freqüentada por etnólogos, e que o outro grupo, que junto com os pacaás novos, faz parte da família lingüística txapacura — os itenes ou morés, da Bolívia —, não dispõe de nenhum trabalho de fôlego, mais recente. Também são pouco estudados os vizinhos, da família tacana, igualmente na Bolívia, que alguns consideram constituintes de uma só unidade lingüística, junto com os txapacuras: araonas, cavinenhas, reiesanos, tacanas e esseejas (estes também no Peru e estudados por MinislavZeleny).

Se a antropofagia não fizesse parte de seus ritos funerários, os pacaás novos teriam sido objeto do mesmo interesse? Mas se essa fosse a razão, por que o livro de Aparecida Vilaça é o primeiro a dirigir o foco diretamente para o seu canibalismo?

Ao mesmo tempo que seduzem pela antropofagia, os pacaás novos parecem frustrar e desviar a atenção dos pesquisadores para outros temas, já que eles a abandonaram após o contato com a sociedade brasileira. Porém, Aparecida Vilaça, seguindo a trilha aberta por Eduardo Viveiros de Castro em *Araweté: os deuses canibais*, mostra que é possível falar do canibalismo, mesmo naquelas situações em que não ocorra, de fato (isto é, do ponto de vista do cientista-observador), a ingestão de partes do corpo humano. Eduardo Viveiros de Castro, orientador da dissertação e diretor do projeto geral do qual ela é um dos resultados parciais, na apresentação do livro, localiza com clareza a pesquisa de Aparecida Vilaça no entrecruzamento das questões que atualmente suscitam as sociedades indígenas sul-americanas.

COMENDO COMO GENTE: FORMAS DO CANIBALISMO WARI. Aparecida Vilaça. Rio de Janeiro, UFRJ e ANPOCS, 1992. 363 p.

Como realizei pesquisa de campo entre indígenas localizados em dois pontos bem afastados um do outro os craôs, os timbiras (da família lingüística jê) do norte do estado do Tocantins, e os marubos (da família pano), do sudoeste do estado do Amazonas — o livro de Aparecida Vilaça me desperta grande interesse por mostrar aspectos que os pacaás novos partilham com essas sociedades. Assim, tal como os craôs, os pacaás novos se utilizam de uma terminologia de parentesco de feição *crow-omaha*, como acontece com várias outras sociedades indígenas distribuídas numa faixa que se estende do Maranhão a Rondônia, prolongando-se pela Bolívia.

Por sua vez, o exame das categorias *warî* e *karawa*, envolvidas no exercício do canibalismo, sem dúvida evoca questões levantadas em pesquisas realizadas no Brasil Central, como a distinção entre 'nós' e 'outros', explorada por David Maybury-Lewis no estudo dos xavantes e em outras pesquisas ligadas ao projeto de estudo comparativo das organizações sociais indígenas do Brasil Central, dirigido por ele e por Roberto Cardoso de Oliveira, então do Museu Nacional.

O termo 'parentes consubstanciais' ou 'consubstancialidade', freqüentemente usado pela autora, evoca diretamente 'parentesco de substância', de Roberto da Matta, cuja pesquisa sobre os apinajés fazia parte, tal como a minha sobre os craôs, do referido projeto. A autora mostra ser fundamental, na discussão do canibalismo pacaá novo, a distinção entre parentes próximos e distantes, uma vez que se proíbe aos próximos, pelo menos os consubstanciais, de participarem da refeição funerária.

Já os três ritos pacaás novos — *tamara*, *hüroroin'* e *hwitop'* — me remetem para os marubos pela semelhança de alguns detalhes nos ritos de recepção de visitantes: limpeza do caminho por onde chegarão os convidados, recepção no caminho com oferecimento de alimentos, destruição da cobertura da casa pelos visitantes, apropriação de artefatos pelos anfitriões. O convite à comparação se reforça quando percebo que o mito pacaá novo de *Pinom*, relacionado ao canibalismo, contém motivos presentes em três mitos marubos. Um deles é o da velha *Shoma Wetsa* — que comia gente, mas não como gente — do qual falo no artigo publicado em *Ciência Hoje*, 53, pp. 56-61. Outro é o mito do sovina que detinha a semente do milho, cuja versão marubo não está divulgada. Finalmente, o cipó que pende do céu (*Pinom*) lembra um outro mito marubo, relacionado ao destino *post-mortem* também não publicado.

Os marubos, tal como outros grupos da família lingüística pano, também praticaram a antropofagia funerária. E vale notar que os panos menos conhecidos vivem relativamente próximos dos pacaás novos: chácobos e pacauaras, da Bolívia, caxararis, do Brasil.

Um último reparo que faria é quanto ao uso do termo 'devorar'. Ela descreve muito bem as diferentes maneiras de comer dos pacaás novos conforme se trate de um parente — assado em início de decomposição, desfiado em pedacinhos, levados à boca com ajuda de palitos, com desgosto e parcimônia —, um inimigo — a carne mordida com raiva ainda presa aos ossos —, ou um animal — em pedaços maiores apanhados diretamente com as mãos. Entretanto, embora o primeiro sentido

de 'devorar' seja 'comer com sofreguidão', a autora, aparentemente, aplica o termo de modo indiferente, até mesmo quando alude à ingestão da carne de um parente. Ela parece ter usado o termo com um sentido especial, que não explicitou para os leitores. Ficou-me a idéia de que 'devorar' é comer o que é humano: nunca os parentes consubstanciais, que seria comer a si mesmo; sim os parentes distantes, os afins efetivos, embora designados no convite com termos cognáticos e comidos sem mostra de prazer; sem dúvida os inimigos; nunca os animais, uma vez que as práticas xamânicas se exercem no sentido de desumanizá-lo antes do consumo, se algum deles for identificado como um parente já falecido. Tal como o casamento, o canibalismo se exerce no trecho intermediário de um *continuum*: nem muito perto, nem longe demais.

Não raro se 'devora', numa metáfora do sentido vulgar, um livro que há muito se espera. Mas esta também não é a maneira adequada de consumar a leitura do livro de Aparecida Vilaça. Um bom livro se lê devagar e a ele se retorna várias vezes. Por isso, esses comentários, que decorrem de uma primeira leitura, são apenas uma notícia e não um exame da contribuição que tem a dar para a discussão de questões relativas às sociedades indígenas de nosso continente.

Julio Cezar Melatti
Universidade de Brasília.

Na corda bamba da inflação

Na Corda Bamba: doze estudos sobre a cultura da inflação (Relume-Dumará, Rio de Janeiro, 196 pp., 1993) examina a inflação como fenômeno social – suas implicações para a sociedade e o indivíduo – através de uma visão histórica e interdisciplinar, buscando um novo enfoque para o problema.

O livro reúne trabalhos de antropólogos, psicanalistas, sociólogos, advogados, cientistas políticos e economistas. Organizado por José Ribas Vieira, Lívia Holanda Barbosa, Luis Carlos Prado, Maria Antonieta Leopoldi e Maria Celina D'Araújo.

Invasão biológica

Alfred W. Crosby, autor de *Imperialismo ecológico: a expansão biológica da Europa (900-1900)* (Companhia das Letras, São Paulo, 321 pp., 1993), conta a história da expansão européia iniciada com as grandes navegações, concentrando-se na invasão biológica (animais, vegetais e doenças) das novas terras.

Ele narra inicialmente a formação dos diversos continentes a partir do supercontinente de Pangéia, detendo-se na Revolução Neolítica (a passsagem da Idade da Pedra para a do Bronze).

Crosby explica também por que as primeiras tentativas de colonização européia – dos escandinavos e dos cruzados – não deram certo, descrevendo o primeiro grande êxito 'imperialista' europeu, no século XV, com a europeização das ilhas dos Açores, da Madeira e Canárias. Em três capítulos (ervas, animais e doenças), esse professor de estudos americanos na Universidade do Texas, em Austin (EUA) fala sobre as poderosas armas que os navegadores levavam na bagagem.

Preservação de peixes-boi

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) lança *Peixe-boi: coletânea de trabalhos de conservação e pesquisa de sirênios no Brasil*, com os resultados de estudos realizados entre 1987 e 1991 sobre a preservação desses animais.

Esse primeiro número traz um volume consistente de dados sobre esses mamíferos aquáticos ameaçados de extinção, incluindo gráficos e tabelas. São ao todo sete artigos, tratando da distribuição e ocorrência do peixe-boi (*Trichechus manatus*) no estuário do rio Mamanguape (Paraíba), do sangue, da preferência alimentar, da mortalidade, dos esforços conservacionistas e das campanhas de conscientização desse animal marinho, além de sua distribuição ao longo do litoral nordeste do Brasil.

A pesquisadora Daniele Paludo é o editor responsável. Maiores informações com o Centro Nacional de Conservação e Manejo de Sirênios (Centro Peixe-boi/Ibama), Estrada do Forte Orange, s/n, CEP 53900-000, Itamaracá (PE).

Aplicações da análise dimensional

Análise dimensional e teoria da semelhança e dos métodos físicos (Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 258 pp., 1993), do engenheiro e pesquisador Fernando Lobo Carneiro, aborda de modo aprofundado e original os fundamentos e a história da análise dimensional, baseada no princípio da homogeneidade, na formulação de problemas físicos.

Em 12 capítulos, o autor apresenta as aplicações à mecânica dos fluidos, à transmissão de calor, ao eletromagnetismo, à física do estado sólido e a problemas da biologia.

Atenção especial é dedicada às condições de semelhança que devem ser obedecidas nos ensaios de laboratórios com modelos reduzidos, especialmente nos ensaios de modelos de estruturas *offshore*.

A análise dimensional é também apresentada como um valioso guia para a elaboração de teorias que se proponham a interpretar os resultados de pesquisas experimentais.

ENGENHARIA ESCOLAR: MOTIVAÇÃO E AUTONOMIA

A análise sociológica, a observação da realidade educacional do Brasil e o simples bom senso sustentam a proposta de reestruturação do ensino básico que aqui apresentamos. Parto do princípio de que o problema da educação brasileira é a baixa qualidade do ensino, um dos fatores responsáveis pela repetência, que co-determina a evasão escolar ao desmotivar o aluno. Explicar que a evasão decorre da entrada precoce das crianças no mercado de trabalho, para elevar uma renda familiar insuficiente, é uma racionalização que ajuda a ocultar os efeitos da baixa qualidade do ensino. Quanto mais baixa a qualidade, menos custoso será para o menor ingressar no mercado formal ou informal de trabalho. Ao contrário, se ele recebe um ensino de qualidade, não desprezará, após os 14 anos, a oportunidade de prosseguir os estudos no supletivo enquanto trabalha. Antes dessa idade, o principal fator de evasão é a repetência, que torna inviável o custo da educação para as famílias de baixa renda.

Hugo Lovisolo
Universidade do Estado do Rio de Janeiro,
Fundação Getúlio Vargas

A escola como unidade de análise e de ação

Do ponto de vista histórico, a educação moderna forjou-se, faz já quase quatro séculos, na construção da escola como unidade pedagógica. O tratamento teórico da educação e as respostas políticas e práticas a esses problemas devem, portanto, tomá-la como foco. Desde sua criação, a escola foi alvo de críticas violentas. Inúmeras propostas educativas anti-escola foram elaboradas. Talvez a mais famosa seja a formulada por Rousseau, especialmente no seu *Emílio*. Duas décadas atrás, Ivan Illich defendeu com vigor a desescolarização.

Embora sempre criticada, a escola parece, ao mesmo tempo, impossível de ser substituída. Nada indica a emergência de processos educativos radicalmente distintos daqueles que a definem (seriação, sistematização, universalidade de conhecimentos, gestão por um corpo de especialistas etc.). Assim, temos de continuar a considerá-la como centro do processo educativo.

Do ponto de vista sociológico, é no espaço da instituição escola que as motivações dos atores (alunos e professores, principalmente) podem existir e se realizar. As condutas ou ações duradouras das pessoas são em geral explicadas de duas maneiras: elas agem por interesses persistentes, ou em função da internalização de alguma norma. Compartilhar normas e interesses determina a formação da identidade, na medida que um grupo assim constituído pode se distinguir e ser distinguido de outros relacionalmente. Dado o tremendo peso deste entendimento da conduta social, a escola tem por objetivo, do ponto de vista formativo, socializar normas e desenvolver interesses nos alunos. Necessita, portanto, de uma identidade.

Sem a força das normas e dos interesses, não há ação duradoura. Portanto, não há escola se a motivação dos atores não estiver permeada por normas ou interesses persistentes. É na escola, e não na secretaria, ministério ou sistema de educação, que os atores significativos do processo educativo agem motivados por normas ou interesses. Conseqüentemente, as instâncias de planejamento, administração e fiscalização devem ser desenhadas a partir das necessidades da escola que queremos e podemos gradualmente ir construindo. Sendo a escola a unidade de análise e de ação da educação moderna, qualquer outro ponto de vista nos levará ao fracasso.

Se olharmos para o sistema privado de ensino, constataremos, empiricamente, que não se trata de um sistema, pois não constitui um conjunto de partes relacionadas, nem suas escolas possuem uma direção unificada. Sua unidade resulta do mercado, que vincula as escolas privadas e ao qual estas oferecem produtos com diferentes propostas pedagógicas que procuram construir a identidade de cada uma delas, atendendo as aspirações educativas (valores e interesses) de famílias com expectativas variadas. Os consumidores, quando deixam de gostar de uma proposta ou da sua realização, mudam seus filhos de escola. Este é o principal e quase único controle sobre as escolas privadas. A fiscalização estatal apenas atua no campo das mensalidades e na determinação do currículo.

Decerto, a escola particular também enfrenta sérios problemas de motivação

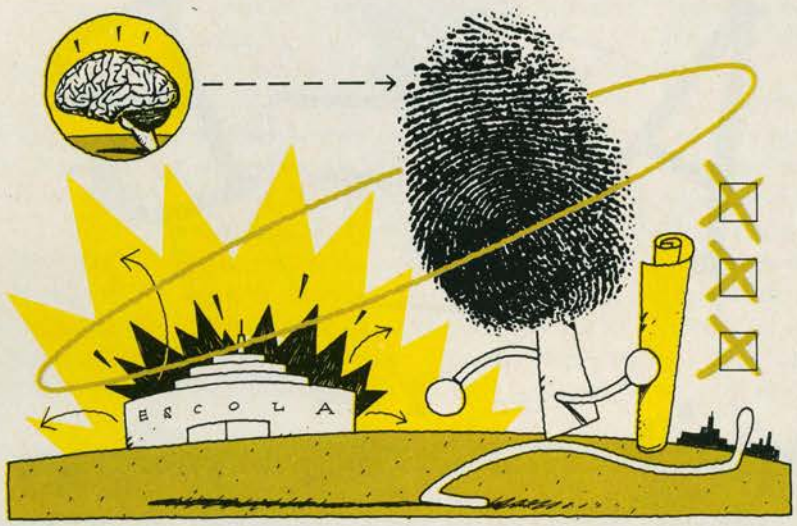
de pessoal docente e de qualidade de ensino, especialmente quando deprime os salários em função dos vigentes no sistema público. Há, entretanto, outros fatores, dentre os quais se destaca o apoio familiar à criança e, repitamos, a ameaça de troca de escola, que melhoram sua situação em termos de ensino. Existe ainda o peso de uma tradição que salienta que a educação não pode ser uma atividade privada ou de lucro capitalista.

Identidade, norma e interesse da escola

Os analistas da educação pública no Brasil insistiram na inexistência de uma tradição pedagógica, de um conjunto benéfico de normas orientadoras da atividade escolar. Diferentes e fracassadas tentativas centralizadoras foram feitas com esse objetivo. A invenção de uma tradição pedagógica jamais foi coroada de êxito em nosso meio, apesar de contarmos com filósofos, sociólogos da educação e pedagogos de prestígio internacional. O problema não está, portanto, na formulação de propostas pedagógicas, e sim na engenharia de funcionamento de nossas escolas, que impede que os educadores sejam os responsáveis pelo processo educativo. Vigora nas escolas o desnorteamento e a irresponsabilidade na ação educativa.

Uma linha importante de análise, na qual destaca-se Anísio Teixeira, insistiu na idéia de que a tradição apenas podia ser construída via descentralização. Imaginavam-se, então, regras diferentes de funcionamento das escolas. Cada escola seria uma unidade com perfil próprio, capacidade de construir sua proposta pedagógica e atores identificados com ela. Esse processo, entretanto, foi entendido apenas como transferência de responsabilidade para os estados (ensino de segundo grau) e municípios (ensino de primeiro grau). Em verdade, não existiu um processo de descentralização voltado para a escola, pois esta continua sem autonomia: ou entendemos a descentralização como aumento de autonomia da escola, ou apenas colocaremos o poder burocrático mais perto dela. Paradoxalmente, essa proximidade pode favorecer a falta de autonomia e, como conseqüência, manter a falta de identidade.

A engenharia em curso leva à situação insólita de que uma telha quebrada paralisa aulas durante dias. De fato, não há aparelho burocrático que conserte uma telha no tempo que a escola demanda. Os aparelhos burocráticos se interessam pelas grandes obras, e para isto se preparam ou fazem de conta que se preparam. Entretanto, o cotidiano de funcionamento da escola depende de pequenos investimentos, de compras miúdas, de resoluções e ações no varejo. As administrações centrais não conseguem executá-las eficazmente. Podem construir grandes escolas mas são impotentes para fazer funcionar bem qualquer tipo de escola. A falta de autonomia pode, ironicamente, ser chamada de 'efeito telha'. Ela reforça a irresponsabilidade.



Quando se pergunta a um professor da rede pública onde trabalha, ele nos responde que no município ou no estado. À mesma pergunta, um professor de escola particular nos responde com o nome da escola. Dado banal, mas não menos importante, pois mostra que os professores do ensino público não se identificam com a escola na qual lecionam — as exceções são em número insuficiente para modificar o panorama geral. Insistamos no ponto: sem identidade há quase uma impossibilidade sociológica de que as normas 'naturais' sejam seguidas e mesmo se constituam, pois identidade e norma são faces da mesma moeda. O sistema gera então a desmotivação, reforçada pelos baixos salários e pela 'gangorra' que os caracteriza. Sem o mínimo de segurança, o 'chapéu de vários bicos' é a resposta racional para a sobrevivência dos professores.

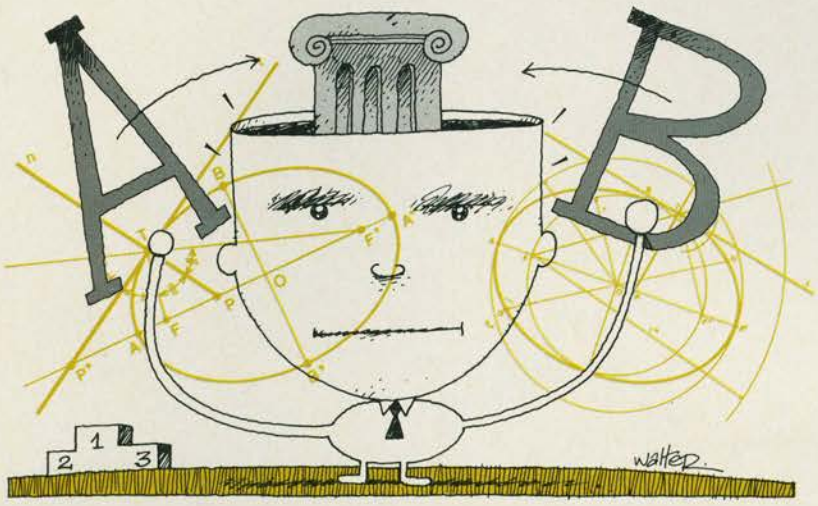
A carreira docente favorece essa situação. O professor inicia sua atividade em qualquer escola e, posteriormente, transfere-se para outra mais próxima de seu domicílio, ou para uma que o interessa mais pelo tipo de bairro ou clientela. Os interesses pessoais, certamente legítimos, estão assim objetivamente contra a identificação com a escola e, como efeito não desejado, contra o cumprimento de normas. Se um docente cumprindo normas realiza um bom trabalho pedagógico, ele acabará complicando seu deslocamento, pois poderá criar forças de pressão para que fique na escola. Seu interesse é ficar na maior 'disponibilidade' para poder realizar a ascensão horizontal. O professor não é o responsável por esses efeitos: a causa está na engenharia, sociologicamente fraca, do nosso funcionamento escolar.

É significativo observar que a inexistência de uma carreira docente foi altamente favorecida pela politização da educação. Os cargos das secretarias, até níveis baixos, são considerados políticos e, por vezes, a própria direção escolar assume esse caráter. Os políticos usam o sistema educacional, um campo significativo de emprego, em função de seus interesses ou dividendos políticos. O sistema funciona clientelisticamente, e mesmo os políticos novos, com propostas de moralização, logo aprendem que devem se ajustar a suas regras e adequar-se ao sistema para sobreviver. A favor da politização estão muitos docentes que sentem que podem

ILUSTRAÇÕES WALTER

'correr por fora', isto é, alcançar cargos de direção no sistema muito mais rapidamente do que se o fizessem em uma carreira burocrática.

A matrícula em várias escolas reforça a falta de identificação e, ao mesmo tempo, favorece os interesses de segurança do professor diante da fiscalização. Se uma escola 'aperta muito' os professores, eles trocam de escola. Os diretores, portanto, devem 'negociar' a permanência dos professores nas escolas, sobretudo se considerarmos que, via 'conhecimento' — pistolão ou jeitinho —, os professores conseguem suas transferências para outras escolas ou para outros organismos do estado ou do município. O termo 'disponibilidade' pode ser, curiosamente, utilizado tanto para aquele funcionário que está em um organismo diferente do seu de origem quanto para aquele que fica em casa. No fundo, porque em muitos casos significa realmente o mesmo.



Se há um sistema, ele joga contra a educação e a qualidade das escolas; joga a favor do nivelamento por baixo da atividade docente. Desmotiva o professor comprometido com um conjunto de normas de desempenho e leva à utilização deficiente dos recursos humanos, pois deve operar com um fundo ou exército docente de reserva, necessário para enfrentar a sua própria instabilidade. Nos municípios importantes é fácil demonstrar que há muito mais docentes contratados do que o necessário para o funcionamento do sistema escolar. Uma relação numérica adequada possibilitaria aumentos de salário reais sem crescimento da dotação orçamentária.

Sabedores de que não podem modificar as condições de trabalho inadequadas e a remuneração baixa, os professores reagem não colocando todos os ovos na mesma cesta (isto também acontece no ensino particular). A estratégia dos vários empregos continua válida no Brasil; o 'chapéu de três bicos' é o melhor chapéu, em termos de segurança e, freqüentemente, também em termos de retorno econômico. A estratégia, embora determine perda de tempo e gastos em transporte, dá segurança para os professores e a possibilidade real ou imaginária de uma autonomia maior. Insisto no ponto: sem identidade não há normas, e os interesses individuais podem ser e são perversos em relação ao interesse coletivo de um ensino de qualidade.

Neste contexto, o problema de competência docente é secundário. De modo natural supomos, com boas razões, que alguém bem motivado pode chegar a ser competente. Ora, se o problema básico é de motivação, a competência, embora de altíssima importância, é secundária ou derivada. Se a escola não soluciona o problema da motivação (sobretudo da direção escolar e dos docentes), jamais solucionará o da competência, por mais programas de capacitação que realize.

Observe-se que estou eliminando a saída do 'castigo', do controle burocrático maior. Trata-se, na verdade, de criar mecanismos que favoreçam a emergência da identidade, da responsabilidade docente e, como conseqüência benéfica, da autoridade que desta deriva. Nada indica que, ao eliminar-se um docente ruim, ele será substituído por outro melhor. Ou seja, não é com regulamentações normativas e controles estritos, que terminam por se desgastar em nossa cultura administrativa, que a escola passará a funcionar com qualidade (embora hoje as nossas escolas funcionem sem prêmios e castigos). Intensificar o controle burocrático significa um aumento desnecessário de gastos em educação, já excessivamente altos. Em verdade, devemos sobretudo lamentar que a escola funcione sem prêmios de qualquer natureza.

Engenharia da escola: identidade, norma e interesse

O primeiro aspecto da engenharia da escola deve ser uma profunda preocupação em motivar o corpo docente, inclusive a direção, pelo desempenho da 'sua escola', promovendo assim sua responsabilidade no funcionamento da escola. Isso significa identidade do corpo docente com a escola e preocupação em construir uma normatividade pedagógica que reforçe junto ao público uma imagem positiva, em termos de desempenho. Ensino de qualidade, baixa repetência, capacidade de reter o aluno na escola são termos orientadores da ação escolar. Assim, interesse e identidade, autonomia, responsabilidade e autoridade do corpo docente devem tornar-se metas para engenharia escolar. Mas, se os docentes não recebem recompensas materiais e simbólicas pelo bom desempenho da escola, é muito improvável que este seja alcançado. Faltará motivação, isto é, interesse.

Isso só será possível se a escola passar a funcionar como uma 'cooperativa' real dos docentes e dos responsáveis pelos alunos. Embora a escola seja pública e funcione com recursos públicos, ela pode se administrar autonomamente como sociedade sem fins lucrativos. Sua autonomia deve ser suficiente para contratar pessoal e serviços; fixar salários e retribuições; elaborar a política de pessoal; realizar investimentos; adquirir material de consumo e permanente; adequar e implementar linhas pedagógicas; estabelecer normas de funcionamento; manter os estabelecimentos em condições adequadas etc. Essa autonomia tornará docentes e encarregados dos alunos responsáveis pelo funcionamento da escola. Os docentes deverão estar preocupados com

o êxito da escola, pois dele dependerão seus próprios interesses, dada a mecânica cujas linhas principais se enunciam a seguir.

Da mecânica: os responsáveis devem controlar o combustível

O município repassaria um custo-aluno para a escola, sob a forma de um cheque-escola, ou de um vale, que seria entregue ao responsável pelo aluno, que depositaria o cheque na conta da escola ou o entregaria pessoalmente, pagando a mensalidade escolar. Dois efeitos desse mecanismo devem ser destacados: a) o responsável e a sociedade em geral passariam a saber qual é o custo de cada aluno, e haveria, possivelmente, uma valorização da ação do Estado; b) o responsável pelo aluno teria maior domínio sobre a aplicação do dinheiro público gasto no ensino. O mecanismo possibilitaria à família que não estivesse de acordo com o ensino e com o funcionamento da escola levar o aluno e seu cheque para outra escola. Além disso, obrigaria as escolas a satisfazer as expectativas educacionais das famílias e as famílias a determinar suas demandas educacionais. Possivelmente o interesse geral na educação das crianças e dos jovens crescerá.

Esse custo-aluno deveria, por exemplo, contemplar um percentual para salários, e permitir que com 15 alunos o professor tivesse o mesmo salário que recebe hoje. Maior quantidade de alunos poderá significar maiores salários, benefícios, investimentos e custeio. A lei regulamentará os percentuais a serem distribuídos entre cada uma das rubricas e o número máximo de alunos por série e turma. A escola, por certo, poderá captar outros recursos para serem aplicados em material permanente e de consumo, em projetos de remodelação ou de ampliação de sua capacidade instalada. O desempenho da escola seria o principal critério de avaliação para o financiamento desses projetos.

A autonomia deverá despertar o interesse dos professores em administrar sua própria escola. O êxito da escola se traduzirá em melhores condições de trabalho, salários maiores e reconhecimento social do papel do docente. A evasão de um aluno, ou sua transferência para outra escola, significará perda monetária para os membros do corpo docente. As escolas passarão a competir pelos bons professores e a valorizá-los, administrando criativamente seus recursos financeiros, materiais e, especialmente, os recursos humanos. Deverão estabelecer programas de capacitação específica e de formação cultural para seu corpo docente, além de criar linhas de comunicação com universidades e centros de pesquisa.

As prefeituras apenas contariam com uma pequena estrutura técnica de apoio e controle, talvez um supervisor e um assistente para cada dez escolas. As funções desse supervisor seriam ir à escola, controlar, motivar, apresentar sugestões, dar informações para a solução de problemas. As prefeituras contratariam avaliações externas para, entre outros objetivos, controlar o desenvolvimento de efeitos perversos. As universidades colaborariam oferecendo cursos de direção escolar, formação de alfabetizadores, didáticas especializadas e cultura geral para o corpo docente. Também poderão promover pesquisas que ajudem a superar os problemas emergentes da prática escolar. O campo das didáticas especializadas é pouco explorado pelos cursos de pedagogia e pela pesquisa no nível de pós-graduação.

Um programa desta natureza não deve ser imposto: devem ser criadas possibilidades para que algumas escolas possam aderir ao novo sistema. A adesão será inicialmente lenta, pois os professores para essas escolas ou são novos ou deverão estar dispostos a renunciar ao emprego atual na prefeitura ou estado. Com o êxito do sistema, as adesões terão um ritmo mais rápido. Também se poderia optar por impor o novo sistema em escolas a serem criadas.

Sem uma engenharia que se fundamente nos conceitos e princípios enunciados, a escola continuará a funcionar com os problemas que hoje fazem parte de sua estrutura, seja sob a forma de Cieps ou de Ciacs ou de escolas tradicionais e as grandes metas irrealizáveis continuaram forjando nossas 'fantasias' de termos uma boa educação básica. ◆

CIÊNCIA HOJE das crianças

A única revista de divulgação científica para crianças

Números atrasados e assinaturas:

TEL:
295-6198

FAX:
(021) 541-5342

Musgos

Os possíveis usos das briófitas vão

Regina Célia Lobato Lisboa
Departamento de Botânica,
Museu Paraense Emilio Goeldi.

Os musgos e as hepáticas são plantas ainda pouco estudadas no Brasil e que, entretanto, podem ser muito úteis para o homem. Pesquisas revelam que as briófitas produzem várias substâncias biologicamente ativas, podendo ser usadas como fontes de antibiótico. Servem também para controlar a erosão do solo, conter inundações, indicar a presença de poluentes e de depósitos minerais. Ocorrem no mundo inteiro, nos mais diversos habitats. No Brasil, apesar da diversidade de ecossistemas e da grande extensão territorial, o número de espécies conhecidas é relativamente pequeno, e pouco se sabe sobre as espécies existentes na Amazônia, sobre o papel ecológico que podem desempenhar e qual a sua possível utilidade como plantas econômicas ou como fontes de substâncias importantes.

FOTOS CEDIDAS PELA AUTORA

e Hepáticas

o controle ambiental à fabricação de antibióticos

Os musgos e as hepáticas são plantas pequenas que, em geral, se desenvolvem agrupadas. Conforme a espécie, apresentam-se em tufos, formando almofadas ou extensos tapetes. A maioria dessas plantas mede menos de 10 cm e por isso, caso crescessem isoladas, não seriam percebidas com facilidade. Alguns musgos, como *Dawsonia* sp e *Fontinalis antipyretica* Hedw., entretanto, atingem o comprimento máximo de 60 a 70 cm, e as espécies epífitas podem pender de galhos, sendo muito vistosas.

Apresentam cores variadas, com diferentes tonalidades de verde. Algumas plantas são amareladas ou até mesmo esbranquiçadas, outras, avermelhadas, marrons ou quase pretas. Muitas vezes são confundidas com líquens – como *Usnea* sp e *Cladonia* sp – e com algas ou plantas superiores de pequena dimensão – por exemplo, a *dicotiledônea Portulaca* sp –, mas pertencem à divisão Bryophyta. Todos os membros são fotossintéticos, possuindo clorofila 'a' e 'b', e acredita-se que sejam derivadas das Clorofíceas (algas verdes).

Os musgos e as hepáticas são plantas criptogâmicas avasculares, que têm órgãos reprodutores não evidentes e não apresentam sistema condutor organizado em floema e xilema. Sua propagação e disseminação pode ser feita por esporos, por partículas unicelulares de material vivo, pela fragmentação de plantas em partes pequenas, capazes de crescer em novas plantas, e/ou por estruturas especiais chamadas propágulos (ou gemas), cujo tamanho pode variar de poucas a muitas células.

A alternância de gerações é bem definida. Uma geração sexuada e haplóide – produz gametas masculinos e femininos e é constituída por células com a metade 'n' do número de cromossomos das células diplóides '2n' –, o gametófito, produz células germinativas masculinas (anterozóides) e femininas (oosfera) que, após a fusão, formam o zigoto. Este desenvolve-se em uma estrutura distinta, o esporófito diplóide – formado por células com número de cromossomos 2n (dupla guarnição cromossômica nos núcleos celulares) – que produz esporos haplóides, após meiose. O esporófito permanece fixo ao gametófito e nunca se transforma numa planta de vida livre e independente, ao contrário das plantas mais evoluídas, em que o esporófito, no estado adulto, é sempre uma planta independente.

Essas plantas são oogâmicas, isto é: apresentam fecundação de um gameta imóvel, denominado oosfera, com um gameta menor ciliado, portanto móvel, denominado anterozóide. Os gametas são formados em gametângios pluricelulares com uma camada externa, estéril, de células protetoras.

O gametófito das briófitas, no estado adulto, é sempre uma planta independente. Do ponto de vista nutritivo, é autosuficiente devido à presença de cloroplastos dentro de suas células. A absorção de águas e de minerais é processada direta e rapidamente por todo o gametófito, que pode apresentar-se sob a forma de um talo – hepática talosa (figura 1) – ou como um corpo diferenciado em caulídio, filídio e rizóide – musgos (figura 2) e hepáticas folhosas. Estes rizóides são estruturas uni e pluricelulares, semelhantes ao pêlo, com a função principal de fixação.

Ocorrência e utilidade

As briófitas podem ser encontradas no mundo inteiro, nos mais diversos habitats e sobre os mais diferentes substratos. Têm sido coletadas em muros, rochedos e na areia, sobretudo nos lugares úmidos, às vezes sob a forma de grandes tapetes. Algumas são aquáticas, mas só vivem na água doce. Nunca foram coletadas em águas oceânicas. Há referência para espé-

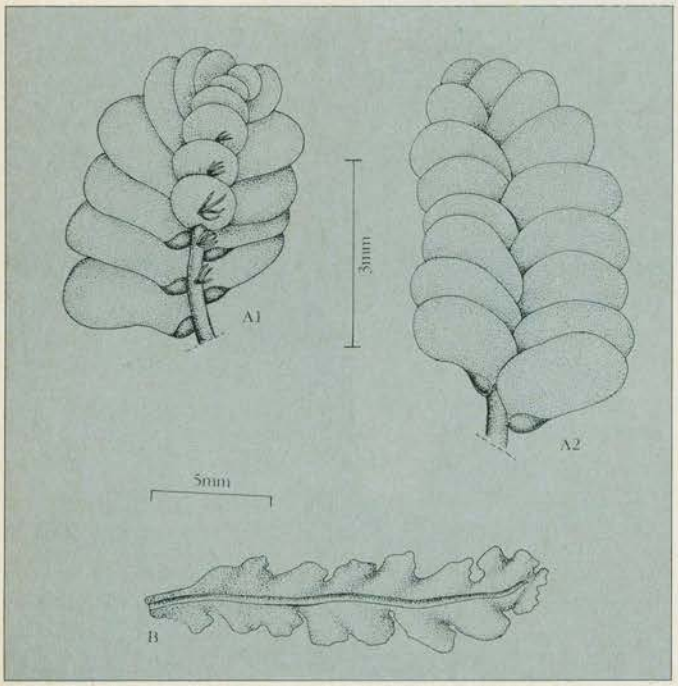


Figura 1. A: Hepática folhosa Symbiezidium transversale **(Sw.) Trev. (A1) vista ventral; (A2) vista dorsal; B: Hepática talosa** Symphyogyna aspera **Steph.**

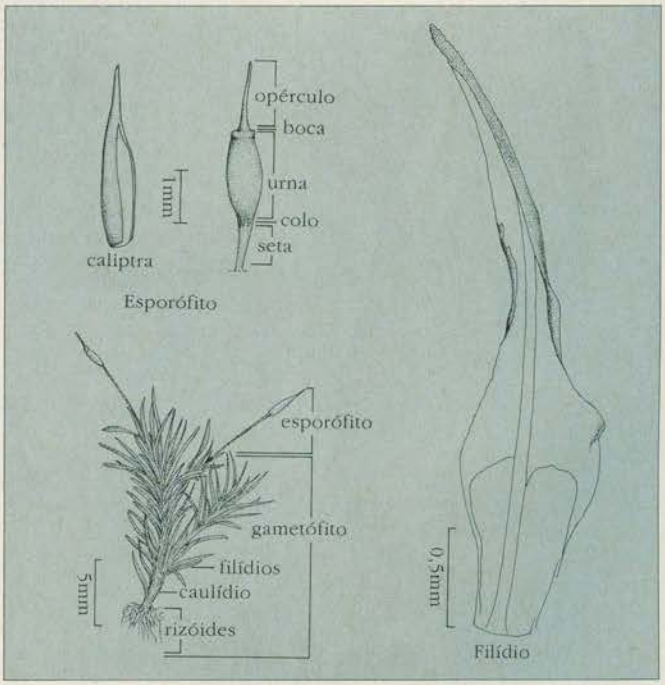
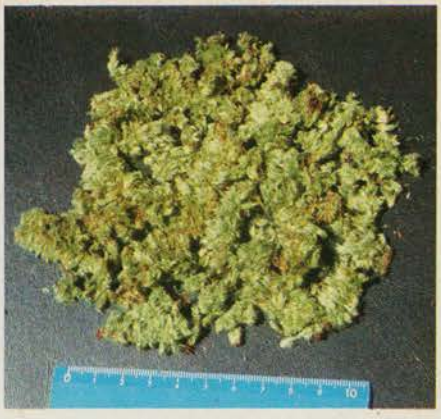


Figura 2. Musgo: gametófito apresentando rizóide, caulídio e filídios dispostos radialmente e esporófito composto de seta, um operáculo e caliptra. Syrrhopodon incompletus **Schwaegr.**

Leucobryaceae Octoblepharum albidum



Leucobryaceae Leucobryum martiunum

Hookeriaceae Schizomitrium pallidum

cies que ocorrem nas tundras árticas, nos desertos e no pico das montanhas nevadas. Existem espécies xerófitas que resistem à seca durante muito tempo.

No Brasil, poucas pessoas se dedicam ao estudo dos musgos e hepáticas. Até agora foram descritas 24 mil espécies de musgos e hepáticas, sendo que apenas 12,32% dessas espécies (2.957) foram encontradas aqui. Se considerarmos que o Brasil possui cinco grandes regiões, que compreendem inúmeros tipos de ecossistemas, e uma área maior do que 8 milhões de km^2, verificamos que ainda há muito trabalho a ser realizado nessa área. Levando-se em conta o desmatamento acelerado, que ocorre em todas as regiões, esses estudos tornam-se urgentes.

Então, por que apenas nove pessoas (três no Rio Grande do Sul, duas em São Paulo, uma na Paraíba, uma em Pernambuco, uma no Pará e uma no Rio de Janeiro) ocupam-se desse ramo da botânica, em nosso país?

Várias razões podem ser apresentadas, entre elas a pouca importância que se dá ao grupo, seja do ponto de vista econômico, ecológico, paisagístico e até medicinal. Até pouco tempo, havia falta de professores especializados nessa área, que pudessem orientar os alunos. Isto criava uma grande dificuldade na formação dos poucos estudantes que chegavam a se interessar pelo grupo. Em conseqüência, as pessoas que trabalhavam com briófitas no país eram, em sua maioria, autodidatas. Este quadro está se alterando com a formação recente de doutores e mestres na área.

Quando algum pesquisador começa a se interessar por essas plantinhas e descobre sua beleza, a grande variação morfológica, os inúmeros problemas taxonômicos, sua possível utilidade na compreensão de problemas evolutivos, na economia e na ecologia, entre outros aspectos, elas se tornam apaixonantes.

As briófitas podem ser usadas para controlar a erosão do solo, a umidade e as inundações. Tapetes de muitas espécies possuem grande capacidade de absorção e de retenção de água. Essa propriedade as capacita a conservar a umidade do ambiente em que se encontram. Ao reter as gotas de chuvas, elas diminuem o impacto da água sobre o solo das florestas e barrancos expostos, dunas de areia etc., evitando que se formem focos de erosão. Ao mesmo tempo, impedem que toda a água escorra rapidamente para áreas mais baixas, evitando inundações. Várias espécies habitam as margens dos rios, impedindo a erosão, absorvendo a água e retendo partículas de solo e outros materiais em suspensão, o que também previne o assoreamento dos rios.

Os estudos dos musgos e hepáticas como bioindicadores têm aumentado muito nas últimas décadas, tornando-se bastante diversificado. Essas plantas podem ser utilizadas como indicadores ecológicos, pois a maioria das briófitas tem um alcance ecológico claramente definido e um pouco estreito, o que lhes confere grande valor como indicadores de certas condições de habitat, provavelmente maior do que a maioria das plantas superiores.

Vários estudos têm sido feitos e, como resultado, pode-se concluir que algumas briófitas são boas indicadoras da qualidade do solo em florestas e das condições de pH e nível de água em turfeiras. Certos musgos aquáticos, como *Cratoneuron commutatum* (Hedw.) Roth servem para indicar a presença de cálcio ou nutriente na água.

As briófitas servem também como indicadores paleoecológicos. Uma vez que elas são boas indicadoras das condições de solo e de pequenas comunidades vegetais. Sabendo-se que muitas espécies de musgos fósseis de sedimentos quaternários são as mesmas de hoje, pode-se deduzir informações sobre o local onde se encontram esses musgos fósseis.

A análise das briófitas para pesquisa de elementos minerais tem sido bastante utilizada, porque elas concentram muitos elementos que estão em excesso no solo ou em outros substratos.

Pela presença de certas espécies de briófitas num determinado local, pode-se ter uma idéia dos depósitos minerais ali existentes. São espécies que estão estreitamente associadas com determinados depósitos minerais. Por exemplo, os chamados musgos de cobre (*copper mosses*) ou musgos do enxofre (*sulphur mosses*). Eles são encontrados sobre rochas ou solos de cobre, mas também sobre minérios de zinco, ferro e chumbo, sob a forma de sulfuretos, assim como em fontes de enxofre. Como exemplo dessas briófitas pode-se citar *Cephaloziella massalongi* (Spruce) K. Mueller, *Gymnocolea acutiloba* (Kaalaas) K. Mueller, *Mielichoferia mielichoferi* (Funck ex Hook.) Loerke e *Scopelophila ligulata* (Spruce) Spruce.

Uma outra utilidade dessas plantas é a de indicar a poluição da água. Um trabalho com briófitas aquáticas foi realizado no rio Katsuragawa – em Gifu, no Japão –, onde se encontra a espécie *Amblystegium*

O estudo dos musgos e hepáticas da Amazônia

Os estudos dos musgos e hepáticas da Amazônia foram iniciados pelo botânico alemão, Karl F. P. von Martius, que os coletou no Amazonas, Pará e Maranhão, de 1818 a 1820. Os musgos por ele coletados foram tratados pelo botânico C. F. Hornschuch na *Martius Flora Brasiliensis*.

Em 1894, o naturalista inglês Richard Spruce chegou à Amazônia e, durante 15 anos, explorou o rio Amazonas, seus afluentes e os Andes do Equador e Peru. Fez uma extensa coleta de material botânico e reuniu subsídios para seus futuros trabalhos em etnobotânica, geologia e antropologia. Sua maior contribuição, entretanto, foi para o estudo dos musgos e das hepáticas. Sua coleção dessas pequenas plantas foi imensa e serve de referência para qualquer trabalho na área. Essa coleção de musgos serviu de base para o inglês William Mitten publicar, em 1869, *Musci Austro-Americanii*, até agora o maior tratamento de musgos da América do Sul.

O grupo das hepáticas foi descrito por Spruce no mais expressivo tratado das hepáticas da América do Sul, *Hepaticae Amazonicae e Andinae*. Nesse livro, publicado em 1885, foram descritos como novos para a ciência três gêneros, 39 subgêneros, 374 espécies e 132 variedades.

Mais tarde, o botânico alemão Ernst H. Ule também coletou muitas briófitas no Amazonas, Acre e Roraima, no período de 1900 a 1912. Entre 1908 e 1914, foi Frederico C. Hoehne que coletou algumas briófitas em expedições pelo Mato Grosso, Amazonas e Pará.

Após essas coletas pouca atenção foi dada a esse grupo vegetal, até 1970, quando foram retomados os estudos sistemáticos sobre essas plantas. Vários fatores contribuíram para tal retomada, entre eles: as coletas do inglês Ghillean T. Prance e seu grupo do New York Botanical Garden, abrangendo praticamente quase todos os grupos vegetais; a criação do curso de pós-graduação em Ciências Biológicas no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em 1973, quando foram ministrados cursos de Briologia; criação do Programa Flora, iniciado em 1976, com o objetivo principal de obter informações sobre as plantas de todos os grupos taxonômicos em todos os ecossistemas do Brasil, e que representou um grande impulso para o conhecimento da brioflora da Amazônia.

Algumas excursões contavam com briólogos em sua equipe e, no período de 1977 a 1985, foram coletadas mais de 6 mil espécimes de musgos e hepáticas, nos estados do Amazonas, Acre, Pará, Rondônia, Roraima e Amapá. Essas coletas foram muito importantes para o conhecimento das espécies do referido grupo e vários trabalhos sobre o tema já foram publicados desde então.

Trabalho recente da autora sobre os musgos acrocárpicos de Rondônia serve para demonstrar, mais uma vez, a necessidade da participação de botânicos especialistas nas pesquisas com o grupo, seja taxonômica, florística ou ecologicamente, procurando descobrir sua importância para o ecossistema amazônico.

Orthotrichaceae Scholtheimia rugifolia

Plagiotheciaceae Pilosum chlorophyllum

Sematophyllaceae Sematophyllum sub simplex

riparium (Hedw.) BSG vivendo apenas em água deteriorada por poluentes que vêm de um povoado próximo. Em locais do rio com água limpa e clara esta espécie não é encontrada. Outro trabalho mostrou que elas servem para monitorar a poluição por metais pesados, devido a sua grande habilidade para concentrar esses elementos. A acumulação de mercúrio por *Jungermannia vulcanicola* (Schiffner) Stephani e *Scapania undulata* é especialmente notável.

Também a presença de poluentes do ar pode ser indicada pelas briófitas, que são usadas para monitorar as concentrações desses poluentes. Métodos ecofisiológicos atestam o valor das briófitas como indicadoras de chuva ácida, gases ácidos e deposição de metal pesado.

Além de todas essas possibilidades de utilização das briófitas, elas podem ainda ser usadas com fins medicinais; em decoração; como aditivos do solo e meio de cultura para orquídeas; como embalagem; na preparação de jardins, sobretudo os japoneses e como combustível (turfa). Servem ainda de alimento para alguns mamíferos, pássaros e até peixes.

No Japão e na China, os estudos de biologia aplicada estão muito desenvolvidos, com destaque para a pesquisa de substâncias biologicamente ativas, produzidas pelas briófitas. Essas substâncias

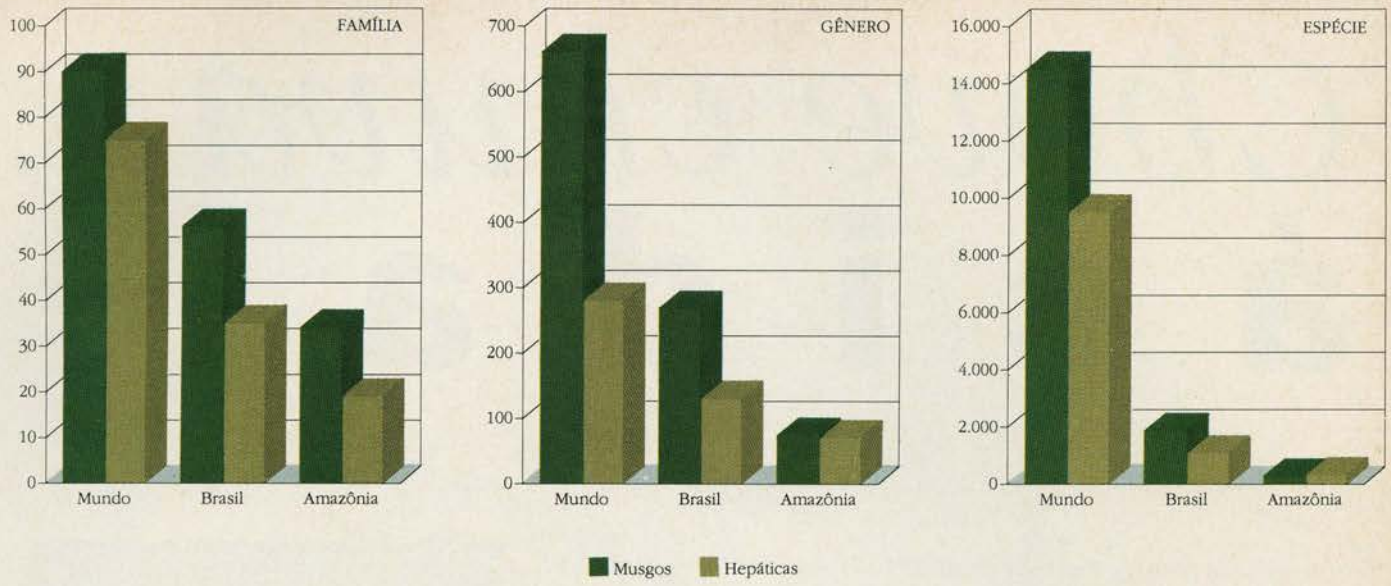


Figura 3. Números de famílias, gêneros e espécies de Briófitas, que ocorrem no mundo, no Brasil e na Amazônia.

podem ser enquadradas em seis categorias: fragrâncias e sabores particulares; substâncias antimicrobianas (antibióticos); reguladores de crescimento de plantas; restringentes ao ataque de predadores, incluindo peixes; alergênicas, causadoras de dermatite de contato; substâncias antitumores e citotóxicas.

Como pode ser observado, as briófitas possuem grande potencial como plantas econômicas e como fonte de substâncias importantes para o ser humano. Esses estudos estão sendo incrementados agora e talvez, dentro de alguns anos, as briófitas ocupem um lugar com destaque similar ao das plantas superiores.

Musgos e hepáticas amazônicos

Os estudos de musgos e hepáticas da Amazônia ainda são quase exclusivamente de caráter básico, em sua maioria circunscritos ao levantamento de diversidade florística, tratando especificamente de determinados grupos, como os das famílias *Calymperaceae* e *Leucobryaceae*. A exceção é um único trabalho sobre o uso de briófitas como fontes de antibiótico, realizado pela autora em colaboração com Fátima Pinheiro e Ruth Brazão, da Universidade Federal do Pará.

Nesse trabalho, foram testadas 25 espécies de musgos e hepáticas de uma reserva biológica nos arredores de Belém. Cerca de 10 espécies (40%) indicaram a presença de substâncias capazes de inibir o crescimento bacteriano em testes de antibiogramas.

Em números aproximados, a flora mundial contém 90 famílias de musgos e 75 famílias de hepáticas. A ocorrência dessas famílias no Brasil é de, respectivamente, 62,22% e 46,66%, o que mostra a extraordinária diversidade dessas pequenas plantas no nosso país. Porém, mesmo considerando-se a ocorrência de habitats, em outros lugares do mundo, com temperaturas e umidades, longitudes e latitudes em níveis extremos, pode-se pensar que algumas dessas famílias ainda serão referidas para o Brasil, à medida que as coleções forem ampliadas.

Analisando-se os dados já obtidos em pesquisas no país, o que imediatamente chama a atenção é a distância entre o número de espécies encontradas no mundo e o número de espécies encontradas no Brasil (12,32%). Em relação à Amazônia brasileira, essa percentagem cai para 2,46%.

Dentre as famílias referidas para o Brasil, 21,61% dos gêneros e 14,80% das espécies ocorrem na Amazônia, sendo que cerca de 34% dos táxons são referências novas para a Amazônia, a partir da década de 70. Os estudos revelam ainda que apenas 54,28% das famílias brasileiras, 54,61% dos gêneros e 29% das espécies são encontradas na Amazônia, sendo 7,61% referências novas a partir da década de 70. A figura 3 demonstra a relação entre a ocorrência de briófitas no mundo, no Brasil e na Amazônia.

Todos esses dados obtidos indicam que para a região norte, e para o Brasil de um modo geral, há urgência no estudo da brioflora, tendo em vista o pouco conhecimento até agora acumulado, a grandeza territorial do país e da Amazônia, a variedade de habitats, a diversidade de espécies encontradas em outras regiões do mundo e o reduzido número de especialistas no Brasil.

Quais as espécies que ocorrem na Amazônia? Quais são as espécies endêmicas? Quais as raras? As mais abundantes? Que papel ecológico desempenha essa significativa fração da flora? Essas e muitas outras são perguntas para as quais não se tem resposta definitiva, não só em relação à Amazônia como ao Brasil.

Sugestões para leitura

ANDO H. e MATSUO A. "Apllied Bryology", in: SCHULTZE-MOTEL.

W. *Advances in Bryology* 2, Alemanha, J. Cramer, 1984. 133-230.

MITTEN W. Musci autro-americani. Enumeratio muscorum omnium austro-ameicanorum hucusque cognitorum (1869). *J. Linn. Soc. Bot.*, Londres, 12: 1-659.

SMITH G.M. *Botânica Criptogâmica.* Briófitos e Pteridófitos. trad. Carlos Tavares, Lisboa, Fundação Gulbenkian, 1970.

SPRUCE R. Hepaticae Amazonicae et Andinae (1885). *Transc. Proc. Bot. Soc. Edinb.* 15: 1-590.

EDIÇÃO DE TEXTO *Marília Pessoa*

Chove chuva... **á c i d a !**

FOTO CEDIDA PELO AUTOR

Cidades do Terceiro Mundo, como o Rio de Janeiro, já sofrem o efeito do binômio poluição atmosférica/chuva ácida.

FOTO PEDRO LOBO

A emissão industrial de poluentes é uma das causas da chuva ácida.

Floresta de pinheiros na Alemanha danificada pela poluição atmosférica.

FOTO K.-A. LARSSON

Emmanoel Vieira da Silva Filho, Rauda Lúcia Cruz Mariani e John Edmund Lewis Maddock
Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense.

O fenômeno da chuva ácida vem se expandindo desde a Revolução Industrial. Hoje, já é apontado na Europa e nos EUA como responsável pela destruição de florestas, pelo desaparecimento de espécies da flora e da fauna em centenas de rios e lagos, pelo decréscimo na produção agrícola e pela corrosão de monumentos históricos. A chuva ácida causa ainda, de modo mais preocupante, danos à saúde humana, podendo levar à morte, sobretudo crianças e idosos.
Discutiremos aqui algumas hipóteses sobre o impacto de poluentes atmosféricos, alertando para as possíveis conseqüências desastrosas que poderão advir da ampliação desse fenômeno, considerando-se as características ambientais brasileiras e a precária situação social do país.

Problema mundial

Atualmente, o binômio poluição atmosférica/chuva ácida não é privilégio das grandes potências industrializadas. Cidade do México, Caracas, Santiago, São Paulo, Cubatão, Volta Redonda e Rio de Janeiro vivem preocupações semelhantes com o aumento gradativo da poluição atmosférica, verificando-se situações de alerta cada vez mais freqüentes (figura 1).

Por não respeitar fronteiras, a poluição atmosférica tornou-se um problema internacional e a chuva ácida foi discutida pela primeira vez como questão comum a todos na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo (Suécia).

No Brasil, com dimensões continentais e o maior parque industrial da América Latina, já existem evidências dos impactos do binômio poluição atmosférica/chuva ácida e do transporte de longa distância de poluentes entre os estados e além das fronteiras brasileiras.

Chuva ácida

A água que cai sob a forma de chuva sobre os continentes representa cerca de 10% do total da chuva que é evaporada anualmente dos oceanos (505 mil km^3). Essas águas pluviais são a fonte essencial da vida em nosso planeta e a única que dispomos para nossas múltiplas necessidades domésticas, agrícolas e industriais.

Apesar dessa íntima relação de dependência, a atividade econômica do homem tem alterado o regime, as reservas e, alarmantemente, a qualidade das águas. É assim que a injeção crescente de poluentes no meio ambiente vem modificando o equilíbrio atmosférico (ver *Ciência Hoje*, vol. 6, nº 34).

Uma das muitas conseqüências desse desequilíbrio na atmosfera é a chamada chuva ácida, termo usado pela primeira vez, em 1872, pelo cientista inglês Robert Angus Smith para descrever seus estudos sobre poluição do ar nos arredores de Manchester (Inglaterra).

A precipitação (chuva) é um processo natural de limpeza da atmosfera, arrastando e depositando gases, aerossóis, poeira e partículas sobre a superfície terrestre. As reações da umidade e/ou das gotas de chuva suspensas na atmosfera com os óxidos de enxofre e nitrogênio, resultantes da queima de combustíveis fósseis e das atividades industriais, são as principais causas do aumento na acidez das chuvas que, por sua vez, é expressa em unidades de pH (ver "Potencial de hidrogênio").

Química atmosférica e chuva

Emissões naturais de dióxido de enxofre (SO_2) e/ou óxidos de nitrogênio (NO_x) em áreas remotas da Terra podem conferir à chuva pH pouco mais ácido que o natural. Mas, com o crescimento econômico, aumentaram também as emissões de compostos poluentes pelo homem, o que tem tornado as chuvas ainda mais ácidas.

Os principais constituintes da acidez atmosférica são substâncias indicadas a seguir, podendo ter origens natural e antropogênica como: a) CO_2 e o ácido carbônico (H_2CO_3); b) ácidos orgânicos; c) ácidos fortes e seus precursores (H_2SO_4/SO_2, HNO_3/NO_x, HCl/Cl_2)

Apesar dessa lista de compostos capazes de influenciar a acidez das precipitações, os grandes vilões são as emissões antropogênicas de SO_2 e NO_x, resultantes da queima de combustíveis fósseis.

Os processos importantes envolvidos na transformação das emissões de SO_2 e NO_x em compostos ácidos estão ilustrados na figura 2. É importante lembrar que as transformações que geram esses produtos estão intimamente relacionadas a processos químicos na atmosfera que, por sua vez, também produzem poluentes secundários como ozônio e o PAN (peroxiacetilnitrato).

Esses produtos podem ser removidos

da atmosfera por via seca (deposição seca) ou úmida (chuva e neblina). A chuva ácida resulta da incorporação desses produtos ácidos (H_2SO_4 e HNO_3).

Destruição de plantas e florestas

A partir dos anos 70, surgiram os primeiros estudos sobre acidificação de florestas, cultivos e produção de madeiras. Mas foi na Alemanha que pela primeira vez se relacionou a poluição atmosférica com a destruição de florestas. No início dos anos 80, observou-se que mais de 7% das florestas alemãs tinham se deteriorado por causa da deposição de acidez pela via atmosférica.

Os efeitos da acidez sobre plantas devem ser distingüidos em diretos e secundários. O principal efeito direto é a perda de nutrientes como cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), potássio (K^{+}), entre outros elementos, através da superfície das plantas, o que implica perda da alcalinidade, fator importante no processo de neutralização da acidez das precipitações.

Em pesquisa feita no Parque Nacional da Tijuca, mostramos associação entre a redução de acidez na precipitação incidente (da ordem de 10 vezes) e o aumento de até 300% na concentração de cálcio (elemento nutriente limitante do crescimento de plantas em ambientes oligotróficos, depois de atravessar a copa das árvores). Esse fato evidencia que a cobertura foliar atua como 'filtro' na redução da acidez das chuvas.

Outros efeitos diretos da deposição ácida (úmida e seca) sobre a vegetação são lesões necróticas sobre as folhas como a desestruturação das células epidérmicas, cloros e a erosão da cutícula (superfície para o escorrimento do excesso de água que age como barreira protetora contra substâncias tóxicas).

A mobilização de metais pesados é um dos efeitos indiretos. Particular atenção tem sido dada à mobilização do alumínio, elemento fitotóxico que se torna disponível pela acidificação dos solos e seus efeitos sobre espécies vegetais.

Pesquisa realizada no oeste da Alemanha, publicada em 1983 no livro *Effects of accumulation of air pollutants in forest ecosystems* (Dordrecht, D. Reidel Publ. Company), sugere que a deposição ácida tem causado ou contribuído para mudanças na geração e no consumo de acidez (H^{+}), acarretando acidificação dos solos, mobilização do alumínio, mortandade de raízes finas e doenças em árvores.

Já foi demonstrada a relação entre baixo pH da solução do solo e aumento na concentração de íons de alumínio (Al^{+3}), com inibição do desenvolvimento de brotos de leguminosas e redução na atividade das bactérias fixadoras de nitrogênio (*Solution Culture*, vol. 46. pp. 296-311).

Outro aspecto importante do impacto da acidez sobre a vegetação é a agregação de poluentes à neblina que, a exemplo da deposição seca e via chuva, também atua na remoção direta de compostos ácidos da atmosfera. Mas sua característica mais importante é dissolver substâncias ácidas previamente depositadas sobre superfícies, provocando condições agressivas de acidez localizada.

Grande parte do ano, a neblina é baixa o suficiente para cobrir consideráveis áreas florestais de encostas. Experiências estimaram que a razão de deposição de acidez é três ou quatro vezes maior sobre as florestas cobertas por neblina no nordeste dos EUA (*Environmental Science Technology*, vol. 17, nº 7, pp. 294-305, 1983). Na região norte, os cientistas observaram que a neblina cobria as florestas de elevação durante um quarto do ano e que, nesse caso, a média de pH dessa mistura ácida era de 3,5, com alta probabilidade de causar danos diretos à superfície das folhas.

Nos países tropicais, onde a maioria dos solos é pobre em nutrientes e rasos em locais íngremes, a neblina desempenha papel importante no suprimento de nutrientes para a vegetação que aí se instala. Mas pouco se conhece sobre as cacterísticas e os mecanismos de interação entre neblina e vegetação nos trópicos. Estudos feitos pelo Departamento de Geoquímica da UFF, em 1990, no Parque Nacional da Tijuca (RJ) mostraram que a neblina pode conter até o dobro de elementos nutrientes essenciais quando comparada com a chuva e que esses elementos são incorporados diretamente pelas folhas.

Observou-se também que a neblina, a uma altura de 400 metros do solo, cobre a Floresta da Tijuca durante 15% dos dias do ano, percentual que se eleva para 36% (cerca de 80 dias por ano) no caso da neblina a mil metros do chão (em ambas situações, não foram computados os dias de ocorrência parcial do evento). Segundo a pesquisa, a ausência total de neblina só foi observada durante dois dias por mês.

Nas florestas próximas ou dentro dos centros urbanos/industriais, onde a concentração de gases e partículas poluentes é elevada, a neblina atua não só no aporte de nutrientes à vegetação, mas também no transporte desses poluentes. Além disso, ela ajuda na dissolução dos poluentes depositados e favorece as reações de transformação destes em soluções ácidas agressivas à superfície das folhas e dos solos.

Locais	Média	Mínimo	Máximo	Autor	Ano
Rio de Janeiro	4,6	4,2	6,1	Silva Filho	1985
Cubatão		3,7	4,7	M. Nordemann	1988
São Paulo	5,0	2,7	6,3	M. Nordemann	1985
Manaus		4,7	5,7	Stallard & Ed	1981
Niterói	5,5	4,9	7,1	Mello & Motta	1987
Itacuruçá	4,9	3,7	6,6	Pedlowski	1990
Austrália	4,7	4,0	5,4	Galloway	1982
Alaska	4,9	4,7	5,4	Galloway	1982
Venezuela	4,8	4,0	5,4	Galloway	1982
USA	4,1	3,0	5,9	Likens	1977
Grã-Bretanha	4,3			RGAR	1987
Chile	4,9	4,0	7,8	Caceres et al	1981

Figura 1. Valores de pH (potencial de hidrogênio) de chuva de cidades brasileiras comparados com as médias de outras regiões do mundo.

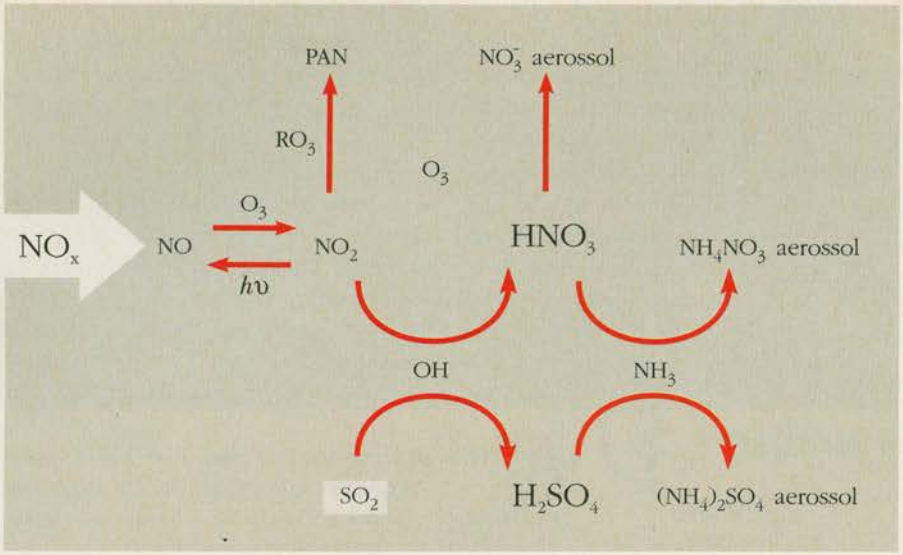


Figura 2. Processos de transformação de SO_2, NO_x e NH_3 na atmosfera.

Acidificação e destruição dos solos

O solo é um dos mais preciosos recursos naturais de um país, definido com toda razão como a 'ponte entre o inanimado e o vivo'. É formado por rochas meteorizadas e decompostas, água, ar, matéria orgânica proveniente de substâncias vegetais e animais putrefeitos e milhares de formas diferentes de vida, sobretudo microrganismos e insetos. Todos esses elementos têm seu papel na manutenção da complexa ecologia de um solo sadio.

Atualmente, além dos graves problemas de desertificação em razão das mudanças climáticas e das técnicas inadequadas de uso dos solos, a acidificação vem agravando seu processo de destruição, principalmente nos trópicos, em função da acidez natural e da baixa capacidade de troca de cátions.

Quando o solo é exposto a deposições ácidas, a neutralização dessa acidez ocorre através da dissolução de carbonatos e minerais silicatados. Nesse processo, íons hidrogênio (H^+) são consumidos e cálcio (Ca^{+2}), potássio (K^+) e magnésio (Mg^{+2}) liberados. Se a acidificação continua, o pH se altera, segundo a natureza da área afetada e da carga do poluente depositado.

Grande parte dos solos no sudeste brasileiro pode ser considerada naturalmente ácida (pH variando de 4,5 a 6,8), com baixa capacidade de troca de cátion (variando de 4 a 17 meq/100g solos), estando entre os mais sensíveis à precipitações ácidas.

Em Cubatão (SP), por exemplo, a deposição de acidez atmosférica destruiu a vegetação nas encostas e desagregou os solos, ocasionando deslizamentos que colocaram em risco os tanques de estocagem de substâncias químicas usadas na produção das indústrias vizinhas.

Além da diminuição do pH do solo, a precipitação ácida acelera a lixiviação do cálcio e do magnésio, nutrientes importantes para cultivos e vegetação natural. A subseqüente perda desses elementos diminui a fertilidade e a produtividade desses solos.

Cátions de metais pesados como cádmio (Cd^{+2}) níquel (Ni^{+2}), chumbo (Pb^{+2}), manganês (Mn^{+2}) e mercúrio (Hg^{+2}) também estão presentes em partículas coloidais nos solos. Quantidades excessivas de íons de hidrogênio, introduzidas no solo pelas precipitações ácidas, podem liberar esses metais através de troca catiônica. Os íons metálicos, mesmo em pequenas quantidades, são tóxicos para plantas e animais e sua mobilização pode afetar irreversivelmente os microrganismos do solo.

Por exemplo, a toxicidade dos íons de alumínio (Al^{+3}) para plantas se torna significativa com um pH menor que 5,0. Esse fato é preocupante, principalmente se considerarmos que cerca de 80% dos solos brasileiros são fortemente dessaturados e marcados pela presença do alumínio em seu complexo de troca, o que normalmente exige uma correção química antes do cultivo.

O transporte do alumínio pela solução do solo está intimamente relacionado ao pH e à presença de complexantes orgânicos. Nesse caso, a deposição atmosférica altera não só o pH da solução do solo, mas também a quantidade de substâncias húmicas que serve como ligantes para os metais, especialmente o Al^{+3}.

Experimentos sobre a mobilidade e impacto da acidez sobre a química do solo e das águas de rios mostraram que os solos onde o ânion sulfato (SO_4^{-2}) é mais móvel são mais susceptíveis à acidificação.

Cátions tóxicos 'mobilizados' nos solos podem eventualmente entrar nos sistemas aquáticos através das chuvas ou via mobilização dos solos para águas subterrâneas, rios e lagos.

Modificação das espécies nos sistemas aquáticos

A maioria dos organismos aquáticos vive geralmente adaptada às condições de neutralidade (pH em torno de 7), podendo suportar pequenas variações para o ácido ou o alcalino. No entanto, ficou evidenciado que eles não conseguem sobreviver em um meio com pH inferior a 5,0 ou superior a 9,0.

Para os peixes, os efeitos da acidificação podem ser notados pela modificação (número, tamanho e idade) das espécies. Há lagos no Canadá, por exemplo, em que, desde 1970, toda a população de peixes foi extinta. Pesquisadores canadenses compararam o pH e a presença de peixes em 217 lagos a 610 metros acima do nível do mar. Cerca de 50% desses lagos apresentava pH abaixo de 5,0, sendo que 90% dessa metade não tinham peixes. O estudo mostrou ainda que em lagos acidificados, onde ainda há peixes, sua diversidade foi muito reduzida. Só algumas espécies sobrevivem em pH menor que 5,0.

A larva do peixe é ainda mais susceptível aos efeitos da acidificação. Foram feitos testes com larvas em meios com pH 4,2, 5,0 e 6,8, mostrando, respectivamente, 97%, 26% e 17% de mortandade.

O Conselho Nacional de Pesquisas do Canadá sugere que a chuva ácida foi a causa da acidificação de lagos na Noruega

e conseqüentemente do desaparecimento das trutas.

A acidificação de ambientes aquáticos é um processo lento, porém contínuo. Os efeitos dessa acidificação já podem ser notados mesmo em uma faixa próxima de pH 6,0 pelas alterações biogeoquímicas na complexa cadeia alimentar. Muitas espécies de fitoplânctons e zooplânctons são altamente sensíveis à acidificação, não sobrevivendo em águas acidificadas (pH abaixo de 6,0). Essa situação favorece o florescimento de espécies tóxicas para os consumidores (peixes que se alimentam diretamente do fito e zooplâncton), podendo levar à mortalidade de peixes, mesmo em uma faixa de pH aceitável.

Pesquisadores do Departamento de Geoquímica da UFF e da Universidade Federal do Rio de Janeiro observaram recentemente o aparecimento dessas espécies tóxicas nas barragens que armazenam água para tratamento e abastecimento da cidade do Rio de Janeiro (*Revista da Sociedade Brasileira de Toxicologia*, vol. 4, supl. 2, p. 42, 1991). O mesmo fenômeno foi observado pouco antes da mortandade de peixes na Lagoa da Barra, em novembro de 1990 e fevereiro de 1991.

O grande acúmulo de folhas e outros fragmentos orgânicos, notado com freqüência nos fundos dos lagos acidificados, indica redução no processo de decomposição microbiológica. Esse decréscimo na taxa de decomposição irá reduzir a fertilidade do ecossistema aquático e diminuir a capacidade de manutenção da fauna e da flora.

Além disso, o decréscimo no pH pode elevar a concentração de íons metálicos como Al^{+3}, Fe^{+3}, Hg^{+2}, Pb^{+2} e Cd^{+2} através da formação de complexos, aumentando assim sua biodisponibilidade e conseqüentemente a toxidez do meio.

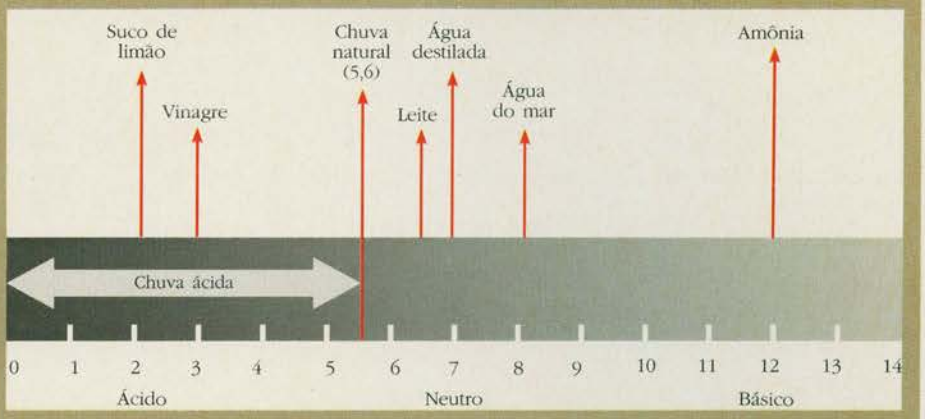
Vários autores reportam a correlação entre lagos acidificados e o teor de mercúrio em peixes. A diminuição de pH favorece a formação de metilmercúrio (forma estável, solúvel e prontamente assimilável por organismos). Recentemente, foram medidas formas de mercúrio metilado em sedimentos de mangue da Baía de Sepetiba (RJ) que foram provavelmente transferidas através da cadeia alimentar (*Applied Organometallic Chemistry*, vol. 6, pp. 221-228).

Potencial de Hidrogênio

O pH (sigla para potencial de hidrogênio) é o parâmetro que mede o índice de acidez ou alcalinidade de uma solução, representando, através de uma escala logarítmica de aproximadamente 0 a 14, a quantidade de íons hidrogênio (H^+) da solução.

A chuva que apresenta pH menor que 5,65 (característico do equilíbrio entre o CO_2 atmosférico e a água pura) é chamada chuva ácida. Entretanto, estudos mostram que o limite mínimo observado para o pH natural da chuva em regiões marinhas e continentais é 5,0 (*Journal of Geophysics Research*, vol. 87, pp. 8.771-86, 1982).

A natureza logarítmica da escala de pH revela a preocupação que se deve ter com variações relativamente pequenas no pH das águas naturais. Exemplo: o pH 4,0 é 10 vezes mais ácido que o pH 5,0 e 100 vezes mais ácido que o pH 6,0 e assim sucessivamente.



Escala logarítmica do pH (potencial de hidrogênio).

Deterioração de edificações e monumentos

A deterioração de momumentos históricos e estátuas tem sido acelerada pelo aumento indiscriminado dos óxidos de enxofre (SO_x) na atmosfera. Vladimir Kucera, Swedish Corrosion Institute, no livro *Acidification in Tropical Countries* (Chichester, John Willey & Sons, 1988), sugere que o aumento na acidez da chuva seja o principal responsável.

O processo destrutivo depende de muitos fatores: o passado histórico do monumento, a captura e a natureza dos poluentes, e a freqüência de algumas condições microclimáticas, particularmente no que se refere ao suprimento de água (chuva e neblina) necessário às reações químicas (ver 'Conservando a história', *Ciência Hoje*, nº 90).

A chuva ácida age nas pedras e nos mármores pela dissolução do carbonato de cálcio e magnésio, criando uma crosta de sulfato de cálcio e/ou magnésio, substâncias solúveis em água.

Com a continuidade das chuvas, essa crosta é lavada lentamente, mas de modo contínuo, dissolvendo a estrutura. Materiais como granito, gneiss e tipos de arenitos, que não têm carbonato de cálcio ou magnésio, geralmente são mais resistentes à chuva ácida, porém argamassa de concreto, usada como ligante em construções, é extremamente sensível à precipitação ácida.

Em áreas urbanas, a deposição seca na superfície do monumento pode ser 10 vezes maior se comparada com a quantidade de poluentes atmosféricos carreados pela chuva. Assim, a concentração dos íons H^+ na chuva é um fator de importância secundária em comparação com a deposição seca. Estudos feitos com intemperismo, simulado com água destilada em períodos de seca, mostram que, mesmo nessas condições, ocorrem alterações na superfície dos monumentos (*The Science of the Total Environment*, vol. 40, pp. 125-139, 1984).

A deterioração dos monumentos depende da agressividade da solução que os envolve e dos diferentes processos de

deposição. A ocorrência de neblina, por exemplo, onde a quantidade de material em suspensão no ar é alta, pode ser mais agressiva que eventos de chuva ácida, mesmo que intensos ou intermitentes. Por exemplo, na restauração do Cristo Redentor, construído há apenas 60 anos, foi necessário um revestimento com silicone especial para proteger a nova junção de cimento entre os blocos de pedra-sabão. Isso evitaria a penetração de substâncias ácidas que destroem o ligante, além da corrosão da estrutura interna da estátua. Apesar dos efeitos causados pela maresia, a ocorrência constante de neblinas naquela região aumenta substancialmente os efeitos nocivos da deposição ácida.

A chuva ácida também promove a corrosão de metais, particularmente do ferro e das suas ligas (figura 3). Os íons H^+, provenientes da precipitação ácida, agem como receptores dos elétrons liberados pelos metais. A dissolução da cobertura protetora da superfície desses metais pode também acelerar a corrosão. Em 1991, a Eletropaulo (Companhia de Eletricidade de São Paulo) calculou um prejuízo de US$ 2,2 milhões por ano por causa da corrosão em seus equipamentos causada pelos ácidos sulfúrico e nítrico da atmosfera.

Em contato com a chuva ácida, até mesmo a água potável, anteriormente estocada em tanques e pipas, pode passar a ter íons de metais pesados, elementos provenientes do contato da água armazenada com a estrutura metálica desses recipientes.

Recentemente, foi divulgado com preocupação o vazamento de grandes quantidades de combustível dos tanques de estocagem dos postos de gasolina para as galerias e os bueiros de escoamento de águas pluviais nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Uma das hipóteses para explicar a corrosão desses reservatórios foi a acidez do solo.

Transporte atmosférico de poluentes

Alguns poluentes permanecem na atmosfera por períodos relativamente longos, durante os quais são transportados. Dependendo das condições meteorológicas, eles podem ser arrastados por centenas de quilômetros. O tempo de residência médio dos óxidos de enxofre na atmosfera varia de um a três dias. Para os óxidos de nitrogênio (NO_x), esse período chega a cinco dias (*Environmental Pollution*, vol. 50, pp. 29-59, 1988).

Há vários exemplos de transporte atmosférico mostrando que a distância percorrida pelo poluente pode chegar a cerca de mil quilômetros, tendo como ponto de referência o local do início da deposição na superfície terrestre. Por exemplo, 56% do enxofre depositado na Suécia e na Noruega vêm das regiões industrializadas no norte da Europa. A chuva que cai sobre áreas remotas do Canadá tem poluentes originados de indústrias dos EUA.

Embora grandes quantidades de óxidos de enxofre e nitrogênio venham sendo jogadas na atmosfera desde a Revolução Industrial, especialmente nos últimos 30 anos, só a partir dos anos 70 é que a chuva ácida foi reconhecida como um problema a ser enfrentado pela comunidade internacional.

Alguns pesquisadores alertam para o fato de que o controle tecnológico para reduzir a poluição atmosférica nas vizinhanças das fontes poluidoras tem aumentado sensivelmente o problema. Os poluentes, lançados por chaminés grandes, ocupam um faixa entre 150 e 600 metros do chão. Ventos persistentes arrastam esses gases por longas distâncias, fazendo com que a chuva ácida só ocorra a centenas ou milhares de quilômetros do local.

Aproximadamente 90% das chuvas no Rio de Janeiro são originárias de frentes frias. A partir disso, levantou-se a hipótese de os gases poluentes, produzidos principalmente por indústrias no Vale do Paraíba (SP), serem agregados e transportados por essas frentes e depositados sobre o Rio de Janeiro.

Recentemente, o Uruguai, baseado nas leis de direito internacional, questionou o governo brasileiro sobre prováveis danos causados a pastagens de gado por causa das chuvas ácidas que se originam dos gases de enxofre liberados para a atmosfera pela termoelétrica de Candiota (RS), situada na fronteira entre os dois países (ver *Ciência Hoje*, vol. 12, nº 68).

Efeitos sobre a saúde humana

Atualmente no Brasil descrever os efeitos fisiológicos de um poluente do ar sobre a saúde humana é tarefa quase impossível. Isso ocorre em função da carência de um sistema de saúde eficiente, das deficiências alimentares e da 'sopa' de poluentes a que as pessoas estão submetidas, principalmente nas grandes cidades.

É importante observar que os gases produtores de acidez (SO_x e NO_x), quando suspensos na atmosfera, geram poluentes nocivos à saúde (ozônio, peroxiacetilnitrato etc.) e/ou sensibilizam os organismos, criando condições para instalação de doenças.

Estudos epidemiológicos e experimentos em países desenvolvidos mostram que os efeitos de um poluente atmosférico sobre a saúde vão desde irritação dos olhos, da pele e das vias respiratórias até o aumento da susceptibilidade a infecções e a maior incidência de câncer de pulmão e outros órgãos.

No Rio de Janeiro, o sistema rio Paraíba do Sul/Guandu, depois de receber despejos industriais e até rejeitos de mercúrio de garimpo, serve como ponto de captação de água para abastecimento público. A modificação do pH de suas águas (via deposição de acidez, por exemplo) aumenta a disponibilidade dos metais pesados que, não retirados no tratamento, possivelmente chegam às torneiras. A

TAXA DE CORROSÃO

MATERIAL	ATM RURAL	ATM URBANA	PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
aço carbono	8 m/ano	30 m/ano	8 anos
aço galvanizado	0,8 m/ano	5 m/ano	8 anos
cobre	0,6 m/ano	1,0 m/ano	8 anos
aço níquel/cromo	10,0 m/ano	18,0 m/ano	12 anos

FONTE: KUCERA (1988).

Figura 3

concentração desses íons metálicos pode ser aumentada ainda mais pela corrosão das tubulações e dos tanques de metal.

Durante o *smog* londrino, em 1952, as autoridades decidiram pela primeira vez controlar drasticamente as fontes emissoras ao associarem a poluição do ar à morte de cerca de 4 mil pessoas. Uma das medidas de controle foi a proibição da queima de carvão em lareiras.

No Brasil, Cubatão (SP) foi manchete no mundo inteiro pelos altos níveis de asma entre as crianças (ver *Ciência Hoje*, vol. 1, nº 1). Lá os índices chegaram a 38%, contra os 4% observados em outras regiões do mundo. Ainda hoje, o número de problemas respiratórios é 55% maior do que em outros locais do Brasil. Esses percentuais mostram o volume de poluentes lançados na atmosfera, fato agravado pela localização geográfica de Cubatão, entre montanhas, favorecendo a formação de neblina e efeitos de inversão térmica que concentram poluentes, o que impede a dispersão atmosférica pelo lento aquecimento das camadas de ar próximas à superfície (figura 4).

O estado do Rio de Janeiro, apesar de concentrar um número bem menor de indústrias e automóveis, vive os problemas de poluição atmosférica de São Paulo, não só por importar poluentes daquele estado, mas também por sua topografia e seu clima, que confinam e limitam a dispersão dos poluentes, sobretudo no outono/inverno. É justamente nessa época que aumenta o número de atendimento de pessoas com problemas respiratórios, alérgicos, entre outros, especialmente de crianças e idosos.

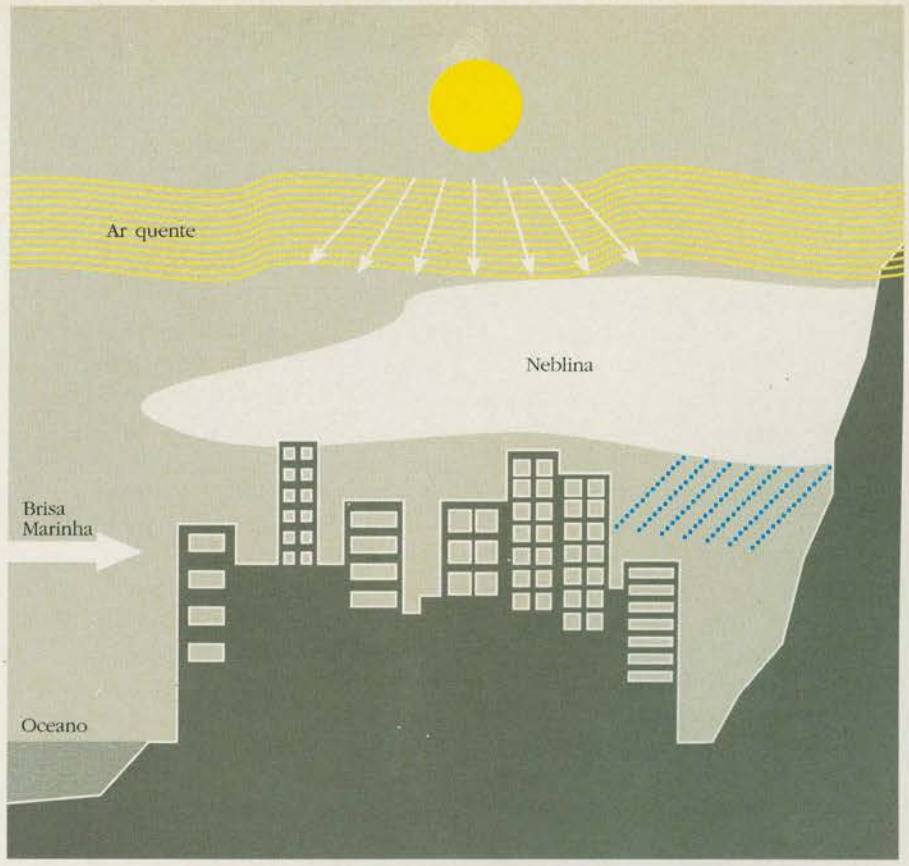


Figura 4. Diagrama esquemático mostrando inversão de temperatura e problemas com a dispersão de poluentes.

Conclusões

O Brasil, em junho de 1992, sediou a mais importante reunião mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento (Eco-92). Um dos temas mais polêmicos desse encontro foi sem dúvida a relação entre emissão atmosférica de gases poluentes e mudanças climáticas globais. A única certeza é que cada país desenvolva técnicas que reduzam localmente suas emissões. Nesse aspecto, os benefícios do desenvolvimento de poucos poderão causar o prejuízo de todos.

O Brasil tem alternativas como o gás natural e o álcool de cana-de-açúcar, combustível renovável que deveria ser melhor estudado e desenvolvido para servir como alternativa ao petróleo, cujo futuro não parece muito animador. Nesse particular, o atual governo brasileiro está na contramão da história: além de deseqüalizar o preço dos combustíveis — barateando-o em grandes centros congestionados, próximos às refinarias —, adotou uma fórmula para o programa do álcool que beneficia empresários retrógrados, gerando assim incertezas até mesmo para seus usuários.

Apesar de uma legislação desenvolvida, falta para o Brasil fiscalização, planejamento, estatísticas médico-sanitárias que harmonizem as atividades urbano-industriais. Atualmente, o único fator moderador de emissões no Brasil é a profunda recessão econômica a que o país está submetido.

A deposição de acidez via atmosfera é um processo contínuo e crescente que já apresenta efeitos visíveis no Brasil. Porém, o mais importante é que esse processo pode estar afetando ecossistemas e sobretudo levando o organismo humano a diminuir suas defesas (*stress*), tornando-o susceptível a infecções, alergia e doenças.

Sugestões para leitura

HERRERA R. e ROHE H., *Acidification in tropical countries*. Chichester, John Wiley, 1988.

IRWING J. G. e WILLIAMS M. L., "Acid rain: chemistry and transport", *Environmental Pollution*, v. 50, 1988, pp.29-59.

OVALLE A. R. C. e SILVA FILHO E. V., "Acid precipitation research in Brazil. *In* James W. S. Longhurst (ed.) *Acid Deposition: origens, impacts and abatement strategires*. Sprieger-Verlag, 1991, pp. 51-59.

SEWELL G. H. *Administração e controle da qualidade ambiental*, São Paulo, Universidade de São Paulo/Cetesb, 1978.

EDIÇÃO DE TEXTO Cassio Leite Vieira

Grevy • Conti

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.

FINEP
FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

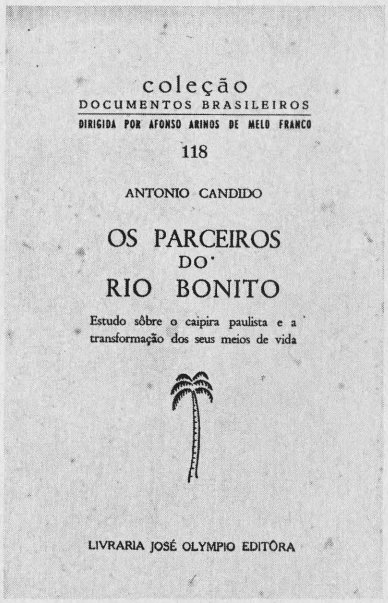
BRASIL
UNIÃO DE TODOS

ANTONIO CANDIDO

Os vários mundos de um humanista

Antonio Candido de Mello e Souza, ou simplesmente, como é por todos mais conhecido, Antonio Candido, espírito inovador tanto na pesquisa sociológica quanto na crítica literária, considera-se apenas 'visceralmente professor'.

Iniciou sua carreira universitária na Universidade de São Paulo, a convite de Fernando de Azevedo, como professor assistente da cadeira de sociologia.



Sua renomada tese Os Parceiros do Rio Bonito **é o feliz cumprimento de um compromisso acadêmico. Porém, ainda aluno do terceiro ano da Faculdade de Filosofia, já enveredara pelos caminhos da crítica literária escrevendo em jornais. Como ele mesmo reconhece "senti que as ciências sociais e a filosofia eram uma boa base e nunca me arrependi de as ter escolhido como curso". A colaboração na recém-criada revista** Clima **foi definitiva em sua passagem para o campo das letras, que se efetiva integralmente com a ida para lecionar literatura brasileira na também recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Assis. Volta à USP, em 1961, para inaugurar uma disciplina que, por sua proposta, se denominou teoria literária e literatura comparada.**

Autor do clássico Formação da literatura brasileira, **Antonio Candido é acima de tudo um humanista, um homem de vários mundos. Ele fala, nesta edição aos leitores de** Ciência Hoje, **de suas raízes, de suas leituras e preferências, de seus professores, amigos e companheiros, de suas opções políticas. O fio condutor de sua vida foi como ele próprio nos diz "a busca de um modo aberto e integrativo que passa por cima das divisões acadêmicas para chegar a um ponto de vista coerente".**

Entrevista concedida a Gilberto Velho e Yonne Leite (Museu Nacional, UFRJ).

Na página ao lado, Gilda e Antonio Candido de Mello e Souza nos anos de 1980.

FOTO MADALENA SCHWARTZ

"Cresci numa casa onde havia essa coisa curiosa: meu pai e minha mãe tinham cada um a sua biblioteca."

G.V. – No seu modo de ver, hoje, o que foi importante para a sua formação no período anterior à universidade?
Eu diria que a minha formação foi irregular, mas produtiva. Olhando de hoje, penso que a coisa mais importante foi, sem dúvida, a minha família. Para o tipo de vida que levei, tive os pais ideais.

Sou filho de um médico estudioso e dedicado à profissão, mas com grandes interesses para o lado da filosofia, da história e da literatura, e de uma mãe que teve apenas a instrução sumária dos colégios de freiras daquele tempo, mas era muito inteligente e culta.

Cresci numa casa onde havia essa coisa curiosa: meu pai e minha mãe tinham cada um a sua biblioteca. Era uma casa cheia de livros, muitos com belas encadernações, e cresci no meio deles. Meu pai tinha traços curiosos de educador que só entendi mais tarde, porque nem sempre formulava os seus intuitos, embora criasse uma atmosfera de ordem e disciplina. Por exemplo: um belo dia, quando eu tinha mais ou menos nove anos, meu irmão do meio sete e o caçula seis, ele nos deu os dois volumes alentados do *Larousse Universel*, dizendo: "brinquem com isto". E nós começamos a brincar, a ver as pranchas coloridas com mapas, uniformes, mamíferos, répteis, borboletas, peixes etc. Como eu queria entender, fui me esforçando, perguntando a minha mãe e percebendo pouco a pouco, no meio de erros e acertos.

Depois de passar um ano colorindo perucas de personagens históricos, pondo bigodes em imperadores romanos, cavanhaque em Luís XIV e coisas assim, tínhamos adquirido bastante familiaridade com muitos verbetes e aprendido um pouco de francês, reforçado pelas lições de minha mãe com o método Berlitz.

Pela mesma altura meu pai nos deu de surpresa os 18 volumes do *Tesouro da Juventude*, manancial que chegou numa noite de chuva em carro de bois, vindo da estação ferroviária mais próxima, numa cidade vizinha. Era esse o método dele. De noite, antes de ir para o escritório estudar, nos lia em voz alta trechos que achava adequados.

Quando eu tinha pouco mais de 10 anos, leu a descrição do país que abre o *D. João VI no Brasil*, de Oliveira Lima, historiador que admirava. A seguir leu e explicou grande parte d'*Os sertões* e a *História da guerra do Paraguai*, de Jourdan. Mais tarde, quando já entendíamos bem francês, leu o *Aiglon*, de Edmond Rostand, que na mocidade vira representado em Paris por Sarah Bernhardt, e poemas de Baudelaire.

Uma vez, conversando com Florestan Fernandes, amigo pelo qual tenho uma admiração sem limites, eu disse a ele: "o que você fez na vida tem um mérito enorme, por causa das dificuldades que enfrentou". (Ele tem contado em mais de uma ocasião, não é segredo para ninguém, a vida duríssima que teve na infância e na adolescência, como poucas pessoas vitoriosas tiveram.) "Enquanto que o que eu fiz foi de pouco mérito, à vista das facilidades que tive."

G.V. – Nessa fase que você mencionou, onde morava sua família?
Nós moramos primeiro, até 1928, numa cidade do sudoeste de Minas, Cássia, que antes foi Santa Rita de Cássia e para mim continua sendo 'Santa Rita'. Eu a considero a minha terra, porque fui para lá com oito meses.

Meu pai clinicava no Rio e tinha a aspiração de fazer concurso para professor da Faculdade de Medicina onde se formou. Mas era de saúde delicada e não agüentava o calor, de modo que foi para Cássia, sua terra natal, e naquela pequena cidade formou-se a ilha que era a nossa casa.

Quando eu tinha 10 anos e pouco aconteceu o fato talvez mais importante da minha vida: meu pai foi contratado pelo governo de Minas para organizar e dirigir os novos serviços termais de Poços de Caldas. Era uma renovação monumental que o governo mineiro estava fazendo, para transformar Poços numa das melhores estações balneárias do mundo, o que conseguiu.

Meu pai foi agente decisivo nesse processo, tendo dirigido os serviços termais de 1930 a 1936, mas achou que antes de assumir precisava se especializar, e fomos para a Europa, onde ele já tinha passado um ano depois de formado, de 1911 a 1912. Fomos e lá ficamos, do fim de 1928 ao fim de 1929, 12 meses que foram decisivos para a minha formação cultural.

Eu era um menino precoce e curioso e meu pai nos confiou a uma professora que lhe haviam indicado e teve grande influência sobre mim: mademoiselle Marie Rohlfs de Sussex, cujos antepassados eram ingleses. Três vezes por semana essa senhora ficava conosco das duas às cinco da tarde, ensinando francês e história.

A partir de certa altura, passou a se ocupar conosco também aos sábados, levando-nos (o que minha mãe também fazia) a museus, igrejas, instituições ou, às vezes, às matinês da Comédie Française, tendo antes explicado os textos, de maneira acessível à nossa idade. Para nós foi uma coisa extraordinária. Dominei logo o francês, porque já sabia alguma coisa, como disse, e porque meus pais o falavam perfeitamente. Minha mãe era de uma família do Rio bastante afrancesada, como era freqüente na classe média carioca daquele tempo. Com essa impregnação forte e a estadia na França, fiquei mais ou menos bilíngüe, o que foi ótimo.

G.V. – E as escolas que você freqüentou?
Salvo uns três meses num curso primário em Cássia, não freqüentei nenhuma. Minha mãe era absorvente e superprotetora, e não me deixou ir para a escola elementar. Como era bem aparelhada, me ensinou tudo: ler, escrever, aritmética, geografia,

história, um pouco de francês. Quando voltamos da Europa, fomos morar em Poços de Caldas, estação termal cheia de forasteiros, com muito mais recursos culturais, inclusive uma livraria notável, que vendia livros franceses e ingleses, além dos brasileiros. Foi ela a única, em toda a minha vida, onde vi à venda o raríssimo *Serafim Ponte Grande*, de Oswald de Andrade, cuja tiragem foi mínima e quase não circulou.

Em Poços fiz o quinto ano primário, que era facultativo e se chamava 'curso de admissão' (ao ginásio). Eu o fiz com uma professora de alta categoria, a segunda mulher, sem contar minha mãe, que teve influência marcada na minha vida cultural. Chamava-se dona Maria Ovídia Junqueira, era muito instruída, protestante, de formação norte-americana. Graças a ela comecei a ler a Bíblia e tive contato com a língua inglesa. Ela tinha uma biblioteca excelente, onde pela primeira vez vi no original as obras de Shakespeare, Dickens, Thackeray. Essa senhora continuou sendo minha professora no ginásio, e quando acabei este já lia mais ou menos bem os textos em inglês.

Há ainda uma terceira mulher, que não foi minha professora mas me ensinou muita coisa, dona Teresinha Carini Rocchi, cuja biografia escrevi. Era uma velha militante socialista italiana, que foi parar em Poços em 1910 e lá ficou, tornando-se grande amiga de minha mãe. Ela me iniciou no mundo da cultura italiana além de contribuir para o meu interesse pelo socialismo. Cantávamos juntos canções e trechos de ópera, ela me fez ler muitos autores italianos cujos livros me dava e em geral falava italiano comigo. Aí está, mais ou menos, o resumo do que considero a base da minha vida intelectual.

G.V. – Depois do ginásio em Poços de Caldas, como prosseguiram seus estudos?
O Ginásio Municipal de Poços de Caldas fechou quando eu tinha terminado o quarto ano. Passou para os irmãos maristas, e eles recusaram alunos além do primeiro ginasial. Terminei o secundário em condições precárias no ginásio estadual de uma cidade vizinha, São João da Boa Vista, no estado de São Paulo. Ia lá uma semana, falhava outra, fazia exame, voltava, ia de novo. Mas tive nele um professor notável de história natural, um médico, dr. Joaquim José de Oliveira Neto, de quem fiquei amigo para sempre. Ele tinha uma bela biblioteca, sobretudo de autores franceses. Foi quem me revelou as novas revistas literárias francesas e americanas e a *Bibliothèque de la Pléiade*, que era novidade. Este relato esclarece porque digo que a minha formação foi irregular, e assim continuou pela vida afora.

Os pais, Clarisse e Aristides de Mello e Souza, viajando para a Europa em 1928.

Meu pai quis que eu fosse médico e eu, sem vontade, vim para São Paulo, prestar exames para a segunda seção do Colégio Universitário, que dava acesso à Faculdade de Medicina. Graças a Deus fui reprovado.

Meu pai insistiu e fiquei um ano num pré-médico particular para tentar no ano seguinte, mas quando chegou a hora tive um gesto de independência: tirei meus papéis da Faculdade de Medicina, me inscrevi na de Filosofia e telefonei a meu pai, esperando uma reação violenta. Mas ele disse, sem hesitar: "você fez muito bem. Se esta é mesmo a sua vocação, fez muito bem e vai poder realizar uma parte de seu pai que não pôde ser realizada, porque você sabe o gosto que tenho pela filosofia e a literatura. Mas só peço um favor: (qualquer favor que ele pedisse eu faria) faça também o curso de direito, porque só com filosofia você vai morrer de fome" Então entrei para a primeira seção do Colégio Universitário, que funcionava na Faculdade de Direito e dava acesso, depois de dois anos, aos vestibulares dela e da de Filosofia, e esses dois anos foram muito importantes, inclusive porque permitiram sanar lacunas do secundário. O Colégio Universitário era uma ótima instituição, que não durou muito.

G.V. – Os professores do Colégio Universitário eram os mesmos da USP?
Não. Formavam um corpo especial, mas as aulas eram nas faculdades. O nome completo era Colégio Universitário Anexo à Universidade de São Paulo, com cinco seções, conforme a especialidade em vista. Nele estudei muito e tive alguns professores excelentes, como Antonio de Sales Campos em história da literatura, José de Castro Nery em história da filosofia, Aroldo de Azevedo em geografia humana, João Batista Damasco Pena em psicologia. Este ficou meu amigo e me deu ótimos conselhos de orientação bibliográfica. No começo de 1939 fiz vestibular para as duas faculdades, Direito e Filosofia, e entrei em ambas.

G.V. – E se formou pelas duas?
Não, só pela de Filosofia. Fiz o curso de direito até o quinto ano – com pouca assiduidade a partir do quarto, quando fui nomeado assistente da de Filosofia –, mas casei no dia do exame final, deixei para segunda época e acabei não comparecendo, de modo que não sou bacharel.

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

Formatura na Faculdade de Filosofia da USP, em janeiro de 1942. Antonio Candido é o primeiro à esquerda.

Mas tenho apego pela Faculdade de Direito, onde me iniciei na militância política, que não havia na de Filosofia, recente, com professores estrangeiros e muita moça. Moça naquele tempo não fazia política.

G.V. – A militância na Faculdade de Direito de São Paulo é histórica.
É histórica. Aquele momento era de luta contra o Estado Novo e a Faculdade de Direito se destacou pela combatividade dos estudantes. Eu me considero oriundo das duas faculdades, mas a importância decisiva foi da de Filosofia e seus professores estrangeiros. Nela escolhi o curso de ciências sociais. Estávamos num decênio muito político para os intelectuais, o de 1930, e tudo nele era 'social': o romance, o incremento dos estudos brasileiros, a opção direita-esquerda, o impacto da obra de Gilberto Freyre e logo a seguir das de Sergio Buarque de Holanda, Caio Prado Júnior, Artur Ramos, além das grandes coleções que abriam horizontes, como a *Brasiliana*, fundada por Fernando de Azevedo na Companhia Editora Nacional e a Biblioteca de Divulgação Científica, da Civilização Brasileira. Outro motivo para a escolha das ciências sociais foi que naquele momento eu já tinha interesse pelo socialismo e pensava que a sociologia me levaria a conhecê-lo melhor.

G.V. – Quais foram os primeiros autores que você leu?
Em matéria de socialismo, creio que a primeira coisa importante que li foi um resumo do *Capital*, por Gabriel Deville, que os entendidos dizem ser muito fraco. Isto foi ali por 1933. Depois li, sempre em traduções para o português, o *Anti-Dühring*, de Engels, e um livro de grande impacto na minha geração: *A história do socialismo e das lutas sociais*, de Max Beer. Isto foi em 1934 e 1935 e este último foi importantíssimo para nós.

G.V. – Algo como, para a minha geração, Sweezy e Huberman?
Provavelmente. Outro livro que me impressionou na época foi *A evolução política do Brasil*, de Caio Prado Jr., por ser uma interpretação materialista da história brasileira. Li também muitos livros de direita, como os de Azevedo Amaral, Otávio de Faria e os integralistas, mas assumindo posição crítica, porque minha adesão afetiva, mesmo vaga, foi sempre para o lado socialista.

Um livro que me ajudou a entender aquele momento brasileiro foi *O sentido do tenentismo*, de Virgínio Santa Rosa, ex-integralista. Meu pai tinha muitos livros sobre política, brasileira e européia, inclusive sobre a Rússia, alguns do tempo da revolução bolchevista que hoje são preciosidades, como biografias da primeira hora de Lenin e Trotski, polêmicas de Kautski e Landau-Aldanov. Sempre se manteve atualizado neste campo, porque era um liberal com muita curiosidade pela esquerda.

G.V. – E como eram os professores da Faculdade de Filosofia? Era um ambiente pró-socialista?
Não. A faculdade favoreceu uma atmosfera de crítica social que acabou sendo um avanço sobre o que era o ambiente dos professores universitários. Mas pró-socialista, não. Havia professores conservadores e outros simpáticos à frente das esquerdas, que predominou em certo momento na França dos anos 30. Mas creio que os toques ideológicos só apareciam no ensino e sobretudo nas conversas do professor que mais influiu em nosso grupo. Chamava-se Jean Maugüé e morreu no ano atrasado na França com 86 anos. Era um espírito inconformado que não fez carreira, foi oficial combatente em 1944-45 nas tropas da França Livre, virou diplomata depois da guerra, saiu da diplomacia e voltou ao ensino como simples professor de liceu. Ele nos dava história da filosofia, e era o que se pode chamar um marxista aberto, que puxava tudo para o lado do social: idéias, cinema, arte, literatura. Foi um grande professor, dos maiores que conheci, e nos inspirou de maneira profunda.

"A idéia antropológica de cultura, implicando as idéias de totalidade e organicidade influiu na minha maneira de analisar as obras literárias."

Durante o curso de ciências sociais percebi que meu interesse maior era pela literatura, inclusive porque comecei a escrever artigos de crítica literária quando estava no terceiro ano. Senti que as ciências sociais e a filosofia eram uma boa base e nunca me arrependi de as ter escolhido como curso, mas que não queria ser sociólogo nem filósofo.

Decidi então que quando me formasse iria fazer um doutorado em literatura, o que era permitido no tempo: você podia se formar em ciências sociais e fazer doutorado em letras, e vice-versa. Como naquela época o meu interesse dominante era pelos autores franceses, pensei em estudar um deles e falei a respeito com o professor de literatura francesa, que concordou em me orientar. Mas no dia da formatura, em janeiro de 1942, o paraninfo, Fernando de Azevedo, que era também diretor da Faculdade, comunicou que esta tinha tido finalmente o seu regimento aprovado. Ora, segundo este regimento quem cursasse uma seção não poderia fazer o doutorado fora dela, e isso cortou a minha veleidade.

Dali a dois meses morreu meu pai, profissional liberal que ganhava muito bem mas não tinha outra fonte de renda, e assim aos 23 anos passei com minha família da abastança ao maior aperto. Nessas condições, não podia mais me dar ao luxo de escolher o que preferia, e como Fernando de Azevedo me convidou para ser seu assistente em sociologia, aceitei, porque tinha necessidade financeira. Não fosse isso, talvez não tivesse aceitado.

G.V. – Isto é realmente extraordinário. Por muito pouco você poderia ter ido para a literatura francesa.

O que eu queria mesmo era passar para literatura, e pensei primeiro na francesa, mas creio que acabaria de volta à brasileira. Naquela altura tinha acontecido uma coisa importante na vida do nosso grupo, que foi a fundação da revista *Clima*. Quem teve a idéia de fundá-la foi o nosso amigo Alfredo Mesquita, que já era escritor conhecido e tinha uns 10 anos mais do que nós. Ele imaginou essa revista junto com Lourival Gomes Machado, nosso companheiro e jovem assistente de política na Faculdade.

Eram as férias, eu estava em Poços de Caldas e eles escreveram comunicando o projeto e me atribuindo a crítica de livros. Respondi assustado, dizendo que nunca tinha escrito nada e não podia aceitar. Ambos insistiram e aí me animei.

Fiquei com a crítica literária, Decio de Almeida Prado com a de teatro, Paulo Emilio Salles Gomes com a de cinema, Antônio Branco Lefèvre com a de música, Lourival Gomes Machado com a de artes plásticas, Roberto Pinto de Sousa com economia e direito, Marcelo Damy de Sousa Santos com ciência.

G.V. – Quando você se tornou assistente de sociologia, já estava portanto engajado na crítica literária.

Já estava escrevendo em *Clima*. E vi que aquela era a minha vocação. Aliás, muitos amigos me diziam: "você tem jeito é para isso". Repito que aceitei o cargo de assistente de sociologia devido às circunstâncias.

G.V. – É interessante, porque, primeiro, você tem fama de ter sido um excelente professor de sociologia. Além disso, a sua tese de doutorado em sociologia, Os Parceiros do Rio Bonito, *é considerada um clássico e até hoje é regularmente indicada. Saber dessa sua adesão à literatura e de uma certa reserva em relação à sociologia não deixa de ser curioso. Como vê* Os Parceiros do Rio Bonito *hoje?*

No fundo, não sabemos ver direito a nós mesmos e o que escrevemos. O julgamento cabe a vocês. A minha resposta é que eu não desgostava das ciências sociais e a certa altura passei a gostar mais de antropologia que de sociologia, mas gostava muito mais de literatura. Eu me sentia à vontade sobretudo na antropologia social dos ingleses, e tenho a impressão (vocês dirão se estou certo) que *Os Parceiros do Rio Bonito* é mais um livro de antropólogo que de sociólogo. Mas a sociologia foi fundamental na minha formação, na medida em que condicionou a minha visão da sociedade e a minha reflexão política.

G.V. – Você teve um curso de antropologia, ou estudou por conta própria?

A disciplina de antropologia foi criada logo depois que me formei, e eu a escolhi como uma das subsidiárias de doutorado, participando do seminário dirigido pelo primeiro professor da matéria em nossa Faculdade, Emílio Willems. Ele nos reunia uma vez por semana das quatro da tarde às seis e meia ou sete: Gioconda Mussolini, Egon Schaden, José Francisco de Camargo e eu. Todas as semanas fazíamos relatórios de leitura e sob a direção de Emílio Willems li Radcliffe-Brown (que naquela época viveu em São Paulo uns tempos e ensinou na Escola de Sociologia e Política), Herskovits, Hallowell, Linton Redfield e outros, que me despertaram grande interesse. Fique portanto claro que não tinha aversão às ciências sociais, que foram importantes inclusive para as minhas idéias em crítica literária, como a noção de estrutura, que para mim é conceito básico, associado ao de princípio estrutural.

A idéia antropológica de cultura, implicando as idéias de totalidade e organicidade influiu na minha maneira de analisar as obras literárias. Como dizia Ruth Benedict, não se deve montar um Frankenstein cultural, feito de pedaços tomados isoladamente a culturas quaisquer. Do mesmo modo, não se pode, por exemplo, fazer literatura comparada tomando (digamos) a função do dinheiro em Machado de Assis, em Dostoievski e

Em janeiro de 1948 na zona rural de Bofete - SP, durante o trabalho de campo para tese de doutorado.

em Balzac, e efetuar um confronto puro e simples, pois seria produzir um Frankenstein crítico. É preciso considerar a obra de Machado como um todo e ver de que maneira o dinheiro funciona nela. Certamente funcionará de maneira diversa nas de Dostoievski e Balzac, vistas também como totalidades em que ele se insere. Só a partir daí será possível proceder à comparação. Este modo de proceder se harmoniza com teorias da literatura que me influenciaram a seguir. Li vários antropólogos e alguns me fascinaram, sobretudo Malinowski; mas também outros, como Evans Pritchard.

G.V. – Inclusive ele escreve muito bem.
Ambos escrevem admiravelmente bem. Concordei com Evans Pritchard quando disse que a antropologia não é uma 'ciência', mas uma 'humanidade'. Isso para mim foi fundamental, porque me sentia constrangido em dizer que era cientista (aliás, nunca disse), conforme a orientação 'positiva' francesa vigente na Faculdade de Filosofia. Por isso, Lourival Gomes Machado e eu não quisemos entrar para a SBPC quando foi fundada. Erasmo Garcia Mendes quis nos levar para lá porque achava que as ciências humanas deviam estar presentes. Mas nós dissemos que segundo o nosso modo de ver não cabíamos nela. Foi um erro, que no futuro se corrigiu.

A não ser Durkheim, nenhum sociólogo me interessou tanto quanto esses antropólogos, porque não tenho cabeça filosófica, no que se refere à teoria, e refugo diante da quantificação, no que se refere à pesquisa. Creio que a antropologia me atraiu na medida em que tem vínculos com a atitude literária e permite satisfazer melhor o gosto pelo concreto. O antropólogo recorre mais à intuição, ao conhecimento 'simpático', à experiência pessoal, e pode fazer estudos de casos individualizados. Através de quatro ou cinco desses casos, é possível com algum arbítrio tentar a compreensão de um aspecto da cultura. Na pesquisa sociológica não se pode fazer isto, porque a tendência é concluir sobre grandes números. Disso nunca fui capaz.

Quanto a *Os Parceiros do Rio Bonito*, que você citou, havia uma coisa a mais: a minha afinidade pessoal com o mundo caipira, perto do qual fui criado. É o mundo adjacente às pequenas cidades, cercadas de sítios, fazendas e bairros. Minha própria família paterna, sobretudo a parte com a qual tive contato, pertencia quase toda ao mundo rural, de modo que naquela pesquisa eu me sentia muito à vontade.

Além disso, quero lembrar que o tempo em que fui assistente de sociologia corresponde ao período no qual militei com maior assiduidade e mais li os autores socialistas: Marx, Engels, Rosa Luxemburgo (grande influência no meu grupo político), Lenin, Trotski, os escritos antistalinistas de gente como Victor Serge, Max Eastman, Boris Souvarine, os livros de política em geral.

Tudo isso é dito para mostrar que eu não tinha qualquer aversão aos estudos sociais, acadêmicos ou não, inclusive, repito, porque eles influíram nas minhas concepções de crítica literária, que sempre exerci paralelamente, tanto assim que fui escrevendo lado a lado *Formação da literatura brasileira* e *Os Parceiros do Rio Bonito*. Quando defendi este como tese de doutorado em 1954, com bastante atraso, achei que tinha justificado a minha posição de assistente de sociologia e estava desobrigado. Então me senti livre para seguir a vocação e mudar de campo universitário, embora sem saber bem como, do ponto de vista prático.

Lembro que consultei Roger Bastide, que se interessava com solicitude pelos ex-alunos e além disso era excelente crítico literário, perguntando: "professor Bastide, o senhor acha que eu funciono melhor em sociologia ou em literatura?". Ele ficou meio sem graça, hesitou como se a resposta fosse ferir meus brios de assistente de sociologia e por fim disse: "acho que você fica melhor em literatura". É curioso que mais tarde, numa conversa em Paris em 1965, ele me disse que se arrependera do conselho.

G.V. – Sua menção a Roger Bastide também é interessante. Creio que hoje ele é muito mais lido por antropólogos do que por sociólogos.
Talvez ele próprio tenha acabado por ser mais antropólogo do que sociólogo, e quem sabe se eu tivesse sido assistente de antropologia tivesse ficado nas ciências sociais? Seja como for, posso dizer que me desagradava certo tipo de sociologia; as pesquisas que pareciam apenas complicações do óbvio, e também as teorizações gênero Gurvitch, Merton e sobretudo o terrível Talcott Parsons.

Y.L. – Sempre o considerei um homem com um pé em duas canoas, mas agora estou vendo que você tem um pé em várias áreas. Como vê hoje o fechamento dessas áreas? Na USP não sei, mas no Rio há pequenos castelos medievais, cada um no seu campus. Mesmo fisicamente, uma

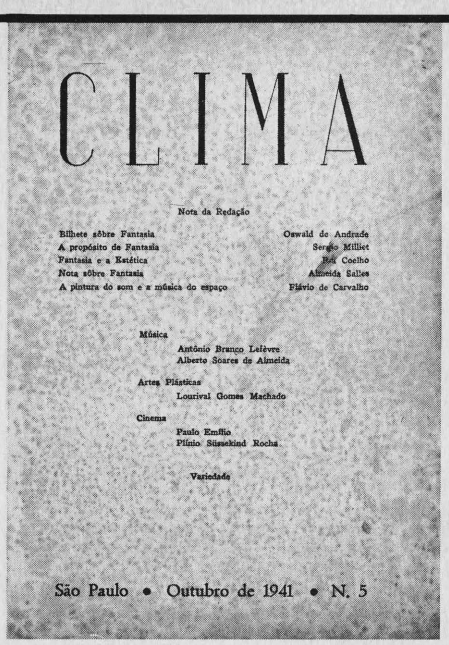
escola fica no Fundão, outra no largo de São Francisco. A possibilidade de diálogo é muito pequena.

Parece que é. Não sei como andam as coisas porque estou afastado faz muito tempo, mas quanto à sua impressão das diversas áreas e interesses, posso dizer que a minha formação deve tanto à universidade quanto ao meu grupo de convivência entre estudantes e jovens formados.

Eu diria que depois da minha família e da Universidade de São Paulo, a terceira grande coisa na minha formação foram os meus amigos do grupo de *Clima*. Nós temos consciência de nos termos formado uns aos outros: Gilda, minha mulher, Decio de Almeida Prado, Paulo Emilio Salles Gomes, Rui Coelho, Lourival Gomes Machado, eu e mais alguns, todos marcados pela variedade de interesses com reflexo na atividade. Vou dar alguns exemplos: Antônio Branco Lefèvre, estudante de medicina e depois jovem médico naquela altura, que se tornou um dos maiores neuropediatras do Brasil, foi crítico de música da revista; Lourival Gomes Machado era professor de política e ao mesmo tempo crítico de artes plásticas, tendo reorganizado a Faculdade de Arquitetura como diretor; Decio de Almeida Prado, ensinava filosofia no Colégio Universitário e era crítico de teatro; Rui Coelho, que tinha um saber universal, era especialista em personalidade e cultura, professor de sociologia, praticante do teste de Rorscharch, mas escreveu um livrinho sobre Proust e foi crítico de cinema. A nossa turma era assim.

Y.L. – O fato é que a interdisciplinaridade hoje ficou realmente mais difícil.

É verdade. Houve uma compartimentação que pode ser limitadora, mas foi indispensável. A matéria que ensinei no curso de letras a partir de 1961 favoreceu a variedade. De fato, teoria literária e literatura comparada levam a mexer um pouco com lingüística, filosofia, história, sociologia, psicologia e diferentes literaturas. Parece que atualmente estão sentindo os males da compartimentação excessiva, mas como fazer? Há os males da especialização, mas também os da dispersão. Resumindo: ensinei sociologia sem ser sociólogo, não sou formado em letras e ensinei literatura, raspei pela medicina, estudei direito e não usei o que aprendi, li sem método um pouco de tudo. Vocês compreendem por que me considero um indivíduo de formação irregular e heterodoxa, mas, modéstia à parte, produtiva.


CLIMA

Nota da Redação

Bilhete sôbre Fantasia — Oswald de Andrade
A propósito de Fantasia — Sergio Milliet
Fantasia e a Estética — Rui Coelho
Nota sôbre Fantasia — Almeida Salles
A pintura do som e a música do espaço — Flávio de Carvalho

Música
Antônio Branco Lefèvre
Alberto Soares de Almeida

Artes Plásticas
Lourival Gomes Machado

Cinema
Paulo Emílio
Plínio Sussekind Rocha

Variedades

São Paulo • Outubro de 1941 • N. 5

Clima**, idealizada por Alfredo Mesquita e Lourival Gomes Machado, contou desde o primeiro número com a crítica literária de Antonio Candido.**

Y. L. – À vista disso, como caracterizaria a sua posição?

Pensando na minha vida intelectual na idade avançada em que estou, penso que ela se orientou instintivamente, mas depois conscientemente, no sentido de elaborar um 'ponto do vista' para olhar e tentar compreender a realidade. Sobretudo através da literatura, mas com apoio nas ciências sociais e na arte. Quanto a ser ou não canônico sob o aspecto acadêmico, foi coisa que a partir de certa altura passei a não levar em conta. E a minha formação compósita ajudou isto.

Quando eu era jovem, havia na Faculdade de Filosofia certa mania de 'especificidade', cuja origem era durkheimiana: o específico sociológico, o específico econômico, o específico antropológico, com o medo correspondente de não ser científico. Mas Roger Bastide não pensava assim. Lembro que certa vez me perguntou como ia indo a elaboração da minha tese (que se arrastou por muitos anos). Eu informei e disse que estava com medo dela não ser realmente sociológica. Ele retrucou prontamente: "o importante não é que seja ou não sociológica, mas que seja boa". Creio que posso caracterizar a minha carreira como um afastamento cada vez maior do 'específico', em busca de um modo aberto e integrativo, que passa por cima das divisões acadêmicas para chegar a um 'ponto de vista' coerente. Isto, porque talvez eu seja um ensaísta, na medida em que gosto de jogar com os sentidos possíveis e de relativizar as conclusões, embora procure dar cunho sistemático às análises.

Y. L. – Por isso é que você nunca se fechou numa doutrina ou numa ortodoxia?

Exatamente. E tem mais: como viso a elaborar para meu uso um modo de ver as coisas, quando cheguei à conclusão que tinha adquirido o instrumental suficiente, limitei a minha curiosidade e não fiz empenho em assimilar as novidades. Para mim o saber é o conjunto de conhecimentos necessários para formar um ponto de vista sobre as coisas, e certamente o meu pólo ideal de atração seria mais do tipo 'sabedoria' do que do tipo 'ciência'. Por isso, creio que os meus escritos críticos devem ser meio antiquados, porque correspondem a um projeto formulado faz muito tempo. Mas penso que são coerentes e preenchem os seus objetivos.

G.V. – Ao lado das características singulares da sua trajetória, não há também o fato de você pertencer a uma geração que teve toda ela uma formação mais humanística?

Talvez, e isto tem uma justificativa: somos

"Aqui, estamos agora na fase em que o aluno chega sem base à universidade, devido à fraqueza do primário e do secundário."

a primeira geração da Faculdade de Filosofia da USP, vivemos um momento em que se tratava de instalar as disciplinas, as quais ainda não estavam caracterizadas de maneira específica.

Em sociologia, o primeiro grande especialista, formado aqui, foi Florestan Fernandes. Sempre digo que ele foi quem estabeleceu que a sociologia é uma especialização e uma profissão, que sociólogo é sociólogo, e está acabado. Nesse espírito se formou a sua equipe. Mas o meu grupo pertence a uma fase prévia. Não é que sejamos melhores ou piores, ou que representemos um espírito mais amplo; é que éramos o começo, e no começo os gatos são pardos.

Em filosofia, o professor Maugüé recorria muito à literatura e à arte, desenvolvendo em nós mais uma atitude de espírito e uma curiosidade geral do que a vontade de especialização. Por aí vocês vêem que estávamos numa fase prévia, favorável à multiplicidade de interesses. A concentração dos especialistas veio a seguir, e creio que foi um progresso do ponto de vista acadêmico, porque afinal isto constitui a finalidade maior das universidades.

G.V. – Voltando à questão da formação humanística, eu sinto nas gerações mais jovens que estudam antropologia uma deficiência em termos de conhecimentos de história, literatura, teatro etc. E considero difícil você levar adiante uma atividade de antropólogo social mais plena com essas deficiências. Acho que para ser um bom antropólogo – emito a minha opinião, não sei se todos concordariam – é necessário ter essa formação mais ampla.

O ideal, é claro, seria que todos tivessem uma grande cultura; que sociólogos, antropólogos, economistas, geógrafos, conhecessem outros campos, sobretudo filosofia, história e literatura, que são as grandes formadoras da mente. Numa palavra, que todos tivessem formação humanística, cada qual segundo o seu pendor.

G.V. – Mas o fato é que a formação humanística, que foi tão importante para você, e que a minha geração também pegou, hoje em dia está muito prejudicada.

É, e isto é um problema. Tenho a impressão de que a grande diferença entre nós e os países realmente adiantados do ponto de vista cultural é que eles têm, ou tiveram, em todos os níveis, um sistema educacional organizado de tal maneira que quando um jovem chegava à escola superior, qualquer que ela fosse, a base humanística já estava assegurada.

Hoje não sei como é, mas no meu tempo de moço um aluno francês, em final de curso secundário, discutia os filósofos com mais conhecimento do que nós no fim do curso universitário, e mesmo do que muito professor por aí. Quando um estudante italiano entrava na Faculdade de Medicina, por exemplo, já tinha uma boa formação humanística devido ao liceu. Mesmo em países mais modestos, como Portugal, este era excelente e assegurava um nível que nunca conhecemos no Brasil.

Aqui, estamos agora na fase em que o aluno chega sem base à universidade, devido à fraqueza do primário e do secundário. Por isso, é como se fôssemos obrigados a adiar cada vez mais o momento da formação verdadeiramente superior. Em muitas faculdades, as disciplinas humanas constituem uma espécie de curso secundário retardado, a pós-graduação passa a ser o curso superior e o pós-doutorado passa a ser a pós-graduação... Eu tive a sorte de estudar numa boa faculdade, mas os meus professores estrangeiros sentiam que não era possível dar os cursos no mesmo nível dos que eram dados na Europa.

Falei sobre a minha formação, mas falta mencionar um momento importante na minha vida: a obtenção do título que me possibilitou uma carreira universitária em literatura. A coisa tem um toque aventuroso.

A Faculdade de Filosofia estava começando a formar quadros locais, abrindo concursos para algumas cadeiras, inclusive, em 1944, literatura brasileira, que não dependia de professores estrangeiros. Eu era assistente de sociologia e vi que pelo regulamento qualquer pessoa portadora de diploma de curso superior, fosse de dentista ou de engenheiro, podia concorrer e, caso aprovada, mesmo não vencendo o concurso recebia o título de livre-docente. Como eu já estava certo de preferir os estudos literários, senti que era a grande oportunidade de obter um grau em letras.

Espicaçado pelos meus amigos, resolvi com a petulância dos 26 anos, sem nenhuma bagagem, me inscrever e disputar a cátedra, regida interinamente pelo professor Mário de Sousa Lima, homem de grande saber que era sobretudo gramático e não tinha produção no campo literário. O concurso foi em meados de 1945 e nele se inscreveram, além naturalmente de Souza Lima, Oswald de Andrade, Jamil Almansur Haddad, excelente estudioso e meu amigo, o meu professor Sales Campos, do Colégio Universitário, Manuel Cerqueira Leite, assistente da cadeira e o único licenciado em letras. Para surpresa minha, tive todos os cinco votos para primeiro lugar, mas empatando dois com Sousa Lima e um com Oswald de Andrade.

G.V. – O concurso era uma tese?

O concurso constava de prova de títulos, prova escrita, prova oral e defesa de tese. Fiz a minha sobre Sílvio Romero. No final, embora em primeiro lugar com cinco votos na primeira rodada, dois desempates seguintes foram contra mim e o professor Sousa Lima ficou com a cadeira por três votos a dois. Mas ganhei a livre-docência, que era o meu alvo, e com isso

"...sempre quis ser claro e acessível, segundo a tradição dos franceses que se perdeu nos nossos dias."

fiquei doutor em letras.

Por essa época assumi com a Editora Martins o compromisso de escrever em dois anos uma história da literatura brasileira. Mas mudei o projeto e em 10 anos de trabalho intermitente fiz um livro de outra natureza, apenas sobre a Arcádia e o Romantismo, mal intitulado *Formação da literatura brasileira (Momentos decisivos)*.

Obrigado pelo concurso e pelo livro a entrar fundo na literatura brasileira, desenvolvi em relação a ela um conhecimento e um interesse que não tinha, embora tenha sido sempre leitor normal dos nossos autores. Mas na minha escala de valores os franceses, depois os ingleses, estavam não só muito acima, como me atraíam muito mais. Em suma: o exercício da crítica literária desde 1941, o concurso em 1945 e a seguir o preparo do livro me ancoraram na literatura brasileira e creio que isto completou a minha formação.

Y.L. – Como se deu a sua passagem institucional da sociologia para a literatura? Começou em Assis?

Começou. A oportunidade apareceu quando o governo do estado de São Paulo fundou os chamados institutos isolados, um em Rio Claro, um em Marília e um em Assis. Rio Claro se especializou, se não me engano, em matemática, ciências naturais e geografia; Marília, em filosofia, ciências sociais, história e educação. Assis teve um excelente diretor, Antônio Soares Amora, que se concentrou em letras, embora o nome oficial fosse, como o das outras, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras.

Por sugestão de um grande amigo meu, com quem costumava discutir os meus problemas de carreira, José Querino Ribeiro, professor de Administração Escolar em nossa Faculdade, no momento diretor da nova Faculdade de Marília, Amora me convidou no fim de 1957 para ensinar literatura brasileira. Eu aceitei pressuroso e só pude aceitar porque era livre-docente.

A Faculdade de Assis foi montada com cuidado. Inclusive os professores convidados se reuniram durante meses aqui em São Paulo para planejá-la junto com Amora. Um grupo piloto, do qual fiz parte, foi para lá em duas levas em 1958, a fim de instalar a faculdade e preparar os alunos para o vestibular, que foi no começo de 1959.

Assis para mim foi fundamental. Lá comecei a ensinar literatura e a fazer análise literária sistemática. Estudei, aprendi, trabalhei muito, reuni material e voltei a São Paulo no começo de 1961 para inaugurar uma disciplina recém-criada, teoria geral da literatura, que por proposta minha passou a se chamar teoria literária e literatura comparada. Esta é a história da minha passagem do ponto de vista institucional.

G.V. – Foi uma passagem fácil?

Acabou sendo fácil, mas poderia ter sido muito difícil, porque em 1957 me afastei do Departamento de Sociologia e Antropologia durante o ano inteiro, combinando duas licenças-prêmio com as férias e disposto a não voltar. Como ia sobreviver, não sei. Aí surgiu a oportunidade de Assis, que resolveu tudo.

No começo, Fernando de Azevedo, meu chefe e meu amigo, ficou sucumbido e não queria de maneira alguma que eu saísse. Pensou inclusive que eu estivesse aborrecido porque ainda era assistente. Florestan já tinha substituído Roger Bastide, Schaden tinha substituído Willems, Lourival tinha substituído Arbousse-Bastide, e eu continuava o único assistente desse grupo. Fernando de Azevedo resolveu então promover a criação de uma disciplina de sociologia educacional para mim, e eu pensei com os meus botões: "agora mesmo é que vou embora correndo, porque não quero este compromisso. Sendo crítico literário, posso em princípio ensinar sociologia como assistente, mas como não sou nem quero ser sociólogo, não posso assumir a responsabilidade de uma cátedra".

Enfim, fiz a passagem, Fernando de Azevedo e os colegas me apoiaram. Foi bom passar dois anos e meio fora da USP. Quando voltei, no começo de 1961, as pessoas já estavam habituadas à minha nova condição. No meio tempo tinha saído o meu livro *Formação da literatura brasileira*, que dava certo peso à nova contratação. E como professor contratado em nível de titular fiquei quase até o fim da carreira, porque só fui efetivado mediante concurso para titular em 1974, quatro anos antes de me aposentar.

G.V. – Você continuava a fazer crítica literária em jornais?

Não. Só fiz crítica em jornais de 1943, quando Lourival Gomes Machado me levou para a *Folha da Manhã*, onde era crítico de artes plásticas, até 1947, quando entrei no regime de tempo integral. Eu era o que se chamava naquele tempo o 'crítico titular', escrevendo um 'rodapé' por semana sobre os livros do dia. O título geral do meu rodapé era 'Notas de crítica literária', que levei para o *Diário de São Paulo* quando passei para lá em 1945. Depois houve uma fase, de 1956 a 1959, em que publiquei bastante no suplemento do *Estado de S. Paulo*, cujo diretor era Decio de Almeida Prado. Mas depois de 1947 nunca mais fiz crítica regular em jornais.

G.V. – Mas você sempre teve a preocupação de escrever para um público maior.

Sempre. Acho que o jornal me ajudou sob este aspecto. Por causa talvez da minha formação em grande parte francesa, sempre quis ser claro e acessível, segundo a tradição dos franceses que se perdeu nos nossos dias. Cada um tem os defeitos das suas qualidades, dizia Pascal. Como não há grande profundidade no que escrevo, posso ter certa clareza. Quando

"Se me perguntassem o que sou essencialmente, eu diria, grifando, que sou professor."

alguém tem grande profundidade ou coisas muito originais para dizer, isto fica mais difícil, e então é que a clareza se torna mérito, não no meu caso. E há casos em que devemos aceitar as escritas difíceis. Um pensador como Kant, por exemplo, tem o direito de escrever de forma abstrusa, porque está criando uma nova filosofia. Nós, que não somos Kant, devemos pensar no leitor e ter a inteligibilidade como alvo.

No tempo em que ensinava sociologia, eu era contra a linguagem rebarbativa, mesmo porque esta linguagem é às vezes um revestimento convencional da banalidade. Sempre achei que, sendo a sociologia uma disciplina humanística, era bom usar de preferência a linguagem corrente, adotando apenas os termos técnicos indispensáveis, que aliás se tornam logo claros, como mobilidade, estratificação, aculturação etc. A cortina de fumaça terminológica me irritava quando não me divertia. Lembro de um estudo de Talcott Parsons no livro *XXth. Century Sociology*, organizado por Georges Gurvitch, tão pedante e complicado que era impossível saber o que ele pretendia, o que me levou a tocar no assunto em artigo para a revista *Sociologia*.

Mas é preciso ressalvar que isso não é próprio da sociologia, e que no campo dos estudos literários o pedantismo e a complicação desnecessária talvez sejam ainda maiores.

Durante a voga do estruturalismo, que no Brasil predominou meio atrasado nos anos 70, viu-se um verdadeiro desfile de charadas com terminologia rebarbativa, que na maioria dos casos era disfarce da banalidade ou do vazio, comprometendo as contribuições positivas daquela corrente de pensamento crítico. Ora, sempre me comportei no campo dos estudos literários como antes no de sociologia, preferindo também a linguagem corrente e usando com parcimônia os termos técnicos indispensáveis.

G.V. – Você foi um formador de professores e pesquisadores de literatura. Como avalia sua atividade docente?

Se me perguntassem o que sou essencialmente, eu diria, grifando, que sou 'professor'. Ensinei sociologia, ensinei literatura, mas antes de ser professor disso ou daquilo, não sei se me faço entender, sou visceralmente 'professor', grifado. Tenho gosto e vocação para transmitir aos outros o que sei, e como costumava dizer Antonio de Almeida Júnior, o professor não é obrigado a criar saber, mas sim a transmiti-lo. Esta foi a tarefa que sempre me atribuí. Tenho grande prazer em dar aulas, mas devo reconhecer que do ponto de vista universitário ('associação do ensino e da pesquisa') sou um docente incompleto, porque acho que não tenho muito jeito para comentar trabalhos, dirigir seminários ou orientar investigações, embora saiba estimular os estudantes e ajudá-los a encontrar o caminho. Repito: o que gosto mesmo é de dar aula. Se possível, sem ser interrompido...

Y.L. – Como foi a sua formação de crítico literário, e como se define sob esse aspecto?

Vendo as coisas de hoje, percebo que desde logo tive o pendor crítico, não apenas porque sempre gostei de ler os críticos, mas porque assumi instintivamente a atitude crítica. Dos 12 aos 14 anos eu fazia antologias próprias, em cadernos escolares: copiava trechos e depois compilava dados biográficos e apreciações sobre os autores. A partir dos 15 comecei a fazer as minhas próprias observações de leitura, enchendo cadernos, que já eram uns 11 ou 12 quando comecei a publicar, aos 23 anos. Creio que com isso é que pude dar conta da tarefa que me atribuíram em *Clima*: sem perceber eu estava mais ou menos preparado.

Meu pai sempre teve revistas literárias em casa e assinou desde o primeiro número o *Boletim de Ariel*, do Rio, que durou de 1931 a 1938 e era feito sobretudo de resenhas. Eu o lia de cabo a rabo. Sem querer, estava adquirindo o que me parece o essencial do crítico: atitude analítica, formação automática do juízo, capacidade de estabelecer correlações.

Foi portanto uma formação sem método e mesmo sem consciência clara. As influências inconscientes devem ter sido os críticos brasileiros que havia na biblioteca de nossa casa: Sílvio Romero, José Veríssimo, Ronald de Carvalho. Mas também os que publicavam nos jornais do tempo, como Agripino Grieco, Tristão de Athayde, Plinio Barreto, Augusto Meyer, Lúcia Miguel Pereira. Esta era minha prima do lado materno, bem mais velha do que eu, e eu mantive com ela, até a sua morte acidental em 1959, uma relação de afetuoso convívio intelectual.

Nos anos 30 li muito os críticos franceses, fiquei fascinado por Albert Thibaudet e meu pai assinou para mim a *Nouvelle Revue Française*. A história literária tipo Lanson me marcou bastante, e nos anos 40 entrei para valer na literatura de língua inglesa, sofrendo em crítica o impacto de autores como T. S. Eliot, Cleanth Brooks, F. O. Mathiessen e assinando várias revistas: *Kenyon, Sewanee, Partisan, Scrutiny, Horizon*.

Ao mesmo tempo, a sociologia acadêmica e o marxismo acentuaram a tendência para estudar os aspectos sociais e ideológicos da literatura, e eu me pus a fazer aquelas misturas que constituem o meu modo de tentar a maior amplitude possível e evitar os dogmatismos, sem perder o prumo.

Este prumo eu encontrei sobretudo na noção de estrutura, ligada às de processo e de montagem, como termos de uma visão integrada. Mas acima das posições teóricas, me parecem fundamentais a confiança na intuição e o desejo de correlacionar. Para uso próprio chamo a minha posição crítica de 'integrativa', procurando fundir perspectivas diferentes para obter um

resultado mais completo. E sempre tive o gosto de pensar em função dos contrários.

G.V. – O que lhe interessa mais hoje em dia em sua atividade de crítico literário?
Hoje em dia faço alguma coisa mas não tenho a atividade de antes, não tenho projetos e me limito a trabalhos de circunstância ou refusão. O fato é que as aulas estimulavam os meus escritos, e quase todos os meus ensaios são sucedâneos de cursos e conferências. A partir do momento em que parei de ensinar, perdi muito do estímulo para escrever.

G.V. – E sua comunicação ao ciclo de conferências sobre ética?
Este é um caso típico. A minha palestra foi sobre o *Ricardo II*, de Shakespeare, e na verdade é uma retomada em 1991 das notas de um curso de pós-graduação que dei em 1969.

G.V. – Você teve uma relação pessoal com Mário de Andrade, até por razões de família. Como foi esse contato?
Esta pergunta é inevitável no ano do centenário... Li primeiro alguns livros de prosa dele, como *Primeiro andar* e *Macunaíma*. Na Faculdade de Filosofia, em 1939, conheci Gilda, que me emprestou os livros de poesia. Eu os levei para Poços de Caldas nas férias e os li intensamente com entusiasmo, chegando a copiar parte de *Paulicéia desvairada* num caderno.

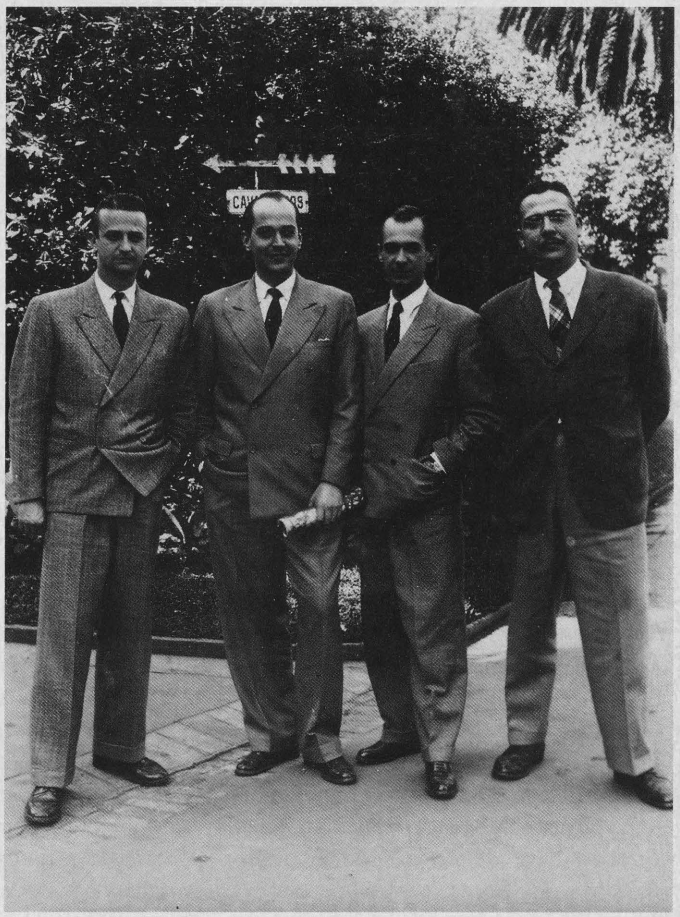
Pessoalmente o conheci em 1940, quando Gilda arranjou para Decio de Almeida Prado, Paulo Emilio e eu irmos visitá-lo. Ele era muito agradável, recebia os jovens com extrema cordialidade e conversou bastante conosco.

Alfredo Mesquita e Lourival, quando se fundou *Clima*, decidiram que, sendo nós principiantes desconhecidos, seria bom ter em cada número o artigo de uma pessoa de peso. Alfredo, amigo de Mário e seu grande admirador, pediu a ele o ensaio de abertura. Mário escreveu então "Elegia de abril", onde fala da relação entre a literatura e os problemas da hora, e foi recolhido mais tarde em seu livro *Aspectos da literatura brasileira*. Depois, deu para *Clima* o conto 'O ladrão', que é excelente e hoje figura em *Contos novos*.

Ele se interessava muito pela revista mas também tinha um certo pé atrás conosco. Por um lado nos estimava pessoalmente e admirava o fato de não sermos autodidatas, como ele, porque tínhamos formação universitária com professores estrangeiros. Mas por outro lado nos achava desligados da realidade brasileira. Ele estava passando por uma fase de intensa preocupação política e apreciava uns rapazes engajados do Rio, Carlos Lacerda, Moacyr Werneck de Castro, Murilo Miranda. E aqui em São Paulo, os moços militantes da Faculdade de Direito (aos quais eu me juntaria pouco depois) como Germinal Feijó e Israel Dias Novais.

Em *Clima* nós éramos quase todos praticamente apolíticos na altura de 1941 e ele escreveu uma carta a Paulo Duarte onde nos dava umas malhadas. Ao mesmo tempo, repito, gostava de nós, se interessava pelas nossas atividades e ali por 1943 ou 44, chegou a escrever um poema que apareceu póstumo em *Lira paulistana*, com uma quadra sobre cada um de nós. Elas são herméticas e pouca gente entende. Algumas, nós mesmos não entendemos.

A minha é das mais claras: "Minas Gerais, fruta paulista,/*Sambre et Meuse* bem marxante,/Periga às vezes, por confiança/ Nas *gageures*". Ele escreveu 'marxante' com x, dando grande ambigüidade à 'marcha'. *Sambre et Meuse* (introduzida pela missão militar francesa na Força Pública de São Paulo e ligada afetivamente à revolução de 1932, quando servia de pano de fundo radiofônico para os comunicados de guerra), porque naquele tempo eu estava fazendo uma crítica marcada pelas posições marxistas, algumas das quais lhe pareciam trazer conclusões arriscadas (as *gageures*). No fundo, eu seria um mineiro mais paulista do que pensava, e para isso citou um verso dele próprio do 'Noturno de Belo Horizonte': "Minas Gerais, fruta paulista".



Amigos do 'grupo de Clima**' em junho de 1944: a partir da esquerda, Decio de Almeida Prado, Paulo Emilio Salles Gomes, Antonio Candido e Lourival Gomes Machado.**

"Sempre fui mau militante, porque não tenho gosto pela política, mas participei por convicção ideológica e senso de dever."

G.V. – Mas afinal Clima *era política ou apolítica?*
No começo, apolítica. De repente nós demos uma guinada, em 1942, no número 10, quando o Brasil entrou na guerra. Aí tomamos posição antifascista ostensiva sob a orientação de Paulo Emilio, o único de nós com experiência política. Tinha sido militante da Aliança Nacional Libertadora na esfera da Juventude Comunista e esteve preso de 1935 a 1937, quando fugiu e foi para a Europa, de onde só voltou no fim de 1939 por causa da guerra, com as idéias políticas transformadas pelo que viu e aprendeu lá, tornando-se um anti-stalinista que não era trotskista.

Foi Paulo que me politizou realmente desde 1943, quando fundou um pequeno grupo de discussão e ação chamado GRAP, Grupo Radical de Ação Popular, nome pomposo que pusemos meio de brincadeira, porque a nossa atividade era mínima. Éramos seis rapazes, dos quais quatro já morreram, mas de *Clima*, só ele e eu.

G.V. – Você já tinha alguma leitura...
Tinha bastante. Naquela altura já tinha lido muito Lenin, Trotski, Plekanov, Bukarin. No número 12 *Clima* publicou um documento importante, da autoria de Paulo Emilio, que é a tentativa de indicar uma linha socialista nem stalinista, nem trotskista, nem reformista, o que naquele tempo era inédito no Brasil. Poderia parecer a quadratura do círculo, mas foi a base da tentativa política posterior de alguns de nós.

Creio que desse documento saiu em 1945 o essencial da União Democrática Socialista, fundada por Paulo, que teve vida efêmera. Nós fomos então para a Esquerda Democrática, bem menos radical, que se tornou em 1947 Partido Socialista Brasileiro, no qual o nosso grupo sempre procurou manter aquela linha.

Um dos nosso princípios era que não interessava executar no Brasil programas feitos pela União Soviética para resolver os seus problemas. A imprensa stalinista, muito vigorosa e difundida depois de 1945, dizia o diabo contra nós. Temos a honra de ter sido anti-stalinistas históricos sem ser trotskista, os primeiros do Brasil dentro da esquerda.

Clima representa, na sua segunda fase, o esforço cultural de uma linha socialista independente ajustada ao Brasil, como a que veio produzir uma geração depois o PT. Por isso entrei nele desde a fundação, inclusive com o sentimento de estar representando alguns amigos mortos.

G.V. – A militância política foi um dado importante na sua vida.
Foi. Sempre fui mau militante, porque não tenho gosto pela política, mas participei por convicção ideológica e senso de dever. Fui da executiva estadual do Partido Socialista por dois mandatos, fui um dos diretores do seu jornal *Folha Socialista*, fui chefe da propaganda de rua em várias eleições, trabalhando dia e noite, dei cursos de marxismo para operários e cheguei a ser candidato a deputado estadual.

Já que toquei no marxismo, queria dizer uma palavra a respeito. Como vocês viram, a minha formação pressupõe muita mistura, mas ele foi sempre para mim uma influência marcante, e creio que é visível a andadura dialética do meu trabalho crítico. No entanto, nunca fui marxista propriamente dito.

O marxismo é uma filosofia totalizadora, e ser marxista é mais ou menos como ser católico: você tem de passar pelo crivo da doutrina toda a realidade do mundo, do ser, da ação. Ora além da impregnação geral de método, que acabo de mencionar, o marxismo para mim foi importante sobretudo no terreno da política. Acho, por exemplo, que sem conceitos como luta de classes não se entende corretamente a realidade social. Mas me convenci desde cedo que ele não é uma doutrina fechada, e sim um instrumento de grande poder analítico e prático, que deve ser ajustado sempre à luz dos novos conhecimentos.

G.V. – A pergunta clássica da Paris Review*: você tem um método de trabalho?*
No sentido estrito, não. Nunca tive. Sou intermitente em matéria de escrita e flutuante em matéria de leitura. Há estações em que trabalho intensamente, outras em que fico na maior inércia. Sempre admirei o trabalho regular e contínuo, que passa inclusive por cima dos incidentes do dia-a-dia. Neste sentido, tive em casa o exemplo de meu pai e tenho hoje o de minhas filhas. Mas como cada um tem a sua natureza, acho que algumas das coisas que me ajudaram na vida intelectual foram justamente a flutuação, a dispersão e a leitura onívora, que inquietavam meu pai desde os meus tempos de menino e o levavam a sugerir programas definidos de leitura.

Fui um devorador indiscriminado de livros desde os nove anos até depois dos 60, e creio que com isso acumulei muita informação, inclusive porque sempre fui leitor de compêndios, dicionários e enciclopédias.

G.V. – Você acha que a cultura do livro está vivendo hoje uma certa crise?
Tenho pensado nisso sem chegar a conclusões. Pessoalmente, não imagino nenhuma cultura fora do livro, mas, como disse mais ou menos Henri-Irénée Marrou, pensando nos anos de 1950 sobre os meios modernos de comunicação, é bom não esquecer que a nossa fonte cultural maior é uma civilização sobretudo oral, não escrita, a civilização grega, onde as obras eram feitas antes de mais nada para serem ditas ou cantadas. A escrita era freqüentemente um registro destinado a preservar o acervo, não a forma inicial de apresentação. Então, pensando segundo Marrou, poderíamos dizer: se assim é,

porque não ter esperança em relação a uma nova fase eventual, onde avultariam a oralidade e a imagem, nesse limiar da terceira revolução industrial? Mas francamente não sou capaz sequer de imaginar.

Y.L. – Então você não é pessimista em relação à cultura moderna da comunicação audiovisual?

O que acabo de dizer manifesta perplexidade e incapacidade de imaginar o futuro, mas não pessimismo. O que me causa certo susto é todo o caminho da arte e da literatura contemporâneas, na medida em que tendem a se manifestar cada vez mais através de obras que não podem ser avaliadas, porque não obedecem a padrões definidos.

Em todo o caso, uma coisa é certa: não é possível haver sociedade humana sem arte e sem literatura, pois o homem tem necessidade quotidiana, imperiosa e inadiável de satisfazer a fantasia, desde as formas mais modestas, como a anedota e os grafitos, até as mais altas, como o poema organizado e a estátua. Mas em nosso tempo de crise das normas, a mistura de tudo parece ter gerado a dissolução dos parâmetros, de modo que numa exposição de arte, por exemplo, ficamos sem saber se um trator em cima de um monte de jornais pode ser avaliado como se avalia um quadro de Picasso ou uma estátua de Moore.

Essas questões são bastante complicadas e eu não sei lidar com elas, porque afinal de contas já sou um 'antepassado', como aquele personagem d'*Os Maias*. Mas fico me perguntando se a crise da mimese, isto é, da arte e da literatura como imitação transfigurada do mundo e da natureza, levará a algo que a substitua de maneira fecunda.

Edição de texto Dora Rocha
Colaboração Eunice Personini

NÓS APOIAMOS A CIÊNCIA HOJE

USP
EDUCAÇÃO PARA O BRASIL

UERJ
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

UNICAMP
EDITORA DA UNICAMP

FAPEAL FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE ALAGOAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CIÊNCIA HOJE
11 ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Como discutir sexo na escola

Inovadora experiência de educação sexual reúne professores de diferentes áreas.

Lecionando na 5ª série do Primeiro Grau, meus colegas e eu sempre observamos, ao longo de cada ano letivo, o aumento das piadas e brincadeiras de conteúdo erótico em sala de aula. Desenhos pornográficos surgem nas carteiras e no quadro, perguntas diretas (e às vezes escabrosas) nos são feitas sobre sexo. Vendo nisso um sinal da dificuldade das crianças com relação à própria sexualidade, decidimos desenvolver, com o apoio da direção da escola e dos pais, um trabalho conjunto nas várias disciplinas que lecionávamos nessa série.

O professor de português, por exemplo, comparou a comunicação por palavras e por desenhos, pondo em discussão o significado simbólico dos desenhos pornográficos; a de inglês mostrou a freqüência, nessa língua, do uso de termos de conotação sexual. A mim, que leciono ciências, coube aprofundar aspectos fisiológicos e psicológicos da sexualidade, relacionando-os com problemas de conduta. A partir das perguntas dos alunos, desenvolvíamos uma conversa solta, sentados em círculo no gramado do pátio ou num salão pouco iluminado, fora do esquema formal de aula. Usei livros ilustrados, trazidos pelos alunos, e material audiovisual da Fundação Carlos Chagas.

Discutimos as vantagens de conhecer melhor nossa sexualidade para vivê-la de forma mais plena e responsável. Abordamos tópicos como homossexualidade e prostituição no contexto da estrutura da sociedade. Eram freqüentes as perguntas sobre o que havia de certo ou errado em, por exemplo, sentir desejos eróticos, masturbar-se, ter relações sexuais antes do casamento, optar pela homossexualidade ou ganhar a vida se prostituindo.

Busquei sempre a opinião de cada aluno, promovendo o debate e ressaltando que cada um tem sua visão, que pode ser alterada pelo diálogo, pois em ciência não há verdade absoluta e, em moral, o certo para um pode ser errado para outro. Procurava fornecer informações objetivas sem impôr valores, distinguindo dados científicos comprovados de minhas opiniões pessoais — pois não me furtava a expressá-las, assumindo diante dos temas uma posição tão sincera quanto a dos alunos. Meu intuito era que cada um deles definisse a própria posição com base no conjunto de dados e opiniões a que tinha acesso, trazidos por todos, e não apenas 'instruídos' por mim. Estimulava, também, o respeito às posições minoritárias.

Alterações da puberdade e adolescência, anatomia e fisiologia da reprodução, relação sexual, contracepção, gestação e parto, bem como fatores psicológicos concomitantes foram os temas abordados.

Com o aumento das informações, cresceu a preocupação dos alunos com os pontos, os cadernos. Daí surgiu uma idéia: vamos escrever um livro.

Cada trio de alunos formulou cinco perguntas e respostas que refletissem nossas discussões. O grupo escolheu as que mereciam entrar no livro, eliminou repetições, melhorou a redação e deu às perguntas uma ordem conveniente. No dia da fabricação do livro, a sala de aula transformou-se em oficina gráfica, com mimeógrafo, papel estêncil e réguas. Cada um escolheu uma tarefa: escrever matrizes, rever os textos, rodar o mimeógrafo, contar, secar, grampear. Ao fim de cinco horas de trabalho — os outros professores cederam gentilmente os seus tempos — cada aluno pôde levar seu exemplar para casa, com muita satisfação.

Quanto à avaliação do bimestre, pareceu-nos que ela deveria ser uma reflexão sobre os aspectos positivos e negativos daquele processo de aprendizagem. Pedimos a cada aluno um relatório, lembrando e avaliando as etapas do trabalho e seu resultado. Eis algumas frases extraídas desses textos: "Achei que foi muito bom aprender sexo porque têm alguns pais que não falam isso com os filhos." "Gostei do trabalho porque aprendi uma coisa que eu não sabia: como uma criança vem ao mundo." "Foi importante estar sabendo pela escola porque, se eu aprendo na rua, aprendo com malícia e na escola aprendo com mais detalhes." Outro indicador da validade do projeto foi o desaparecimento das brincadeiras e piadas desrespeitosas em sala de aula, além da melhoria nas relações entre meninos e meninas.

Para que o projeto fosse aceito pelos pais, foi necessário trabalhar também com eles. Assim, desde o início do trabalho, fizemos reuniões com os pais na escola, discutindo a importância da educação sexual como tarefa da responsabilidade conjunta de pais e professores. De início houve certa resistência. O comparecimento nas primeiras reuniões foi pequeno: os pais alegavam falta de tempo. Passamos a lhes enviar relatórios das reuniões, pedindo suas opiniões e autorização para continuar. Por fim, poucos pais mantiveram objeções ao projeto, proibindo os filhos de assistirem a essas aulas. Isso acabou por interromper o trabalho em uma das classes, porque os alunos preferiram mudar de assunto a discutir sexualidade sem a presença de alguns dos colegas.

Na minha avaliação, nosso objetivo foi alcançado. O projeto surgiu para atender a uma necessidade clara dos alunos, e seu desenvolvimento foi pautado pelo respeito, contribuindo para estabelecer uma relação humana e democrática entre professores, alunos, escola e pais. Estou certa de que a compreensão que as crianças adquiriram da sexualidade contribuiu para torná-las mais dignas e felizes.

• Para saber mais: *Sexo e vida* de Maria da Penha Youssef e Oswaldo Frota-Pessoa (São Paulo, Editora Scipione, 1988) e *Sexo para Adolescentes* de Marta Suplicy (São Paulo, Editora FTD, 1988).

Mirna Elisa Bonazi
Escola Dr. Eduardo Vaz, São Paulo, SP.

Monumentos geológicos

O Piauí tem uma série de formações rochosas raras, ainda pouco conhecidas.

O Brasil é rico em formações rochosas que são autênticos 'monumentos naturais', como as magníficas feições encontradas em Vila Velha, no Paraná, as belíssimas cavernas e as incontáveis cachoeiras espalhadas por regiões rochosas. Algumas dessas feições são pouco divulgadas, como o gigantesco *canyon* do rio Itaimbezinho (no Parque Nacional dos Aparados da Serra, entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e as feições glaciais que levaram a cidade de Salto (SP) a construir o Parque da Rocha Moutonnée.

No Piauí há feições que merecem a atenção dos viajantes, como o Parque Nacional de Sete Cidades, onde também podem ser vistas interessantes pinturas rupestres. A erosão e os processos intempéricos (responsáveis pela formação de solos) esculpiram formas em arenitos dessa região, que estimulam a imaginação das pessoas. O arenito é um tipo comum de rocha sedimentar (figura 1) que resulta da consolidação de areias em camadas que foram submetidas a pressões no interior da crosta terrestre. Grãos minerais aproximaram-se uns dos outros, em conseqüência ao 'enterramento', e formam-se arranjos estruturais mais compactos, em respostas às pressões (ver 'Deformações Naturais e Experimentais de Rochas', *Ciência Hoje*, nº 78, pp. 30-37).

Os arenitos resultantes podem ser mais ou menos cimentados, dependendo da composição das antigas areias originais, que possuem quantidades variadas de argilas e carbonatos em sua composição. Sua resistência à erosão é conseqüência desses fatores, somados às águas de infiltração que, na superfície da crosta terrestre, atravessam as rochas durantes séculos e precipitam compostos químicos, formadores de verdadeiras 'carapaças'.

Os arenitos do Piauí são pródigos em formas interessantes, como uma rara feição encontrada perto do Parque Nacional de Sete Cidades, no Piauí, típica de rochas vulcânicas (basaltos), como mostra a figura 2. Os sedimentos consolidados contêm uma belíssima 'disjunção colunar': a rocha apresenta-se totalmente fraturada segundo planos verticais próximos entre si, em um arranjo hexagonal semelhante a colunas.

Para explicar a origem dessas juntas em arenitos é necessário admitir a proximidade de lavas ou corpos de rochas intrusivas rasas, formadas a baixa profundidade na crosta terrestre. Imagina-se que a rocha fundida tenha recoberto o arenito, no caso de lavas (derrames), ou penetrado entre suas camadas, quando se trata de uma intrusão (*sills* ou soleiras). Quando ocorre o esfriamento, o corpo sofre uma contração (diminuição de volume) e, para acomodar esse ajuste de espaço, desenvolvem-se as juntas. Na parte central do derrame ou da soleira, o resfriamento relativamente mais lento cria um arranjo perpendicular às paredes do corpo rochoso.

No Paraguai, nos morros de Koi e Chororoi, a poucos quilômetros de Assunção, há feições idênticas, que são uma atração turística. São arenitos quartzosos vizinhos a algum corpo de rochas ígneas para os quais as juntas se propagaram quando houve resfriamento.

Há alguns cortes de rodovias brasileiras onde podemos observar formas parecidas, como ao longo da rodovia Castelo Branco, próximo a Boituva-Iperó (SP) na rodovia Washington Luís, perto de São Carlos (SP) e em outros trechos de estradas desde Goiás até o sul do Brasil. Para encontrá-los, basta localizar em um mapa geológico áreas onde afloram rochas basálticas da Formação Serra Geral e observar cortes de estradas ou cachoeiras de rios. Os derrames da Formação Serra Geral são uma das mais volumosas erupções ígneas continentais da Terra e sustentam hoje os famosos e férteis solos de "terra roxa" do sul e sudeste brasileiros.

Celso Dal Ré Carneiro
Lauro Kazumi Dehira
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (SP).

Figura 1. Tipo de rocha sedimentar resultante da consolidação de areias em camadas que foram submetidas a pressões no interior da crosta terrestre. Parque Nacional em Sete Cidades, no Piauí.

Figura 2. Disjunção colunar em arenito. Feição rara, típica de rochas vulcânicas, localizada próximo a Campo Maior, no Piauí.

FOTOS CEDIDAS PELOS AUTORES.

E os peixes de Minas em 2010?

No próximo século os peixes mineiros já não serão os mesmos

A fauna de peixes de água doce do Brasil é a mais diversificada do planeta. Considerando-se o número de espécies, de indivíduos e a biomassa, essa fauna é dominada por duas grandes ordens. A primeira, dos Characiformes, compreende peixes como: piabas, dourados, pacus, piranhas, traíras, piaus e curimatás que caracterizam-se, de modo geral, por possuírem corpo recoberto de escamas e nadadeiras com raios moles. A segunda, dos Siluriformes, reúne os peixes de couro e os recobertos por placas ósseas, como: mandis, bagres, surubins, pintados, jaús, candirus e cascudos.

Além dessas duas grandes ordens, destaca-se a Perciformes, que abrange corvinas, tucunarés e aracás, entre outros. Espécies desse grupo também possuem escamas, distinguindo-se dos Characiformes por apresentarem raios duros (espinhos) na nadadeira dorsal. No Brasil, os Perciformes ocorrem em número menor de espécies e, usualmente, são menos abundantes que os dos outros grupos. As demais ordens que aqui ocorrem estão representadas por pequeno número de espécies. No estado de Minas Gerais, essas últimas são pouco expressivas.

Várias atividades humanas têm afetado seriamente essa valiosa fauna, destacando-se a poluição dos corpos d'água, o uso inadequado dos solos e o barramento dos rios. O que se pretende aqui é discutir as influências da construção de novas barragens hidrelétricas e da formação de grandes lagos artificiais no estado de Minas Gerais sobre os seus peixes. A discussão baseia-se na biologia reprodutiva desses animais, nos programas de conservação da ictiofauna e no conhecimento atual das comunidades de peixes dos rios mineiros, aspectos que, nos últimos 10 anos, vêm sendo estudados por diversos ictiólogos e particularmente no Laboratório de Ictiologia da UFMG.

A maior parte dos dados provêm de coletas que venho realizando nas bacias dos rios São Francisco, Paranaíba, Jequitinhonha e Grande, incluindo as represas de Três Marias, Itumbiara e Itutinga. Na maioria das vezes, foram utilizadas redes de emalhar, também conhecidas como redes de espera ou malhadeiras, armadas à tarde e retiradas na manhã seguinte. Em águas rasas, foram usadas também arrastos com redes de tela mosquiteira para a captura de peixes de pequeno porte, normalmente menores que 5 cm.

Além destas coletas, pesquisadores do laboratório realizaram outras na represa de Volta Grande, rio Grande e na represa da Pampulha. Por meio dessas coletas, o Laboratório de Ictiologia conta hoje com dados de aproximadamente 40 mil peixes pertencentes a algumas centenas de espécies.

As informações sobre ovos e embriões dos peixes foram obtidas em campo e, principalmente, através da indução da desova via administração de hormônios. A indução da desova é uma rotina nas estações de piscicultura e algumas poucas dezenas de espécies nativas já foram artificialmente reproduzidas, principalmente na Estação de Hidrobiologia e Piscicultura de Três Marias.

De acordo com o comportamento reprodutivo, os peixes do sudeste brasileiro costumam ser divididos em dois grandes grupos: migradores ou de piracema e não-migradores.

A piracema consiste no deslocamento de cardumes, usualmente rio acima, com fins reprodutivos. Ocorre no verão, quando as temperaturas estão altas e as chuvas abundantes e, após a reprodução, os peixes retornam ao local que ocupavam anteriormente. A distância percorrida pelos peixes durante a piracema é conhecida há mais de três décadas e pode alcançar cerca de 1.200 km.

Embora a piracema não seja observada nas espécies não-migradoras, pequenos deslocamentos podem ser efetuados por elas à procura de locais adequados para a desova.

Além da migração, outros aspectos reprodutivos distinguem os peixes não-migradores dos migradores, como extensão do período reprodutivo, fecundidade, tipo e local de desovas, tipo de ovo e morfologia dos embriões.

A reprodução dos peixes ocorre, em geral, de maneira cíclica. Os períodos de inatividade sexual ou de repouso são intercalados com os de atividade sexual. Nas espécies não-migradoras o período de atividade sexual, no qual se inclui a desova, é longo, podendo abranger grande parte do ano. Determinados peixes, tais como a pirampeba e os machos do peixe-cachorro, após entrarem em atividade sexual, não mais retornam à fase de repouso. Apesar da atividade sexual das espécies migradoras, como curimbatá, dourado, tabarana e surubim estender-se por alguns meses do ano, sua desova restringe-se a um período de dois a quatro meses. O nome científico das espécies citadas no texto encontra-se na figura 1.

Pode-se definir a fecundidade como sendo o número de ovócitos aptos a ser desovados em um período reprodutivo. A fecundidade das espécies não migradoras não ultrapassa poucos milhares de ovócitos, enquanto, nas migradoras, ela alcança alguns milhões.

Existem dois tipos de desova: total ou parcelada. Na primeira, os ovócitos a serem liberados na época da reprodução atingem maturação final simultaneamente e, durante o ciclo reprodutivo anual, são ovulados em um único lote. Nos peixes de desova parcelada, a maturação final dos ovócitos se faz em vários lotes e, conseqüentemente, ocorre mais de uma ovulação por período reprodutivo. Em geral, as espécies migradoras são de desova total e as não-migradoras de desova parcelada.

Outra interessante característica diferencial é observada em relação aos ovos.

Cascudo	*Hypostomus* spp.
Crumatã	*Prochilodus* cf. *hartii*
Curimatá	*Prochilodus affinis* e *P. marggravii*
Curimbatá	*Prochilodus scrofa*
Dourado (a)	*Salminus brasiliensis*
Dourado (b)	*Salminus maxillosus*
Jaú	*Paulicea luetkeni*
Lambari	*Astyanax bimaculatus*
Manjuba	*Curimatella lepidura*
Matrinchã	*Brycon lundii*
Pacamã	*Lophiosilurus alexandri*
Peixe-cachorro	*Acestrorhynchus lacustris*
Pescada-do-Piauí	*Plagioscion squamosissimus*
Piapara (b)	*Leporinus elongatus*
Piapara (c)	*Leporinus crassilabris*
Piau-branco	*Schizodon knerii*
Piau-gordura	*Leporinus piau*
Piau-verdadeiro	*Leporinus elongatus*
Pirá	*Conorhynchus conirostris*
Pirambeba (a)	*Serrasalmus brandtii*
Pirambeba	*Serrasalmus spilopleura*
Piranha	*Pygocentrus piraya*
Roncador	*Wertheimeria maculata*
Surubim	*Pseudoplatystoma coruscans*
Tabarana	*Salminus hilarii*
Traíra	*Hoplias malabaricus*
Traírão	*Hoplias* cf. *lacerdae*
Tucunaré	*Cichla ocellaris*

(a) bacia do rio São Francisco; (b) bacia dos rios Grande e Paranaíba; (c) bacia do rio Jequitinhonha.

Figura 1. Nome científico dos peixes.

CARACTERÍSTICAS	PIRACEMA	NÃO-MIGRADORES
extensão do período de reprodução	curta	longa
fecundidade	alta	baixa
tipo de desova	total	parcelada
tipo de ovo	livre	adesivo
desova natural em cativeiro	não	sim
local de desova	águas lóticas	águas lênticas
EXEMPLOS (todos do rio São Francisco)	curimatá	lamabari
	dourado	pacamã
	matrinchã	peixe-cachorro
	piau-verdadeiro	piau-branco
	pirá	pirambeba
	surubim	piranha
	tabarana	traírão

Figura 2. Características distintivas entre peixes migradores (de piracema) e não-migradores.

Os ovos são designados 'adesivos' quando, através de substâncias presentes em sua casca, aderem entre si e/ou a outras superfícies. Isto não ocorre nos ovos ditos 'livres' ou 'não-adesivos', que ficam sujeitos à influência das correntezas do rio, podendo ser levados à distâncias consideráveis do local onde foram liberados. Yoshimi Sato e Hugo Godinho, dois ictiólogos de Minas Gerais, sugeriram que os peixes de desova total apresentam ovos livres, enquanto os de desova parcelada possuem ovos adesivos.

O local de desova exerce importante papel na sobrevivência dos embriões. Embriões de espécies que liberam seus ovos em locais ricos em oxigênio não possuem órgãos respiratórios ou, quando os apresentam, são poucos desenvolvidos. Já nos embriões das espécies que desovam em locais com menos oxigênio eles são bem desenvolvidos. Pouco se conhece sobre estes órgãos em peixes sul-americanos. No entanto, presume-se que os embriões de peixes de piracema desenvolvem-se em locais ricos em oxigênio e não possuem esses órgãos desenvolvidos.

Espécies não-migradoras podem desovar em águas lênticas — paradas como as de um lago — ou em águas semilênticas. Seus ovos adesivos são depositados em superfícies apropriadas, tais como plantas, pedras ou ninhos especialmente preparados pelos pais. Em função da menor disponibilidade de oxigênio no ambiente onde se desenvolvem, seus embriões, provavelmente, apresentam órgãos respiratórios mais desenvolvidos.

Espécies de piracema, tais como curimatá, dourado, piau-verdadeiro, matrinchã e surubim, não se reproduzem espontaneamente quando mantidas em cativeiro, ao contrário de espécies não-migradoras, como traíra, traírão, lambari, pacamã e pirambeba.

As características distintivas entre peixes migradores e não-migradores estão resumidamente apresentadas na figura 2. Entretanto, nem sempre uma espécie possui todas as características apresentadas, podendo até mesmo ocorrer traços peculiares de um grupo em espécies do outro grupo. A manjuba e o piau-gordura, por exemplo, apesar de possuírem particularidades que os identificam como espécies de piracema, não dependem da migração para se reproduzirem.

As várzeas e as lagoas marginais aos rios desempenham importante papel no ciclo de vida das espécies migradoras. Após a desova, os ovos dessas espécies são carregados pelas águas e, dependendo do nível do rio, são levados para as várzeas inundadas, onde completam o desenvolvimento embrionário. Em alguns trechos das várzeas, após o recuo das águas para o leito do rio, ficam expostas as lagoas marginais que, em função do seu volume d'água, podem atravessar o período de estiagem sem secar. As lagoas marginais são locais propícios para a incubação dos ovos e o sustento dos alevinos (peixes jovens), apesar do risco de seca extemporânea e da alta competição/predação que aí se estabelecem. Esses locais, de pequena profundidade, apresentam águas com temperatura e produtividade primária altas, fatores decisivos para o rápido desenvolvimento dos peixes recém-nascidos. As enchentes seguintes permitirão a saída dos alevinos e a entrada de novos lotes de ovos.

As lagoas marginais não são, entretanto, o único local de desenvolvimento de ovos e alevinos de espécies migradoras. Eles podem desenvolver-se na própria calha do rio, embora não seja o local mais propício, já que os rios que não dispõem de um rico conjunto de lagoas mostram-se pouco piscosos. O desenvolvimento dos alevinos, de espécies migradoras ou não, pode ocorrer também nas represas.

A zona de depleção dos reservatórios

— área do fundo compreendida entre os níveis de flutuação da água — está sujeita à colonização por vegetação de pequeno porte, especialmente gramíneas. Com o enchimento do reservatório, essa vegetação decompõe-se, liberando nutrientes que participam da cadeia alimentar. Esse processo é responsável pela manutenção de quantidades consideráveis de alevinos. Nas represas fio d'água, com pequenas flutuações no nível da água, por não existir zona de depleção, tais condições não são observadas e elas são pobres em alevinos.

O controle do processo de colonização e morte das plantas da zona de depleção pela variação do nível da água tem sido uma ferramenta utilizada em países desenvolvidos para aumentar a produção pesqueira de suas represas. Nos estudos feitos sobre os peixes da represa de Três Marias, verificamos que não há sincronia entre o processo de variação do nível da água e a reprodução das principais espécies lá encontradas, o que pode estar comprometendo a sobrevivência dos alevinos e a produção pesqueira desse ambiente.

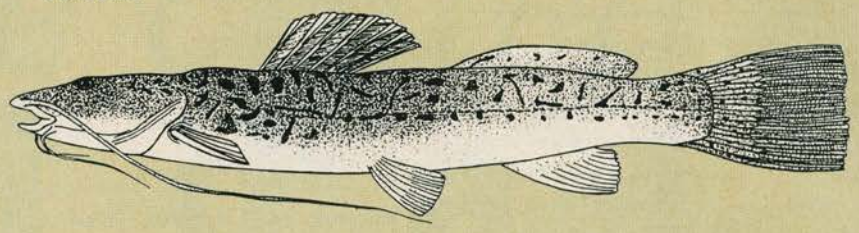
O impacto das usinas hidrelétricas

Desde a implantação das primeiras hidrelétricas no Brasil, tornaram-se evidentes as modificações nas comunidades de peixes ocasionadas pela construção de barragens para as grandes usinas. No rio São Francisco, a pesca profissional da colônia de pescadores de Pirapora, situada a jusante da barragem de Três Marias, é sustentada pelo surubim, pirá, dourado e curimatás, espécies de grande porte, migradoras e de alto valor comercial.

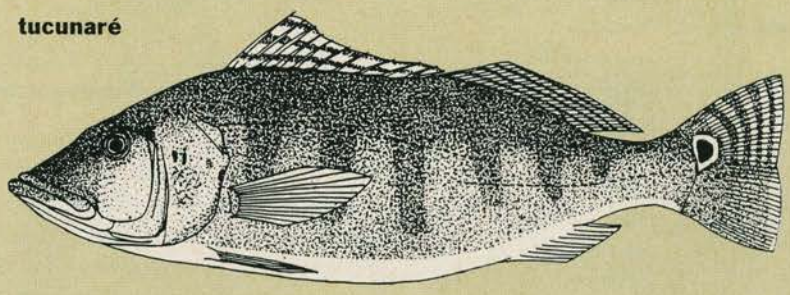
Na represa de Três Marias a pesca é bem diferente. Embora o número de dias permitidos legalmente para essa atividade seja maior do que no rio, sua produtividade por hectare é substancialmente menor. Nesse ambiente lêntico, várias espécies migradoras da região são raramente capturadas e sua comunidade é formada, na maior parte, por peixes não-migradores pequenos e médios. Os pescadores, apesar de pescarem mais quilos por ano, capturam espécies de menor valor comercial.

A jusante da barragem de Três Marias, também é evidente a redução populacio-

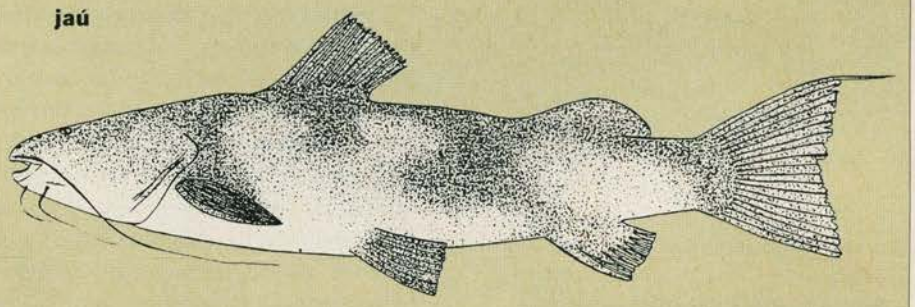
surubim



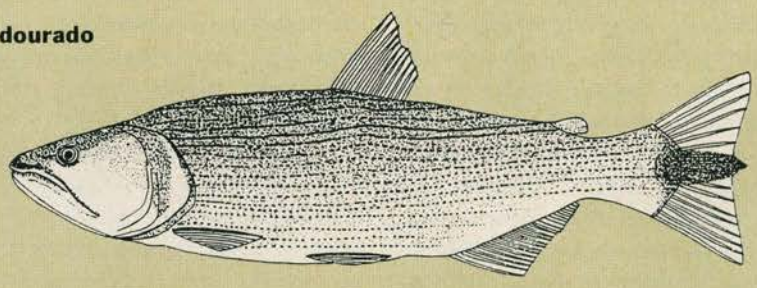
tucunaré



jaú



dourado



A construção de novas usinas hidrelétricas prejudicará muito o dourado e o jaú, e beneficiará o tucunaré. Com relação ao surubim do rio Jequitinhonha (Steindachneridion doceana) **pouco se sabe sobre as conseqüências dessas novas usinas.**

nal provocada pela diminuição da produtividade das águas e pela regularização da vazão do rio. A operação de uma usina hidrelétrica de grande porte tende a evitar grandes alterações na vazão de jusante, diminuindo a ocorrência de enchentes e, não sendo inundadas, as lagoas marginais de jusante deixam de ser criatórios de alevinos. É provável que as populações migradoras localizadas a montante de represas também diminuam, por conta da redução da área migratória. Essa diminuição tende a se agravar nos rios com barramentos sucessivos e naqueles próximos às cabeceiras da bacia hidrográfica.

Para contornar os problemas provocados pelos barramentos, foram instaladas, a partir da década de 70, estações de hidrobiologia e piscicultura. Em Minas Gerais foram construídas três estações e em São Paulo, oito; a maioria pertencente às companhias energéticas estaduais.

No início, essas estações cuidavam apenas do povamento ou repovoamento das bacias hidrográficas. Em São Paulo, dentre as 17 espécies selecionadas para essas atividades, 11 eram exóticas, destacando-se o tucunaré e a pescada-do-Piauí, ambos peixes carnívoros da região amazônica.

O tucunaré é famoso pela agressividade e sua disseminação fora do seu habitat original pode provocar alterações danosas ao ambiente, como o ocorrido no lago Gatun, Panamá, onde ele causou a extinção de 13 das 17 espécies nativas, seis anos após sua introdução. Com a desestruturação da cadeia alimentar provocada pelo tucunaré houve aumento significativo de mosquitos nas vizinhanças do lago, inclusive os transmissores da malária.

Como não existem trabalhos de monitoramento das nossas águas represadas, não se pode avaliar corretamente os eventuais danos causados pela introdução de espécies exóticas em São Paulo e Minas Gerais. Sabe-se que várias represas desses estados estão contaminadas com tucunarés e pescadas-do-Piauí. Na represa de Três Marias, a primeira captura de tucunaré na pesca científica ocorreu em 1984 e, entre julho de 1985 e junho de 1987, pudemos observar que a participação do tucunaré nessa pesca aumentou em cerca de 600%. Acompanhamentos de até 30 anos da pesca profissional nos açudes do nordeste do Brasil mostram que o tucunaré tornou-se responsável por 15 a 35% da produção pesqueira, o que evidencia sua capacidade de proliferação em represas.

Ainda que não haja dados sobre os danos causados, é possível que a pescada-do-Piauí, um peixe igualmente carnívoro e predador, também provoque alterações significativas na fauna de peixes nas represas em que ela é abundante.

Dentre as medidas existentes para a conservação da ictiofauna, a que apresenta maiores perspectivas de sucesso é a gestão adequada das atividades das estações de hidrobiologia. Atualmente, existe tendência de se trabalhar exclusivamente com espécies nativas. O domínio de técnicas de repodução artificial em cativeiro de várias espécies nativas, juntamente com a conscientização dos cientistas que trabalham nessas estações, tem sido fator importante para que espécies exóticas sejam cada vez menos utilizadas.

Além da substituição de espécies exóticas por nativas, algumas estações têm se preocupado em implementar programas de monitoramento de parâmetros limnológicos e ictiológicos dos corpos d'água em que atuam. Esses monitoramentos são fundamentais para correta avaliação dos efeitos decorrentes de programas de repovoamento e fornecem subsídios à normatização da pesca nesses ambientes, ainda hoje feita de maneira empírica.

A ictiofauna mineira no próximo século

Para se avaliar a situação da ictiofauna de Minas Gerais após o ano 2010, é preciso considerar ainda a perspectiva de construção de novas barragens hidrelétricas no estado. A data não foi escolhida por acaso. Ela está no título do plano da Eletrobrás que prevê as necessidades energéticas do país e a construção de novas usinas hidrelétricas (UHE). Para o ano de 2010, a Companhia Energética de Minas Gerais pevê a construção de novas UHE's em seis bacias hidrográficas do estado (figura 3).

Dos rios mineiros, o Grande é o que possui maior número de UHE's e, dentre as projetadas para esse rio, a de Igarapava é a que se encontra em fase mais adiantada de construção. Sua localização intermediária na cadeia de barragens do rio Grande e a reduzida bacia hidrográfica pertinente permitem supor que ela causará mudanças apenas na fauna local, atualmente já bastante alterada. Trabalhos realizados recentemente mostram que peixes migradores de grande porte são raros na região, e acredito que a pescada-do-Piauí, um dos peixes comerciais mais abundantes na represa de Volta Grande, situada logo abaixo de Igarapava, poderá vir a colonizá-la.

A represa do Funil será construída em um dos maiores trechos lóticos (águas continentais correntes) remanescentes do rio Grande, onde pude verificar serem ainda comuns espécies migradoras de grande porte como dourado, piapara e curimbatá. Há cerca de cinco anos, foi noticiada em jornais mineiros a presença de alevinos de jaú no rio das Mortes, afluente do Grande na região do Funil. A implantação da represa do Funil deverá modificar significativamente a situação atual da ictiofauna local.

Na parte mineira da bacia do rio Paranaíba, quatro usinas hidrelétricas estão projetadas. No rio Araguari, um dos principais afluentes do Paranaíba, serão construídas três dessas usinas. Duas delas, Nova Ponte e Miranda, encontram-se em fase de execução do projeto.

Nesse rio, bastante encaixado no planalto circunvizinho e com afluentes encachoeirados, ainda são capturados piapara, curimbatá, jaú e surubim, mas não existem pescadores profissionais registrados e a pesca é basicamente de subsistência das populações ribeirinhas. As barragens projetadas vão suceder-se umas as outras de modo a eliminar, quase totalmente, sua condição lótica. Esse quadro sugere que as espécies migradoras de grande porte não poderão realizar a piracema e, provavelmente, serão extintas nesse rio. Nas novas represas deverá ocorrer o predomínio de espécies não-migradoras de pequeno porte.

Também na represa de Itumbiara, no rio Paranaíba, poderão ocorrer alterações na ictiofauna, com a construção das usinas no rio Araguari e no rio Corumbá, seu afluente do lado de Goiás. A atual comunidade de peixes de Itumbiara é dominada por espécies de ambientes lênticos. Entretanto, dourado, piapara, curimbatá, jaú e surubim são ainda capturados na pesca profissional. As populações dessas espécies deverão diminuir sensivelmente

em função das dificuldades de realizarem a piracema impostas pela obstrução de seus mais importantes afluentes, o Araguari e o Corumbá.

A usina hidrelétrica de Bocaina, única projetada para o próprio rio Paranaíba, será construída nas cabeceiras da bacia. Tal como a represa do Funil, ela terá sua barragem localizada na região com maior área lótica remanescente deste rio. Acredito que a construção dessa usina poderá modificar a composição da ictiofauna da represa de Emborcação, a primeira a sua jusante. Com a diminuição da área lótica a montante de Emborcação, o predomínio de espécies de ambientes lênticos nessa represa será ainda mais acentuado. Bocaina também deverá apresentar idêntico predomínio de espécies de ambientes lênticos, porque estará localizada no trecho mais alto do rio Paranaíba, com reduzido trecho lótico restante.

No trecho mineiro da bacia do rio São Francisco, a maioria das usinas hidrelétricas são de tamanho reduzido e estão localizadas nas cabeceiras de seus afluentes. Não há informações sobre os peixes nelas existentes. A maior delas, a represa de Três Marias, foi enchida no início da década de 60 e sua ictiofauna vem sendo estudada há mais de 10 anos. Apesar da baixa produtividade da represa, 25% dos peixes capturados são migradores, principalmente curimatás, como demonstram os estudos desenvolvidos pela Companhia de Desenvolvimento do Vale de São Francisco — Codevasf. A construção das UHE's Pompéu e Choro, previstas respectivamente para os rios São Francisco e Paraopeba — principais afluentes de Três Marias — deverá diminuir a participação de peixes migradores na pesca dessa represa.

O rio São Francisco a montante de Três Marias é atualmente muito pobre em peixes migradores. As comunidades de peixes do rio Paraopeba, seu maior afluente, são pouco conhecidas e devem estar alteradas em conseqüência da intensa atividade humana nessa bacia.

Abaixo de Três Marias serão construídas as usinas de Formoso, São Romão e Bananeiras. De Três Marias à represa de Sobradinho, na Bahia, não existem barragens, as várzeas são extensas e com abundantes lagoas marginais. Isso garante uma comunidade diversificada de peixes, com

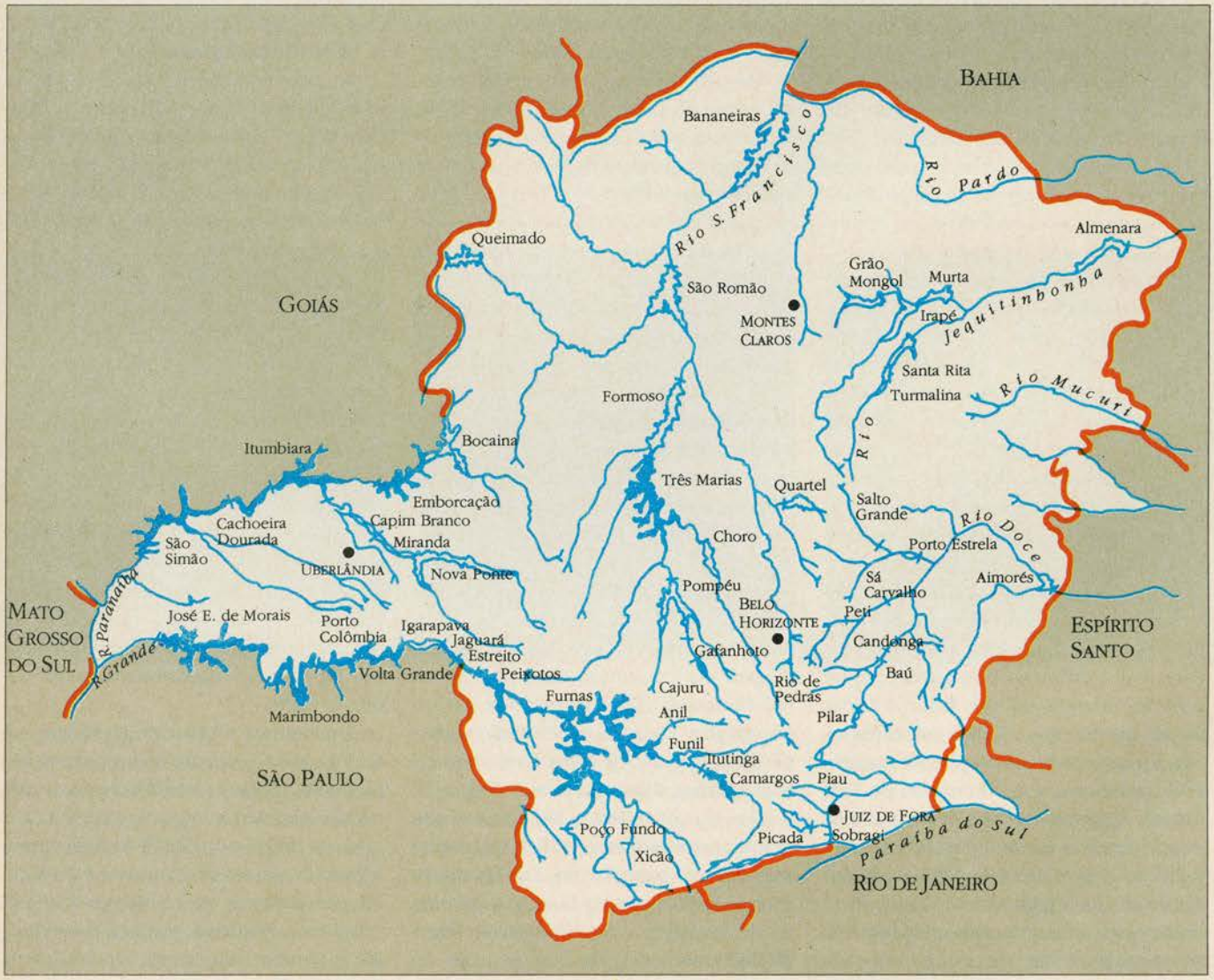


Figura 3. Represas hidrelétricas de Minas Gerais. As represas em operação estão representadas em preto; as previstas no Plano 2010 estão em branco. As represas em operação, com área alagada pequena, estão representadas apenas por um traço perpendicular ao rio.

FONTE: COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS

muitos peixes migradores que sustentam o principal sítio pesqueiro do estado de Minas Gerais. Para a ictiofauna, esse é o mais importante segmento do rio.

A implantação dessas usinas acarretará, certamente, uma das mais intensas modificações na ictiofauna de Minas Gerais. Os obstáculos físicos impostos pelos barramentos e a interrupção do maior trecho lótico remanescente do rio São Francisco dificultarão a piracema, provocando drástico declínio das populações de espécies migradoras. Parte das lagoas marginais serão submersas pelos novos lagos artificiais e as restantes serão seriamente afetadas com a regularização da vazão do rio.

Esses fatores, juntamente com a provável diminuição da produtividade primária, devem reduzir sensivelmente a produção de pescado, com reflexos socioeconômicos negativos. Os novos ambientes formados serão favoráveis ao desenvolvimento de espécies de menor porte. Tais conseqüências, ainda que passíveis de ocorrer em outros barramentos, serão mais acentuadas na área mencionada do São Francisco. As demais barragens a serem construídas na bacia do São Francisco são de cabeceira, onde as comunidades de peixes são desconhecidas.

No rio Jequitinhonha não existem represas de usinas hidreléticas com área alagada maior que 1 km^2. Para essa bacia, estão projetadas seis usinas, sendo três para o rio principal e três para os afluentes.

O Jequitinhonha apresenta reduzida planície de inundação e sua produtividade de peixes é, proporcionalmente, baixa. A ictiofauna do alto e médio Jequitinhonha é muito peculiar, principalmente quando comparada às das bacias do centro e do oeste de Minas. Aí não ocorrem peixes de grande porte. O trairão parece ser o maior deles, atingindo de cinco a seis quilos. Feqüentemente, suas maiores espécies atingem cerca de um ou dois quilos. Os peixes de maior porte mais comuns são piapara, crumatã, cascudo e roncador. Vários grupos de peixes, comuns em outras bacias, como *Salminus* (tabaranas e dourados), *Serrasalmus* (piranhas e pirambebas), *Schizodon* (taguara), *Pimelodus* (mandi) e *Pseudoplatystoma* (surubim), não são encontrados no Jequitinhonha.

Os gêneros *Prochilodus* (curimbatá), *Leporinus* (piau) e *Brycon* (matrinchã) apresentam em outras bacias espécies classicamente consideradas como migradoras. Entretanto, foi possível verificar que os ribeirinhos do Jequitinhonha desconhecem o vocábulo piracema e seu significado. Aparentemente, fenômenos migratórios, isto é formação de cardumes e saltos em cachoeiras, comuns em outros rios do sudeste, não são observados nesse rio. Parece portanto que, se a piracema ocorre no Jequitinhonha, algumas de suas características devem ser diferentes daquelas observadas em outras regiões do Brasil.

Infelizmente, a biologia dos peixes do Jequitinhonha ainda é pouco conhecida, o que dificulta a elaboração de prognósticos sobre o futuro de sua ictiofauna. Os peixes do rio Doce e do Paraíba do Sul são ainda menos conhecidos e, como no caso do Jequitinhonha, torna-se difícil fazer prognósticos a respeito.

Em síntese, Minas Gerais, que até o início da década de 60 era um estado fluvial, se tornará, dentro de algumas décadas, tipicamente lacustre, tanto na estrutura de seu sistema hídrico quanto na composição de sua ictiofauna. Indivíduos de espécies migradoras serão cada vez mais raros e a pesca profissional tenderá a ser cada vez menos expressiva. Os pescadores amadores certamente mudarão seus hábitos, passando a pescar tucunarés ou pescadas-do-Piauí em represas.

FOTO ALEXANDRE L. GODINHO

A primeira de uma série de cachoeiras do rio Claro, afluente da futura UHE-Miranda, que dificultarão a ocorrência de peixes de piracema nessa represa.

Alexandre Lima Godinho
Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

Solução descentralizada

Brasil, Chile, Argentina e Espanha pesquisam e debatem o papel das questões regionais em seus processos de redemocratização

Assim como no Chile, na Argentina e na Espanha, tudo indica que o processo de redemocratização do Brasil passa por uma descentralização político-econômica para ampliar recursos e atribuições de estados e municípios, reduzindo a participação decisória do governo federal. A previsão é um dos resultados preliminares do projeto de pesquisa 'As questões regionais nas transições à democracia — análise dos casos do Brasil, Chile, Argentina e Espanha', em curso nos quatro países, sob a coordenação do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas da Espanha.

Na base desse projeto está a constatação de que, com as ditaduras militares que prevaleceram por longo tempo nesses países, reforçou-se a tendência de concentração do poder decisório nos governos centrais, concentrando a atividade econômica e a população em espaços físicos reduzidos.

Segundo a pesquisa, há pontos comuns na história dos quatro países que reforçam o indicativo de uma solução descentralizada: passaram nos últimos 15 anos por processos de transição da ditadura para a democracia em contexto de crise econômica, ensaiam formas de desconcentração econômica regional e, em todos eles, o estado central está sendo questionado no sentido de transferir parcelas de suas atribuições às instâncias subnacionais.

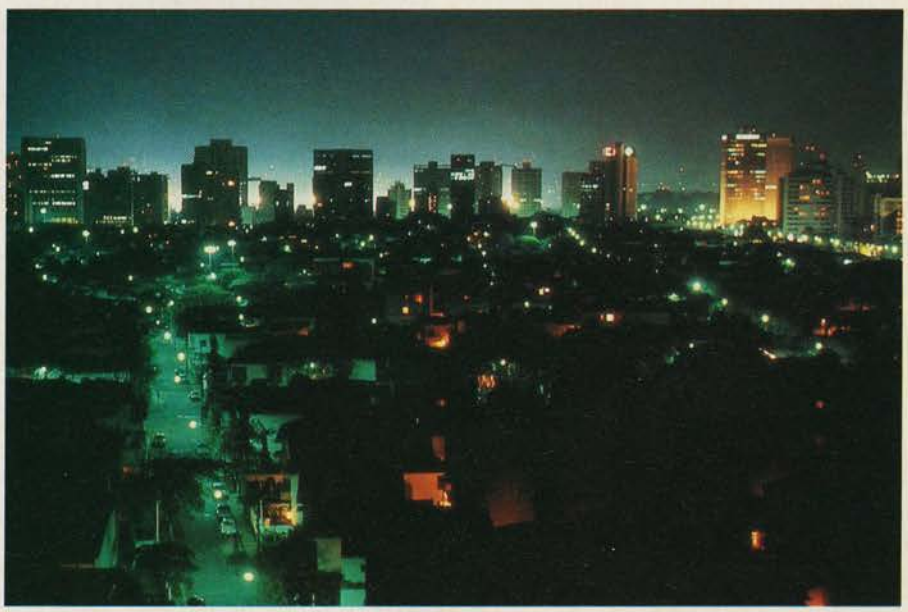
Isso acontece em um momento de abertura externa comum aos quatro países, simultaneamente a uma mudança do papel intervencionista do estado. Em um processo de transição democrática, as questões regionais e sociais ampliam sua importância, exigindo o fortalecimento da atividade pública do estado e mudando seu papel de produtor de bens — como historicamente vinha ocorrendo — para o de gestor e produtor de serviços básicos.

Pode-se observar, atualmente, na economia desses países um processo de privatização das empresas estatais e uma demanda pela reformulação do papel do estado à luz das transformações contemporâneas e dos problemas regionais e sociais emergentes. "Ao invés de um estado fraco, entretanto, é preciso defender um estado forte em termos de políticas sociais e regionais", ressalvou o economista Clélio Campolina Diniz, pesquisador do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais, e responsável pela condução da pesquisa no Brasil. Segundo ele, o que se advoga não é o fortalecimento do poder decisório do estado central e sim da atividade pública, transferindo para as instâncias regionais recursos e atribuições políticas e sociais.

O pesquisador do Cedeplar considera quase impossível um país com as dimensões territoriais e populacionais do Brasil funcionar com o nível de desigualdade existente sem a presença de um estado forte e atuante, capaz de dar racionalidade ao funcionamento do federalismo: serviços públicos ligados a projetos de habitação, saúde e educação primária deveriam ser administrados em nível regional, a exemplo do que ocorre nos países desenvolvidos. "Isso permite que a sociedade acompanhe mais facilmente o comportamento do setor público, inibindo a corrupção e adequando as políticas regionais e sociais às condições específicas de cada município ou região", argumenta Campolina.

"A descentralização favorece o compromisso dos cidadãos em colaborar mais efetivamente para a solução dos problemas que o afetam em sua região", completa o economista José Luís Curbelo, do Conselho Nacional de Pesquisas Científicas da Espanha e coordenador da pesquisa em seu país. Para ele, o ideal é viabilizar um modelo em que os parlamentares respondam aos cidadãos por seus atos e em que os governos regionais tenham legitimidade e autonomia para administrar.

A pesquisa, debatida em um seminário internacional promovido pelo Cedeplar, de 31 de março a 2 de abril, também avaliou que a história da concentração



São Paulo, exemplo mais evidente do ônus social do modelo concentracionista, chegou a participar com 58% da produção industrial, concentrando 22% da população, embora ocupe cerca de 3% da área geográfica do Brasil.

econômica e populacional, além de agravar a desigualdade, cria um custo muito alto para a sociedade. No caso brasileiro, o exemplo mais evidente do ônus social do modelo concentracionista ocorre em São Paulo, que já chegou a participar com 58% da produção industrial, concentrando 22% da população, embora ocupe menos de 3% da área geográfica do país.

Esta situação gerou custos indesejáveis, sobretudo de poluição ambiental, habitação e infra-estrutura, que pressionaram as empresas a buscar formas alternativas de desenvolvimento industrial. Ao mesmo tempo, começaram a surgir atividades econômicas novas, ligadas às bases da ciência e tecnologia, em geral mais propícias a se instalarem em cidades de médio e pequeno porte como Campinas e São Carlos (SP), Florianópolis (SC) e Santa Rita do Sapucaí (MG).

"Estamos vivendo um momento decisivo para uma alteração macroespacial da economia brasileira", prevê Campolina. Tomando como exemplo a região centro-oeste, que se transformou na grande fronteira agrícola do país, ele analisa como altamente desejável a criação de uma ferrovia para escoar a produção de soja, ligando o Mato Grosso a Carajás (sudeste do Pará) e de lá ao porto da Madeira, em São Luís do Maranhão. Para o economista, a medida seria uma forma de baratear o transporte internacional, considerando que o porto da Madeira está mais próximo dos grandes mercados estrangeiros, além de representar uma alternativa macroespacial importante para atenuar a concentração da economia brasileira na região de São Paulo e abrir oportunidades para o crescimento do nordeste.

Para Campolina, é preciso aproveitar o momento em que se discute a política tecnológica e industrial do país para recolocar em pauta a proposta de criação de centros especializados, inspirando-se na tendência mundial de atrelar o desenvolvimento tecnológico e científico ao incremento social e regional.

Iniciada nos Estados Unidos — exemplo clássico desse modelo —, a tendência atingiu sua forma mais bem-sucedida no Japão, onde a criação de 25 tecnópoles fora do eixo das grandes regiões metropolitanas fez do país a experiência mais promissora de economia descentralizada.

Apesar das dimensões territoriais brasileiras, Campolina acredita que esse modelo é perfeitamente viável no país: na região nordeste, poderia ser pensada uma especialização na área de biotecnologia, na região amazônica seriam montados centros de pesquisa na linha da biodiversidade, visando o aproveitamento racional da floresta. Já nas regiões mais tradicionais da economia seriam desenvolvidos centros de pesquisa especializados, segundo as vocações regionais.

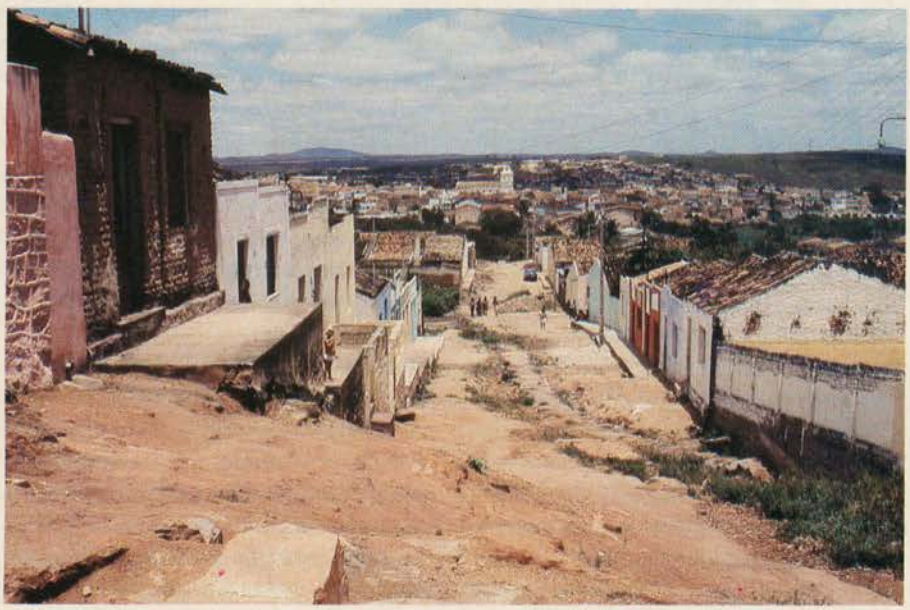
Em Minas Gerais, por exemplo, o economista da Cedeplar entende que poderia ser mais bem explorada a disponibilidade mineral, tendo em vista o desenvolvimento da metalurgia. "A idéia é que todas essas experiências tenham como suporte o poder e os recursos locais, dividindo-se as atribuições entre setor privado e setor público", teoriza.

Segundo as conclusões do seminário, se a democracia for preservada nos quatro países, as próprias sociedades, cada uma a seu tempo, descobrirão formas de organização descentralizada de suas instâncias governamentais, capazes de conduzir o país com maior eficiência e de forma mais racional e justa.

No caso brasileiro, Campolina analisa que as sucessivas histórias de corrupção e tráfico de influências — como a indústria da seca no nordeste que, em vez de promover o desenvolvimento regional e social, transformou-se em um mecanismo de corrupção — demonstram a necessidade de uma reorganização do setor público. Para ele, a parafernália de incentivos regionais e setoriais exige uma reformulação muito clara da função do estado em termos de políticas sociais e regionais.

Entre os quatro países pesquisados, o seminário avaliou que o Brasil reúne as condições mais favoráveis para a implantação de um modelo descentralizado, apesar da crise econômica e da desigualdade social. Segundo Campolina, nas últimas décadas, o Brasil aumentou sua base produtiva e seu conhecimento científico e tecnológico, capacitando-se para adotar uma política de retomada do crescimento, com mais justiça social e atenuação da concentração econômica.

Um sinal claro dessa tendência, a seu ver, é a Constituição de 1988, que começou a ensaiar os primeiros passos no caminho da descentralização. Ele ressalva, entretanto, que é preciso adequar essa orientação em termos do funcionamento do federalismo e conseqüentemente da distribuição de recursos e atribuições entre as três esferas governamentais: União, Estados e Municípios.



FOTOS PEDRO LOBO

No Nordeste, as sucessivas histórias de corrupção e tráfico de influências, que impediram a promoção do desenvolvimento social e regional, demonstram a necessidade de uma reorganização do setor público no país.

Marise Muniz
Ciência Hoje/*BH*.

Tratamento para esquizofrenia

Estudo testa nova droga para doença que atinge 150 mil brasileiros

Começa a ser experimentada no Brasil uma nova droga para o tratamento da esquizofrenia. Segundo o psiquiatra Maurício Garrote, supervisor do Ambulatório de Esquizofrenia do Hospital das Clínicas (HC) da Universidade de São Paulo (USP), "a doença é rara, mas muito grave" e só um terço dos pacientes se recuperam razoavelmente do primeiro surto.

A esquizofrenia ocorre em cerca de 0,1% da população o que, no Brasil, resulta em cerca de 150 mil esquizofrênicos. Desses, um terço se recupera sem demonstrar sintomas graves, embora, segundo Garrote, nunca haja volta perfeita ao estado anterior ao surto. Os outros dois terços se dividem ao meio, com um terço de pacientes que se recuperam parcialmente e um terço que resiste a qualquer terapia.

Descrita em 1896 como 'demência precoce', a esquizofrenia recebeu seu nome atual em 1908, em um artigo do psiquiatra suíço Eugen Bleuler. Na época, o tratamento era feito só com sessões de psicoterapia. Na década de 30, começaram as aplicações de eletrochoques em pacientes esquizofrênicos (hoje em desuso) e, nos anos 50, vieram os chamados neurolépticos (fenotiazinas, butirofenonas e tioxantenos). Apesar da introdução dessas novas armas terapêuticas, a proporção de recuperados, parcialmente recuperados e resistentes continuou a mesma: um terço para cada grupo.

Desenho de Octavio Ignacio, do acervo do Museu de Imagens do Inconsciente.

'Recuperar-se' de um surto de esquizofrenia — a idade para a primeira ocorrência dos sintomas fica entre 18 e 25 anos para homens e 25 a 35 anos para mulheres — pode não significar muito. O paciente, normalmente cerca de três semanas depois de internado, perde a agressividade inicial, consegue voltar a se comunicar eficientemente com os outros, abandona seus delírios e alucinações, mas paga um preço elevado por isso.

Na linguagem técnica, diz-se que ele perde os sintomas positivos, para só desenvolver os negativos: pobreza de pensamento (incapacidade de raciocinar acima do nível mais trivial), pobreza de vontade (o que leva o paciente a se abandonar horas em uma mesma posição, por exemplo), pobreza de afeto e incapacidade de manter a atenção sobre qualquer coisa.

É sobre esses sintomas que a droga 'risperidone' pode agir. Não é o remédio para o um terço de maior sorte, mas pretende elevar o que se entende por 'recuperação' para o um terço intermediário e representa alguma esperança para o um terço resistente. Espera-se que ela, além de combater os sintomas negativos, não tenha efeitos colaterais graves como outros neurolépticos (convulsões, problemas de movimentação, queda do nível de glóbulos brancos no sangue).

As pesquisas estão sendo desenvolvidas no Instituto de Psiquiatria do HC pelo Projesq (Projeto Esquizofrenia), do qual Garrote é um dos supervisores. Ele fica com a parte psicoterapêutica e Mário Louzã é o responsável pela supervisão da parte psicofarmacológica. "É só uma divisão de trabalho", explica Garrote, "não se trata de aptidão ou de crença maior na eficácia de um ou outro tratamento". Ele mostra dados que comprovam que a conjugação psicoterapia/drogas aumenta sempre a eficácia do tratamento de esquizofrênicos.

Louzã explica que o risperidone (sintetizado pelo laboratório belga Jansen há cerca de cinco anos) é um bloqueador de dopamina e serotonina (neurotransmissores). Outros neurolépticos bloqueiam só dopamina e é nessa diferença que se depositam as maiores esperanças de que o risperidone tenha sucesso. Não há previsão para o lançamento comercial no Brasil. Fora, a droga deverá estar disponível até o final deste mês.

Os quatro 'As' da doença

O esquizofrênico apresenta o chamado quadro dos 'quatro As', estabelecido, em 1908, por Bleuler:

1. *Ambivalência dos afetos e ações*: duas atitudes radicalmente opostas em relação à mesma coisa. Por exemplo, amar alguém por causa de sua inteligência e detestar a mesma pessoa por causa dessa própria característica;
2. *Associação subvertida de idéias*: a pessoa passa a ver nos objetos comuns 'sinais' de que está sendo perseguida, de que é um personagem importante etc.;
3. *Afetos impróprios*: por exemplo, expressar tristeza rindo;
4. *Autismo*, que não é o autismo infantil, mas o estado em que a pessoa se fecha em um mundo inteiramente próprio, cria novas palavras, respeita uma nova lógica etc.

O problema é que o tratamento psicoterápico e psicofarmacológico do esquizofrênico é caro, o que torna a coisa especialmente difícil para países como o Brasil. O esquizofrênico é, diz Garrote, "um paciente de UTI". Ele não pode ser deixado sem cuidados, necessita, pelo menos inicialmente, de internação, precisa tomar drogas caras e exige a atenção de pessoal altamente especializado.

O Projesq nasceu em 1988, quando o Instituto de Psiquiatria do HC ainda não tinha um ambulatório especializado em esquizofrenia. Como residente, Garrote começou a reunir pacientes e pedir a colegas que encaminhassem casos de esquizofrenia para esse ambulatório. O cadastro inicial foi crescendo e hoje o grupo já começa a divulgar alguns resultados em revistas especializadas.

O projeto ainda não fechou o grupo de pacientes que participará dos testes. Para se candidatar, ele deve ter entre 18 e 30 anos, morar na Grande São Paulo e estar disponível para ser internado por duas ou três semanas (para acerto da dose e melhor monitoramento).

Jesus de Paula Assis
Ciência Hoje/*São Paulo*.

O cavalo de Roraima

Caça ameaça de extinção cavalo que vive há dois séculos em estado selvagem

A comercialização para o abate em Manaus (AM) ou para venda a países vizinhos, o cruzamento com raças diferentes e, principalmente, a caça ameaçam extinguir os últimos 200 exemplares dos cavalos de Roraima, única população eqüina selvagem em todo o mundo que sobrevive sem proteção oficial.

Vivendo por cerca de dois séculos no Lavrado (região inóspita no nordeste de Roraima), esses animais — batizados lavradeiros — não estão resistindo ao avanço da fronteira agrícola no estado, que fez crescer o número de fazendeiros que matam os cavalos selvagens por simples prazer.

Moradores da região garantem que há poucos anos havia pelos menos 3 mil cavalos no Lavrado. Até então, as características da região eram suficientes para proteger o grupo de animais. O Lavrado é isolado geograficamente por barreiras naturais, que formam as serras na fronteira com a Venezuela. O clima é semelhante ao do Cerrado, mas a vegetação rasteira, sem arbustos, é ainda mais pobre. Chuvas inundam a região durante pelo menos seis meses e a estiagem prevalece no resto do ano.

A semelhança entre o Lavrado e o Cerrado é um dos fatores que motivaram o projeto de pesquisa sobre o cavalo selvagem, desenvolvido há dois anos pelo Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Os pesquisadores acreditam que o lavradeiro ainda poderá ser usado na pecuária no Cerrado, onde estão 39% do

Lavradeiro macho se exibe para as fêmeas, provocando briga com o reprodutor de um grupo delas que o desafiante quer dominar.

Grupo de cavalos lavradeiros foge do homem no Lavrado. Eles podem alcançar 60 km/h para fugir da perseguição humana e conseguem manter essa velocidade por 30 minutos.

rebanho bovino brasileiro. Nenhuma outra raça nacional se adaptou à região.

Outro motivo para o interesse no estudo do lavradeiro é a sua tolerância à anemia infecciosa eqüina (AIE), doença fatal para outras raças. Em conseqüência de sua fácil transmissão, o Ministério da Agricultura determinou que todo animal infectado seja sacrificado. No entanto, apesar de aproximadamente 50% dos lavradeiros serem portadores do vírus da AIE, nenhum deles apresenta os sintomas da doença. Os pesquisadores investigam se o lavradeiro tem resistência genética ao vírus ou, o que é menos provável, se o vírus que o infecta é menos patogênico.

O Cenargen trabalha na caracterização genética e conservação do germoplasma do lavradeiro. "Queremos garantir a preservação de um patrimônio genético único, selecionado sem contato com o ser humano ao longo de mais de dois séculos", afirma o coordenador da pesquisa, Antonio Carlos Motta. Além de estudar os animais em liberdade, o Cenargen pesquisa 60 deles mantidos em uma fazenda experimental do governo do estado de Roraima.

Especialista em comportamento animal, Motta se impressionou com algumas características da raça. O índice de fertilidade entre os lavradeiros é alto. Normalmente, encontram-se 50% de fêmeas prenhas em um rebanho, mas entre os lavradeiros esse índice sempre é superior a 80%.

Em fuga, o lavradeiro pode manter a velocidade de 60 km por hora durante 30 minutos. Cavalos de corrida chegam a 65 km por hora, mas só durante um minuto. "A raça tem características nas quais é difícil acreditar. Além disso, vive onde parece ser impossível", diz Motta.

Impressionante é a capacidade de adaptação ao clima. "Animais do nordeste não suportam a umidade no período de chuva e os do sul não agüentam a secura na estiagem", compara a veterinária Valéria Martins, que estuda os lavradeiros há oito anos.

A grande acidez do solo (pH 5,2) faria supor que os cavalos sofressem sérios problemas de descalcificação, o que não acontece. Com altura média de 1,40 metro, o lavradeiro selvagem adulto pesa em torno de 280 quilos, mas chega a quase 400 quilos quando criado pelo homem. Vive em manadas de três a 12 animais, compostas por um macho e um lote de éguas e suas crias.

Margareth Marmori
Ciência Hoje/*Brasília*.

Origem controversa

Inicialmente, acreditava-se que o lavradeiro fosse descendente de animais levados pelos portugueses a Roraima em 1789. Mas há relatos, de 1850, notificando a existência de milhares de cavalos selvagens no Lavrado. "Sessenta anos não seriam suficientes para que os animais se adaptassem tão bem à região", comenta Valéria Martins.

Para Motta, os lavradeiros se originaram de animais desgarrados dos rebanhos espanhóis na América Central. A raça seria então descendente do garrano, grupamento de cavalos da Península Ibérica levado para a América como bestas, ou seja, para o transporte de carga.

FOTOS JORGE CADDAH/CENARGEN

Trigo de proveta no campo

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em São Paulo, iniciou o plantio das primeiras linhagens de trigo desenvolvidas através da biotecnologia. Com esse processo, reduz-se de seis anos para um ano o tempo necessário para a criação de cultivares mais produtivos.

O geneticista Luiz Carlos Ramos, da Seção de Genética do IAC e um dos responsáveis pelo trabalho, explica que "o decréscimo de tempo obtido com a adoção da biotecnologia para produção de novas variedades permite uma grande redução no custo, no risco e na área plantada, possibitando que os cultivares cheguem mais cedo ao agricultor".

Cinco regiões do estado de São Paulo estão recebendo mais de cem linhagens diferentes, desenvolvidas em laboratório, para avaliar seu comportamento em campo e identificar as mais promissoras.

Garis chagásicos de Brasília

Uma pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (UnB) indicou que 35% dos garis do Serviço de Limpeza Urbana (SLU), órgão do governo local, estão infectados com a doença de Chagas.

Graças ao convênio firmado entre a SLU e a UnB, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Ministério da Saúde, os garis estão sendo submetidos a três tipos de exames (imunofluorescência, teste cutâneo e hemaglutinação direta) para a identificação do grau de incidência da doença em área urbana. Em diagnósticos duvidosos, é realizado um quarto exame, o *imunoblot*.

Dos cinco mil garis de Brasília, 1.010 já foram examinados. Para o responsável pela pesquisa, o médico Douglas Linhas Tinoco, a procedência dos garis — vindos principalmente de regiões endêmicas da doença — explica o alto índice de incidência. Mais da metade dos garis é de Minas Gerais, Goiás e da Bahia.

Dados condensados sobre os primeiros 368 pacientes investigados apontaram que 72,1% deles apresentam alterações eletrocardiográficas, algumas causadas pela doença de Chagas.

Um dado surpreendente foi verificado: em 60% dos chagásicos e 65% dos não chagásicos foi observada bradicardia sinusal, ou seja, ritmo cardíaco mais lento do que o normal, característico de atletas. Segundo Douglas, a bradicardia deve estar relacionada à atividade física imposta pelo trabalho dos garis, que precisam correr carregando sacos de lixo atrás do caminhão coletor.

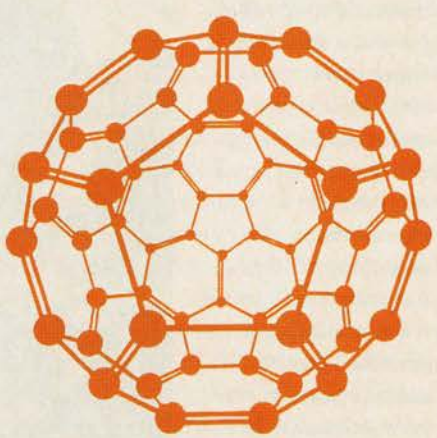
Fulerenos de prateleira

Os fulerenos, moléculas de carbono em forma de 'bolas', já podem ser encontrados nas prateleiras das lojas especializadas, o que facilita a vida dos pesquisadores. A novidade foi apresentada na Escola Internacional de Supercondutores Orgânicos, realizada no Centro Internacional de Física da Matéria Condensada da Universidade de Brasília.

Entre as várias propriedades dessa nova estrutura molecular do carbono está a supercondutividade. Dopados com metais alcalinos, os fulerenos podem atingi-la a temperaturas relativamente altas (cerca de -245° C), se comparados a outros supercondutores tradicionais.

Para os interessados em conhecer as últimas pesquisas em fulerenos, foi lançado um serviço de correspondência eletrônica que divulga os últimos trabalhos nessa área. Para se inscrever, o endereço é BUCKY@SOL1.LRSM.UPENN.EDU. No texto da mensagem é preciso escrever *subscribe*.

A escola, realizada de 27 a 30 de abril, foi dirigida por Arthur Hebbard, da empresa norte-americana AT&T Bell, um dos responsáveis pela descoberta da supercondutividade nos fulerenos dopados.



Esquema mostrando a estrutura molecular de um fulereno, com 60 átomos de carbono.

Xampus cancerígenos

Cosméticos comercializados no Brasil podem estar sujeitos à contaminação por nitrosaminas, substâncias comprovadamente cancerígenas. A suspeita é levantada por Susanne Rath, do Departamento de Química da Universidade de Brasília, que iniciou uma pesquisa para identificar, em comésticos do tipo *rinse-off* — produtos que não ficam em contato prolongado com a pele como os cremes de limpeza, os condicionadores e os xampus —, as substâncias que podem formar nitrosaminas em certas condições de estocagem.

A contaminação nesse tipo de cosméticos pode ocorrer se houver emprego simultâneo de emulsificadores capazes de liberar aminas e de conservantes que podem liberar nitritos.

O Bronidox e o Bronopol, conservantes que liberam nitritos, não são tóxicos isoladamente, mas, quando se decompõem, formam nitritos que se combinam com as aminas secundárias liberadas pelos emulsificadores. O resultado é a formação das nitrosaminas, substâncias potencialmente cancerígenas, mutagênicas e teratogênicas que agem quando ingeridas ou aplicadas sobre a pele.

A formação dessas substâncias depende de condições específicas como estocagem inadequada, tipo de matéria-prima e clima quente. Mas a pesquisadora acredita que a "mais remota possibilidade de contaminação deveria ser eliminada", como aconteceu na Alemanha, onde as indústrias de coméstico deixaram de fabricar produtos com os conservantes liberadores de nitrito depois de recomendação governamental.

Estudos iniciais de Rath mostraram que alguns xampus comercializados no Brasil usam Bronopol e Bronidox, mas ela prefere dispor de todos os dados de sua pesquisa antes de divulgá-los.

A análise dos cosméticos será feita com cromatografia e deverá estar concluída até o final deste ano. Segundo a pesquisadora, esses dois conservantes são muito usados porque têm largo espectro, ou seja, eliminam vários tipos de bactérias e tornam desnecessário o uso de outros tipos de conservantes.

BASEADO EM *SCIENTIFIC AMERICAN* (VOL. 265, Nº 4, P. 38)

Bioquímica em foco

Dando continuidade à cobertura de encontros científicos, Ciência em Dia **traz aqui a cobertura da 22ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Bioquímica e Biologia Molecular (SBBq).Realizado de 1 a 4 de maio, em Caxambu (MG), o encontro reuniu cerca de 1.300 pesquisadores.**

A novidade deste ano foi que os coordenadores tiveram autonomia para organizar seus respectivos simpósios. "Pela primeira vez, eles puderam escolher o nome dos palestrantes", explicou Luiz Juliano Neto, presidente da SBBq.

Na abertura da reunião, foi feito o lançamento da primeira versão do Who is who **em bioquímica, elaborado por Walter Terra, vice-presidente da SBBq. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária aproveitaram a ocasião para anunciar a inauguração da Rede Brasileira de Biologia Molecular e Biotecnologia.**

A seção de painéis, realizada à noite, contou com 800 trabalhos apresentados por estudantes de vários estados brasileiros.

Vacina contra raiva sem efeitos colaterais

Uma nova tecnologia, que permite o cultivo de grandes quantidades de células, viabilizou a obtenção de uma vacina contra a raiva para uso humano, mais pura que a existente no mercado. Segundo Carlos Augusto Pereira, do Instituto Butantan (São Paulo), a vacina que desenvolveu "tem menos efeitos colaterais e é tão eficiente quanto a antiga".

Outra linha de pesquisa que Pereira desenvolve no Laboratório de Imunologia Viral é com a hepatite murina (característica de camundongos), que atinge entre 70 e 80% dos biotérios do mundo inteiro. Ele falou à Ciência Hoje *sobre suas pesquisas.*

Como o senhor obteve a nova vacina contra raiva?

Primeiro, cultivamos células em biorreatores (fermentadores) de cinco litros, produzindo quantidade elevada de células. Em seguida, infectamos essas células com o vírus da raiva, para que elas produzam novos vírus que, posteriormente, são concentrados, purificados e inativados, chegando assim à vacina.

O que difere esse tipo de cultura da tradicional?

É possível fazer cultura em garrafas plásticas pequenas, no laboratório. No entanto, nossa técnica usa cinco litros de cultura em um aparelho grande, o biorreator, com microesferas de dextran. As células aderem nessas microesferas, o que permite ter um número elevado delas. Tendo muitas células, conseqüentemente teremos muitos vírus. Basta, então, concentrar, purificar e fazer a vacina.

A vacina antirrábica para uso humano já existe, não?

Sim, mas com uma metodologia antiga, em que era necessário inocular o vírus em cérebros de camundongos recém-nascidos, onde os vírus se multiplicam. Os animais são sacrificados e com os cérebros coletados se faz um homogeneizado que é a vacina. Com a nova tecnologia, usam-se células, obtendo-se uma vacina muito mais pura e tão eficiente quanto a antiga. Tem menos efeitos colaterais, como os acidentes neuroparalíticos, e menos problemas éticos por não usar animais.

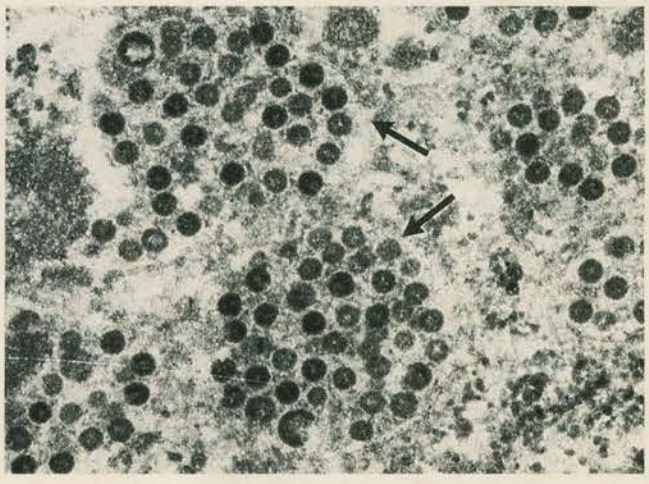
E o custo?

Isso é relativo. Inicialmente, a nova vacina pode ser mais cara, porque é preciso desenvolver o novo procedimento. Mas, em longo prazo, ela deve ficar mais barata, por não precisar de biotérios e usar menos pessoal.

Essa tecnologia pode ser usada para outras finalidades?

Estamos usando essa mesma tecnologia para fazer antígeno para diagnóstico de rubéola, sarampo, poliomelite, febre aftosa e vários produtos da célula. Outras vacinas também podem ser feitas.

Quando devem começar os testes da nova



Partículas do vírus da hepatite murina observadas no interior de macrófagos por microscopia eletrônica de transmissão.

FOTO CEDIDA POR CARLOS AUGUSTO PEREIRA

Interferon · grupo de proteínas secretadas pelas células de organismos superiores que coordenam a defesa contra infecções e ataques de microrganismos e vírus.
Dextran · tipo de açúcar (poliglicose) formado por microrganismos.
Macrófago · célula que remove partículas estranhas ao organismo como bactérias, vírus e parasitas.

vacina?
A tecnologia foi desenvolvida há cerca de dois anos e está em fase-piloto de produção no Butantan. Espero que até o final do ano a vacina já esteja em produção normal.

E a linha de pesquisa básica que o senhor desenvolve?
É para entender melhor o mecanismo de resistência do organismo às infecções por vírus. Para isso, temos estudado o vírus da hepatite murina, que infecta só camundongos. Calcula-se que entre 70 e 80% dos biotérios do mundo inteiro estejam contaminados por ele. Procuramos entender por que alguns animais são resistentes e outros não, por que alguns têm hepatite aguda e outros se recuperam.

O senhor descobriu por que alguns animais são resistentes?
Aparentemente, um mecanismo fundamental na resistência desses animais é a ativação dos macrófagos (células de defesa do sistema imunológico). Em animais suscetíveis, eles não conseguiriam neutralizar o vírus. Em camundongos resistentes, os macrófagos seriam capazes de fazê-lo. A resistência ocorreria quando os macrófagos estivessem ativados pelo interferon-gama, ou seja, essa proteína induziria um estado antiviral.

E como consegue neutralizar?
Não é muito claro, mas de alguma forma o interferon-gama induz um estado antiviral na célula que impede a multiplicação do vírus. Aparentemente, o interferon-gama induz na célula uma diminuição de expressão de proteínas receptoras para os vírus; quando a célula está ativada com o interferon, há menos locais na membrana celular aos quais o vírus pode se ligar. Assim, não ocorre a replicação do vírus, que é a primeira etapa para a infecção. Isso não acontece nos animais suscetíveis, porque o número de receptores permanece o mesmo quando estão ativados. Com isso, o vírus consegue se ligar, penetrar na célula e se multiplicar.

Os animais suscetíveis não têm interferon?
Eles têm, mas suas células não respondem a ele. Ou seja, as suas células, de alguma forma, não são sensíveis à ação dessa proteína. O interferon-gama não consegue induzir nas células o estado antiviral.

O mecanismo da hepatite no camundongo é igual no homem?
É muito diferente, mas o vírus do camundongo pode servir como modelo experimental para a hepatite humana, porque é hepatotrópico, ou seja, se instala no fígado. Temos feito trabalhos isolando diferentes tipos de células do fígado de camundongos e estudando a interação do vírus da hepatite murina com essas diferentes células. Dependendo da célula na qual o vírus se multiplica, vai haver uma hepatite mais aguda ou mais benigna. ◆

Nova técnica para combater o câncer

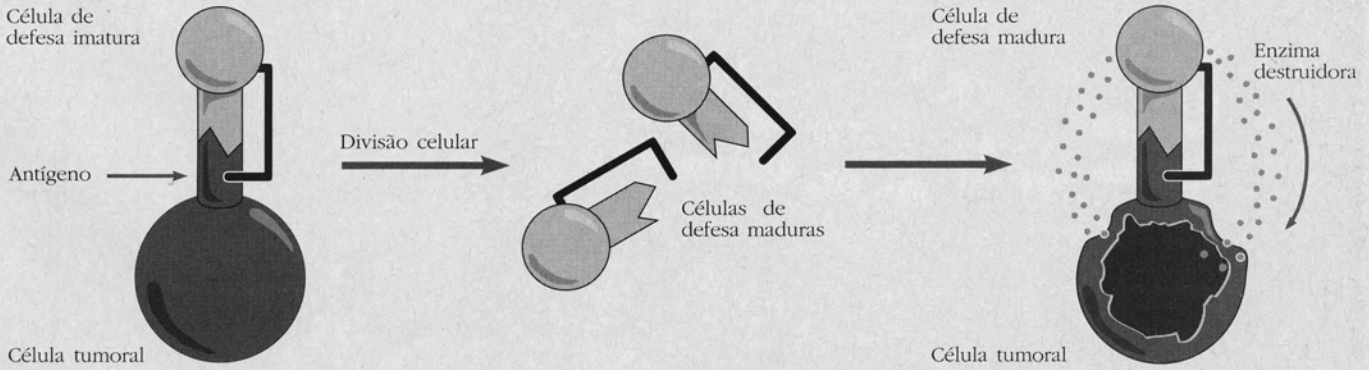
A espectroscopia de massa, uma técnica de alta sensibilidade para determinar a estrutura molecular de compostos químicos, está auxiliando Donald Hunt, da Universidade de Virgínia (EUA), na busca de uma vacina contra o câncer de pele, mais conhecido como melanoma. O principal objetivo de Hunt é chegar à composição de certas substâncias que estimulam o sistema imune a matar células doentes.

As células humanas sintetizam e degradam ao todo cerca de dez mil proteínas por dia. Quando degradadas, as proteínas são fragmentadas em pedaços pequenos, os peptídeos, cada um com nove aminoácidos. Esses fragmentos protéicos (antígenos) são colocados nas chamadas moléculas de histocompatibilidade, formando um complexo que se instala na superfície da célula.

O antígeno localizado na superfície de uma célula tumoral, por exemplo, serve como um 'sinalizador', indicando para as células de defesa do organismo que a célula doente deve ser atacada e destruída (ver figura).

A idéia de Hunt é que, ao decifrar esses peptídeos produzidos pelas células do melanoma (conhecendo a disposição das seqüências dos aminoácidos que os compõem), é possível fabricá-los em laboratório e usá-los em uma vacina.

O principal obstáculo, no entanto, é



Células de defesa do sistema imune (linfócitos T assassinos) reconhecem os antígenos e atacam as células tumorais com enzimas destruidoras.

BASEADO NA SCIENTIFIC AMERICAN (VOL. 265, Nº 4, P. 53)

Aminoácidos · compostos orgânicos que formam as proteínas, contendo pelo menos um grupamento amina (NH_2) e pelo menos um grupamento carboxila (COOH). Há 20 aminoácidos naturais.

Moléculas de histocompatibilidade · moléculas sintetizadas dentro da célula, que depois migram para sua superfície. Unidas aos peptídeos, servem de 'sinal' para células de defesa do organismo.

Peptídeos · substâncias formadas por pequenas cadeias de dois a cem aminoácidos conjugados que compõem as proteínas.

Seqüenciamento · técnica para determinar a seqüência de bases dos ácidos nucléicos (ADN e ARN) ou de aminoácidos de uma proteína.

que a quantidade de peptídeos que podem indicar que uma célula está cancerosa é pequena se comparada com os milhares de peptídeos produzidos por células sadias. Hunt acredita que sejam cerca de cinco tipos de peptídeos ligados ao melanoma contra cerca de dois mil provenientes de células normais. Essas quantidades são insuficientes para serem analisadas pelos métodos tradicionais de seqüenciamento.

Para contornar o problema, Hunt combinou duas técnicas: a cromatografia líquida de alta pressão (HPLC), dispositivo que usa uma coluna líquida com alta pressão para separar moléculas, e a espectroscopia de massa. A conjugação desses dois métodos permitiu que o pesquisador norte-americano usasse quantidades de peptídeos 50 vezes menores que as necessárias em outras técnicas.

Hunt já determinou seis peptídeos do melanoma. Agora falta sintetizá-los quimicamente em laboratório e testá-los para confirmar se são realmente esses os peptídeos envolvidos na doença, fase em que se encontra o pesquisador.

Nessa etapa da pesquisa, Hunt está usando uma célula mutante sem peptídeos em sua superfície, na qual ele adiciona os peptídeos em teste. Se a célula 'modificada' for reconhecida e atacada pelas células de defesa, o pesquisador comprovará sua teoria.

No Brasil, a espectroscopia de massa ainda é inédita na área de bioquímica e biologia celular, mas Lewis Greene, da Universidade de São Paulo (*campus* Ribeirão Preto), organizador do simpósio sobre essa técnica na reunião anual deste ano, quer trazer o equipamento para o país. O aparelho custa entre 200 mil e 500 mil dólares. ◆

RMN: preço proibitivo para o Brasil

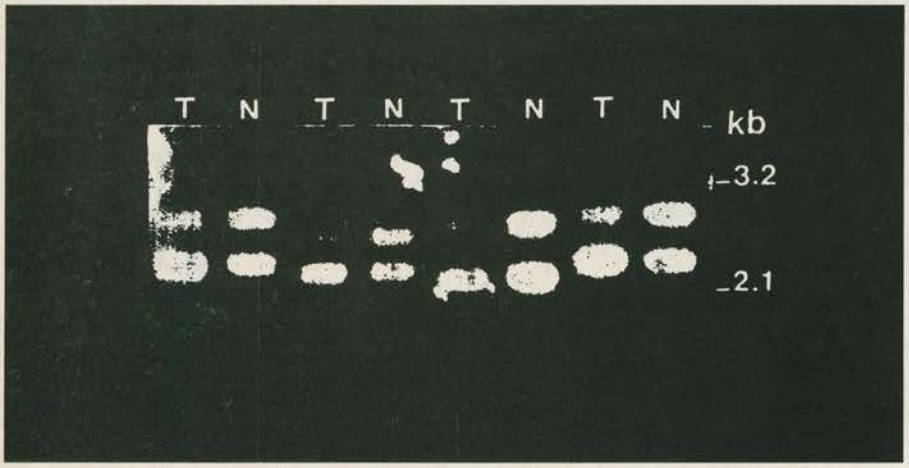
Outra técnica que deve começar a ser aplicada ao estudo das proteínas é a ressonância magnética nuclear (RMN), através da qual a aplicação de uma onda eletromagnética (radiofreqüência) permite estudar a composição química de substâncias. "No Brasil, quase não há estudos usando RMN em sistemas biológicos", lamenta Shirley Schreier, da Universidade de São Paulo e coordenadora do simpósio sobre essa técnica. Para ela, o principal obstáculo para a instalação da técnica no país é o alto custo do equipamento.

Stanley Opella, da Universidade da Pensilvânia (EUA), foi dos pesquisadores que participaram do simpósio de RMN. Usando essa técnica, ele está tentando desenvolver um antibiótico a partir de um peptídeo (extraído da pele de sapo) que ataca certas bactérias sem lesar as células humanas.

Prognóstico genético para o câncer de mama

Alterações genéticas em portadoras de câncer de mama poderão ajudar no prognóstico dessa doença, dando aos médicos mais bases para optar pela cirurgia ou por um tratamento mais agressivo, como a quimioterapia ou a radioterapia.

A pesquisa dessas alterações está sendo desenvolvida por Ricardo Brentani, diretor do Hospital A. C. Camargo, em São Paulo (SP), com a colaboração de pesquisadores do Instituto Ludwig (SP) e do Laboratório de Oncologia Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.



Perda de uma das bandas brancas, que é um dos fragmentos do gene APC. A linha 'N' representa o tecido normal e a 'T' o tumor.

FOTO CEDIDA POR RICARDO BRENTANI

Os pesquisadores observaram que, em mulheres portadoras desse tipo de câncer, há uma ampliação do número de cópias de um gene chamado erb-B2 (oncogene envolvido no processo de proliferação das células), bem como o aumento de sua expressão. Detectou-se ainda uma lesão em um braço do cromossomo 17, em uma região onde pesquisas anteriores, desenvolvidas nos EUA, já haviam mostrado estar presente o BRCA1 (o gene mais importante no câncer de mama).

Brentani registrou também falha nos genes APC e MCC, localizados no braço curto do cromossomo 5. Já se sabia que esses genes estavam associados ao câncer de cólon. O APC e o MCC são antioncogenes, ou seja, responsáveis pela supressão do processo de proliferação das células.

Segundo Brentani, os dados obtidos em sua pesquisa, na qual foram analisadas cerca de 80 mulheres, "ainda não são decisivos, mas darão mais bases para o médico fazer um prognóstico adequado".

Cólon · juntamente com o reto, forma o intestino grosso. Sua função é absorver água e sais minerais residuais das fezes.
Cromossomo · estrutura encontrada no núcleo das células animais e vegetais, formada por uma molécula de ácido desoxirribonucléico (ADN) compactada e retorcida. Os seres humanos têm 46 cromossomos (agrupados em 23 pares).
Gene · trecho de um cromossomo. Unidade básica de hereditariedade que determina as características individuais de um organismo. Formado por ADN.
Linfonodos · pequenas esférulas, de tamanho variado, situadas ao longo dos vasos linfáticos. Estas transportam a linfa (líquido alcalino e incolor), com composição semelhante à do plasma sanguíneo.
Oncogene · gene responsável pela proliferação da célula.

No mundo inteiro, há dificuldades em fazer o prognóstico do câncer de mama. Se o tumor mede menos que dois centímetros e os linfonodos não estão comprometidos, o procedimento usual é tratar cirurgicamente, sem recorrer aos tratamentos mais agressivos. No entanto, 20% dessas mulheres apresentam recidiva do tumor e morrem. Por isso, os pesquisadores têm buscado novos métodos de prognóstico.

O câncer de mama é o terceiro tumor mais freqüente na mulher brasileira, só perdendo para o de pele e o de colo de útero. Uma em cada 10 mulheres vai desenvolver essa doença e quatro em cada 10 portadoras de câncer de mama morrem. ◆

A corrida aos carboidratos

Para que servem os carboidratos? Esse é o motivo da mais nova corrida entre os bioquímicos de todo o mundo, empenhados em decifrar os enigmas sobre as funções dessas substâncias.

Primeiro, acreditava-se que a única função dos carboidratos era gerar energia para o organismo, com exceção daqueles encontrados na superfície celular (polissacarídeos de superfície), para os quais se atribuía função estrutural.

Atualmente, vem se verificando que os polissacarídeos de superfície desempenham um papel importante na interação entre as células. Eles servem como marcadores que diferenciam uma célula da outra, regulando a interação e a comunicação entre elas.

Esse mecanismo tem particular importância no campo da imunologia. Os marcadores que definem se uma célula do sistema de defesa vai ou não participar de um processo de resposta imune são formados por polissacarídeos alojados na superfície celular.

Células tumorais têm polissacarídeos diferenciados em sua superfície. Por isso, alguns cientistas estão desenvolvendo técnicas de diagnóstico da doença através da detecção dos polissacarídeos de superfície. Os polissacarídeos de superfície também diferenciam os grupos sangüíneos (A, B, AB ou O).

O grande obstáculo para sintetizar essa molécula é que ela tem estrutura complexa. Por exemplo, os polissacarídeos têm cinco sítios de ligação, enquanto aminoácidos têm só dois. Ainda assim, poucos laboratórios do Brasil conseguem sintetizar esses últimos.

A síntese artificial de polissacarídeos de superfície vai permitir o desenvolvimento de medicamentos não tóxicos como antiinflamatórios, antitrombogênicos e antimetastáticos. Também poderão ser feitos vários tipos de vacinas.

O laboratório de Morten Meldal, pesquisador vindo da Dinamarca para a reunião anual, já está desenvolvendo métodos químicos que, segundo ele, permitirão sintetizar polissacarídeos pequenos. ◆

Carboidratos · compostos orgânicos formados por carbono, hidrogênio e oxigênio. São geralmente divididos em monossacarídeos (p. ex., glicose), dissacarídeos (p. ex., sacarose) e polissacarídeos (amido, celulose etc.).
Sítio de ligação · parte da molécula capaz de fazer uma ligação com outra molécula.
Antitrombogênicos · drogas que impedem a formação de coágulos sangüíneos.
Antimetastáticos · drogas que impedem a formação de tumores.

Radicais livres... e perigosos

O oxigênio que consumimos para gerar energia também tem o seu lado maléfico. Parte dele é transformado em radicais livres (moléculas com grande poder oxidante), e pode causar câncer, doenças inflamatórias, doenças pulmonares como o enfisema e o edema pulmonar, aterosclerose (estreitamento das artérias), entre outras. No entanto, esse mesmo processo, nocivo ao homem, é usado por células de defesa do nosso organismo para combater bactérias, parasitas e células tumorais.

Rafael Radi, da Universidade da República (Uruguai), vem modificando vários compostos para que reajam rapidamente com os radicais livres, evitando seus efeitos prejudiciais ao homem. Como o químico norte-americano Linus Pauling, prêmio Nobel de 1954, ele defende a ingestão da vitamina C para prevenir uma série de enfermidades, recomendando também as vitaminas A e E.

Como é possível um elemento fundamental como o oxigênio nos causar danos?
Em condições normais, cerca de 98 a 99% do oxigênio que consumimos são usados para produção de energia. Mas há 1 ou 2% que não participa desse processo energético. Essa quantidade evolui para moléculas chamadas espécies ativas ou reativas do oxigênio, também denominadas radicais livres do oxigênio. São moléculas muito reativas e causam danos em distintas organelas das células.

Como ocorre esse processo?
Normalmente, o oxigênio molecular recebe quatro elétrons no final da cadeia respiratória e se transforma em água. Mas, às vezes, ele recebe mais um elétron, o que resulta em um superóxido, que é um radical livre. Se esse peróxido ganha outro elétron, forma-se água oxigenada (peróxido de hidrogênio), composto tóxico, bactericida, usado como antisséptico. Se o peróxido de hidrogênio recebe mais um elétron, forma-se então uma molécula extremamente tóxica, o radical hidroxila. Assim, o oxigênio pode se transformar em espécies químicas muito agressivas. Essa quantidade de radical livre – embora seja de 1 ou 2% – é enorme, porque é formada em um processo contínuo que

Citoplasma · fluido transparente, ligeiramente viscoso, encontrado no interior das células animais e vegetais.
Macrófago · célula que remove partículas estranhas ao organismo como vírus, parasitas e bactérias.
Membrana celular · membrana extremamente fina, de dimensões submicroscópicas, que reveste o citoplasma.
Neutrófilo · célula envolvida na resposta a inflamações agudas e ataque de bactérias.

ocorre em muitos anos de vida. Além disso, há muitas doenças que fazem com que esse índice aumente para 30 ou 40%. Daí o nosso interesse em estudar os mecanismos celulares que levam à formação dessas espécies, as causas que levam determinadas doenças a aumentarem tanto o número de espécies tóxicas e em quais moléculas biológicas esses radicais causam danos. É importante também avaliar quais são as interferências necessárias para que essas espécies não se formem e, caso elas se formem, como eliminá-las.

Em particular, quais os radicais livres que vocês estudam?
Estudamos a formação de radicais livres por enzimas, por exemplo a xantina-oxidase, uma dessas proteínas catalisadoras que em algumas espécies forma muito peróxido de hidrogênio. Estudamos também a formação de radicais livres por mitocôndrias ("usinas" de energia das células) de mamíferos, em particular mitocôndrias de coração, e a formação de outros radicais livres a partir do nitrogênio. Pesquisamos como as células do sistema imunológico (macrófagos e neutrófilos) formam radicais livres de oxigênio e nitrogênio – muitas vezes dos dois – e atacam as bactérias, parasitas ou células tumorais. Ou seja, esses radicais livres podem ser danosos para o organismo que o produz, mas também, no caso do sistema imune, podem atacar o organismo invasor.

Você disse que em alguns casos o teor de oxigênio convertido em radicais livres chega a 40%. O que provoca esse desequilíbrio?
A causa principal é que os mecanismos celulares de transferência de elétrons começam a funcionar mal, dependendo da doença. É como se os elétrons fossem passando por um cabo que, em algum ponto da linha de transferência dos elétrons, tivesse cortes.

E como se faria para impedir a formação de radicais livres?
Estamos testando alguns compostos orgânicos que talvez possam ser usados para prevenir os danos causados pelos radicais livres produzidos pelo próprio organismo de forma exagerada, por exemplo, no caso de infarto agudo do miocárdio. Desenvolvemos alguns compostos orgânicos cuja reação química com os radicais livres conhecemos. Por um lado, nos asseguramos que esses compostos reajam com os radicais livres a velocidades altas para que sejam eficientes. Por outro, asseguramos que essas moléculas orgânicas que desenvolvemos não exerçam toxidade secundária sobre organelas importantes.

Vocês já têm compostos orgânicos eficazes?
Nesse momento, estamos modificando quimicamente certos derivados de ácido hidroxâmicos para que reajam mais rapidamente com os radicais livres. Eles são muito pouco tóxicos para a célula. Estamos nas etapas iniciais, nos experimentos *in vitro*. Mas já há estudos que mostram bons resultados com as vitaminas A, C e E, que funcionam como poderosos agentes antioxidantes. Já foi demonstrado que essas vitaminas diminuem o risco de muitas enfermidades. Há muitos pesquisadores, inclusive eu, que diariamente complementam a dieta com essas vitaminas. Mas se sabe que a dieta da cultura ocidental muitas vezes é insuficiente para se obter níveis adequados dessas vitaminas. A dieta teria que ser muito mais rica em vegetais e frutas, por exemplo. Ou mesmo se tomar essas vitaminas em cápsulas.

O químico norte-americano Linus Pauling, que defende as superdoses de vitamina C.

As vitaminas A e E têm efeitos colaterais?
Só quando tomadas em grandes quantidades. As doses necessárias diárias de vitamina E são de 200 mg para não fumantes e 400 mg para fumantes; de 100 a 200 mg de vitamina C; e de cinco a seis mg de vitamina A. Essas quantidades são absolutamente inócuas e os níveis tóxicos são bem superiores a esses.

Por que você deu valores diferentes de vitamina E para fumantes e não fumantes?
Porque na fumaça do cigarro há enorme quantidade de radicais livres orgânicos e inorgânicos que vão para o pulmão. Os fumantes devem consumir mais vitaminas antioxidantes, porque o cigarro acelera a produção de radicais livres, como óxido nítrico e outros óxidos de nitrogênio, superóxido, peróxido de hidrogênio. Os radicais livres vão atacar as células que revestem os alvéolos do pulmão e esse é possivelmente um dos fatores que causam o câncer desse órgão. É certo que há outros fatores, mas esse é um deles. Há uma relação entre ingestão de vitaminas antioxidantes e diminuição dos riscos de câncer de pulmão.

O norte-americano Linus Pauling, prêmio Nobel de química de 1954, defende a necessidade de tomar grandes quantidades de vitamina C como forma de combate ao câncer. No entanto, ele acabou desenvolvendo a doença. O que você acha disso?
Deve-se tomar a vitamina C sim, mas conjugada à vitamina E. É muito importante que estejam as duas juntas, porque a vitamina C é hidrossolúvel e atinge mais o citoplasma. Já a vitamina E é lipossolúvel e se insere na membrana celular. Elas também reduzem os riscos de doenças respiratórias. Em estudos muito controlados, tem se observado que a vitamina C não elimina a gripe, mas diminui sua intensidade e duração. Certamente, diminuem a quantidade de radicais livres. ◆

MONOCLONAIS MAIS BARATOS

Um computador vai permitir mais economia e eficiência na produção de anticorpos monoclonais. Essas substâncias podem ser usadas na produção de *kits* para diagnósticos de doenças e como antitoxinas (anticorpos contra a toxina de microrganismos).

Os anticorpos monoclonais são produzidos por células híbridas (hibridomas), resultantes do cruzamento de linfócitos B (células de defesa do sistema imune) com mielomas murinos (células tumorais de camundongos).

A produção de monoclonais requer controle severo das condições ambientais, o que encarece e dificulta o processo. Uma grama de monoclonal pode custar entre 500 dólares e 20 mil dólares. Por isso, Octavio Tonatiuh Ramirez, da Universidade Autônoma do México, desenvolveu um *software* para diminuir os custos e facilitar a produção, mantendo a qualidade dos monoclonais.

O programa de computador, ligado 24 horas por dia ao biorreator (uma das técnicas de produção de monoclonais), analisa o pH, o oxigênio ambiental, o nível de nutrientes, entre outros fatores. Com esse *software*, o computador é capaz de indicar qualquer alteração desses fatores, fazendo com que eles voltem aos níveis ideais.

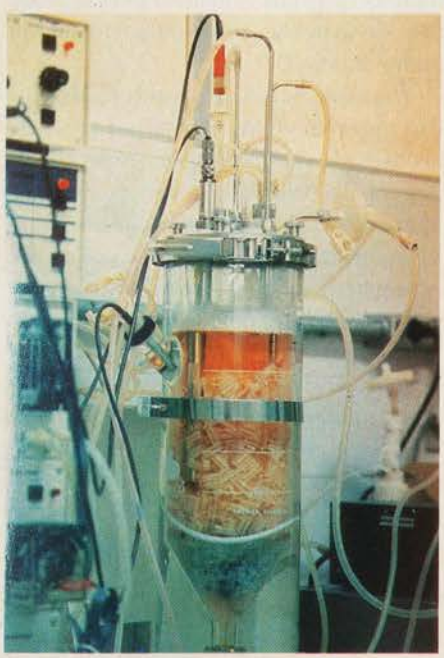


FOTO CEDIDA POR ANA MARIA MORO

Aglomerado de células anti-CD3 dentro do biorreator, depois de 30 dias de cultivo.

No Brasil, Ana Maria Moro, do Instituto Butantan, em São Paulo, já está produzindo o anti-CD3 (anticorpo monoclonal usado para evitar a rejeição de transplantes). Até agora, esse produto só era comercializado em todo o mundo pela empresa multinacional Johnson & Johnson.

Para baixar os custos, Moro usou dois tipos de biorreatores, equipamentos nos quais é possível cultivar grandes quantidades de células. A pesquisadora afirmou que, além do preço, "a vitória é desenvolver tecnologia nacional, já que a literatura não traz referências sobre detalhes de obtenção de produtos com interesse comercial", explica.

Ainda em escala piloto de produção, o anti-CD3 do Butantan foi testado com êxito em pacientes em São Paulo, Belo Horizonte e Porto Alegre e "deve estar disponível no mercado em breve", completou. Com a mesma tecnologia, Moro vai agora produzir outros anticorpos monoclonais para uso terapêutico humano.

OXIGÊNIO E MUTAÇÃO

O oxigênio singlete (molécula de oxigênio com elétrons excitados, ou seja, em níveis energéticos mais altos do que o normal), pode causar mutações na célula. O alerta é de Carlos Menck, pesquisador da Universidade de São Paulo. Em seu estudo, ele tratou ácido desoxirribonucléico (ADN) *in vitro* para avaliar a atuação desse elemento no organismo.

Menck observou que a fita simples de ADN é mais suscetível ao oxigênio singlete que a fita dupla, já que no primeiro caso as bases nitrogenadas que a compõem estão mais expostas. Quando o oxigênio singlete consegue chegar ao material genético, provoca com freqüência lesões na fita. Essas lesões atingem, na maior parte das vezes, a guanina, uma das bases nitrogenadas que formam o ADN.

Quando essas lesões ocorrem, certas enzimas, as proteínas catalisadoras encontradas nas células, se dirigem a elas e corrigem o erro. O perigo, no entanto, é que essas enzimas coloquem uma base nitrogenada diferente da que existia antes da lesão, causando mutação. Na maioria dos casos em que ocorre a mutação, as enzimas põem uma timina onde deveriam colocar uma guanina.

No organismo, o oxigênio singlete pode ser gerado em reações enzimáticas, peroxidação (modificação química) de lipídeos da membrana citoplasmática e macrófagos ativados durante uma reação inflamatória. As porfirinas associadas à luz, corantes usados em tratamentos de tumores, também produzem o oxigênio singlete. Mas como é extremamente reativo, ele não existe em grandes quantidades nas células, a não ser em casos de desequilíbrios.

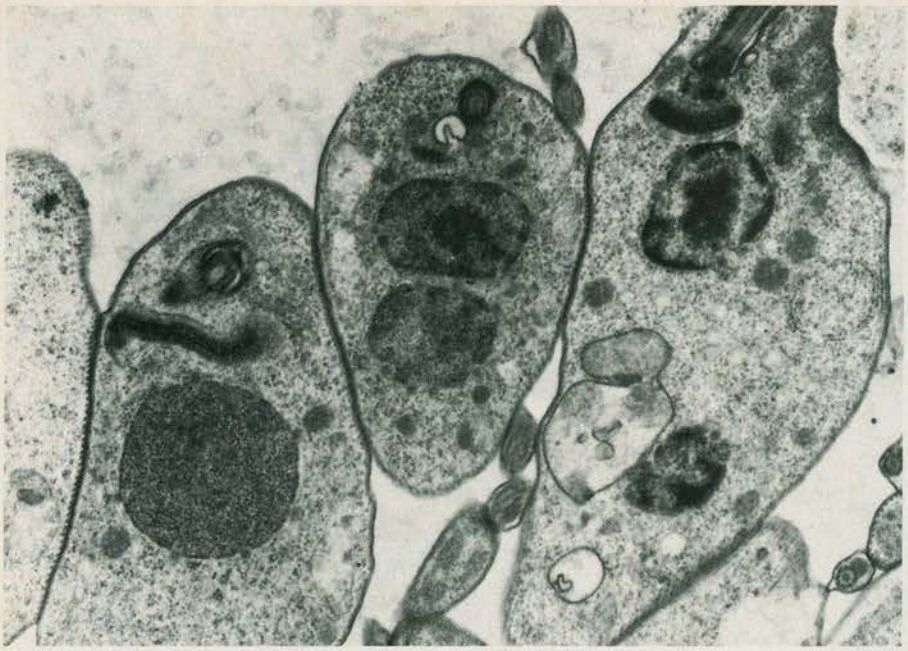
Ao contrário de Rafael Radi (ver entrevista 'Radicais livres... e perigosos'), Menck recomenda, principalmente para os leigos, cuidado na ingestão em excesso de antioxidantes com intuito de reduzir o número de radicais livres no organismo, já que "não foi comprovada a sua eficácia".

Embora tenha afirmado "em Linus Pauling eu acredito" e recomendado a ingestão de vitamina C, Menck acredita que essa vitamina também pode lesar o material genético.

TESTE MODERNO PARA CHAGAS

Ricardo Souto, da Universidade de São Paulo, apresentou um novo método para o diagnóstico da doença de Chagas, usando tecnologia de sonda de ácido desoxirribonucléico (ADN). Nessa técnica, adiciona-se ao sangue analisado uma sonda (seqüência de ADN complementar à seqüência específica do *Trypanosoma cruzi*) que carrega um átomo marcador, normalmente radioativo. Se o *T. cruzi* – como é chamado o parasita causador da doença – estiver presente na amostra, a sonda se une ao ADN do parasita e acusa a contaminação.

No entanto, Souto encontrou um obstáculo no desenvolvimento de sua pesquisa: a quantidade de ADN do parasita encontrada na corrente sangüínea é muito pequena. O pesquisador tentou contornar o problema aumentando a quantidade de sangue analisado, o que ajudou mas não resolveu o problema. A solução para aumentar a quantidade de ADN foi recorrer ao PCR (sigla em inglês para reação em cadeia da polimerase), técnica moderna que permite amplificar esse material, possibilitando a produção de maiores quantidades.



Trypanosoma cruzi **observado ao microscópio óptico.**

O inconveniente do PCR é ser uma técnica cara. "Mas o radioimunoensaio, quando foi inventado, era muito caro; hoje, é corriqueiro em laboratórios de análises clínicas", ponderou o pesquisador. Souto argumentou que o PCR permite amplificar em uma mesma reação os ADNs dos três agentes infecciosos rotineiramente procurados nos bancos de sangue (Aids, hepatite e sífilis), além do próprio ADN do *T. cruzi*, reduzindo os custos.

No xenodiagnóstico, um dos métodos disponíveis no mercado, colocam-se barbeiros não infectados em uma caixinha com gaze, deixando-os sugar o sangue do paciente. Dois a três meses depois, avalia-se se os barbeiros estão contaminados pelo *T. cruzi*.

Há também os testes sorológicos, usados nos bancos de sangue e laboratórios de análises clínicas, mas eles reagem com outras doenças como a leishmaniose.

ESTRESSE E MEMÓRIA

Ratos têm a memória alterada e dificuldades de executar determinadas tarefas quando submetidos ao estresse. Em sua pesquisa, Carla Dalmaz, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, observou que, segundo o grau de estresse a que é submetido o animal, uma determinada memória poderá ser evocada mais facilmente ou não. Mas a exposição ao estresse crônico pode levar a danos no cérebro, por exemplo no hipocampo (estrutura cerebral envolvida na formação de memórias).

Dalmaz submeteu os ratos a estresse por imobilização, uma hora por dia, cinco dias por semana. Após um período entre 40 e 50 dias, testou a memória desses animais para diferentes tarefas.

Ela verificou que algumas tarefas, consideradas mais simples, não foram afetadas pelo estresse, isto é, os ratos estressados cronicamente apresentaram memória tão boa quanto os animais do grupo de controle (não estressados).

Em outras tarefas, no entanto, os animais estressados não apresentaram uma boa memória e precisaram de um maior número de sessões (repetições) para chegar a um desempenho semelhante ao dos animais do grupo de controle.

ALUMÍNIO TÓXICO

O alumínio, metal mais abundante na crosta terrestre, pode ser neurotóxico se ingerido em quantidades acimas das recomendadas. Esse elemento químico causa ainda modificações nas células, alterando as propriedades físicas de suas membranas. A afirmação é de Patricia Oteiza, da Universidade de Buenos Aires (Argentina).

A bioquímica lembrou que o alumínio é insolúvel em pH neutro, mas a chuva ácida permite sua solubilização, levando esse metal para as águas e, conseqüentemente, provocando mortandade de animais e vegetais. As indústrias também jogam grandes quantidades desse metal nas águas.

Embora a quantidade aceitável de ingestão diária de alumínio seja de 0,2 grama, algumas pessoas chegam a consumir 10 vezes mais essa dose através dos antiácidos que, em geral, contêm hidróxido de alumínio.

O ácido ascórbico (vitamina C), encontrado nos sucos de laranja e limão, entre outras fontes, facilita a absorção do alumínio. Por isso, Oteiza recomendou que o medicamento não seja tomado em associação com esses sucos.

O uso de panelas de alumínio para cozimento de alimentos de pH ácido, como o molho de tomate, também permite a liberação desse metal. O alumínio é usado em muitos países no tratamento da água, já que é barato e permite clareá-la.

A pesquisadora lembra ainda que estudos recentes estão evidenciando uma relação entre a quantidade ingerida de alumínio e o mal de Alzheimer.

NOVO MÉTODO DE TAXONOMIA

Uma nova técnica, denominada quimiotipagem, está ajudando Marcello Iacomini e Philip Gorin, da Universidade Federal do Paraná, em sua tarefa de classificar líquens (vegetais formados pela associação de uma alga verde ou azul com um fungo superior).

Normalmente, a taxonomia (classificação de seres vivos) é feita por meio de análises da morfologia das espécies ou através de coloração – muitas espécies apresentam características peculiares quando submetidas a processos de coloração. A quimiotaxonomia, outro método de classificação, permite uma classificação mais segura que a morfológica e a por coloração.

Na quimiotipagem, os pesquisadores caracterizam os gêneros dos líquens através de suas composições químicas. Ao contrário da quimiotaxonomia, esse método não requer o uso de vários exemplares de um mesmo gênero. A quimiotipagem já era usada por Gorin há 15 anos, mas foi desenvolvida em leveduras, que têm menos características para serem identificadas que os líquens. Os líquens

FOTO CEDIDA PELA FIOCRUZ

Ramalina ecklonii **(esq.) e** Newropogon aurantiaco-ater **são duas das várias espécies de líquens que estão sendo estudadas pela nova técnica de quimiotipagem.**

FOTO CEDIDA POR MARCELLO IACOMINI

para os experimentos futuros em quimiotipagem serão fornecidos pelo liquenologista Marcelo Marcelli, da Universidade de São Paulo.

Já se observaram várias aplicações para os líquens, desde corantes até usos farmacológicos. Estudos com glicanos (uma das substâncias extraídas dos líquens) mostraram que eles são capazes de reverter em 85% os tumores neoplásicos conhecidos como Sarcoma 180. Já o ácido úsnico (outra substância dos líquens) apresentou ação antibiótica comparável à da Estreptomicina. Também se estuda os glicolipídeos isolados de líquens, para futura aplicação imunológica.

Com a quimiotipagem, Iacomini e Gorin já conseguiram lançar novos dados sobre líquens na literatura e detectar erros obtidos com os métodos tradicionais.

DIAGNÓSTICO PARA MICOSE

A purificação e caracterização da glicoproteína gp43 (antígeno específico do *Paracoccidioides brasiliensis*) pode permitir o desenvolvimento de *kits* para o diagnóstico da paracoccioidomicose, tipo de micose profunda que ataca principalmente os pulmões, podendo atingir também outros órgãos por disseminação do fungo pela via linfática.

Os estudos imunoquímicos da gp43, feitos por Rosana Puccia e Luiz Travassos, da Escola Paulista de Medicina, indicam que soros de pacientes com paracoccioidomicose reconhecem principalmente epitopos peptídicos do antígeno.

Algumas reações cruzadas com soros de pacientes apresentando outras micoses profundas, como histoplasmose, podem ocorrer em testes sorológicos nos quais a molécula é imobilizada em fase sólida. Essas reações cruzadas, que não ocorrem com o antígeno em solução, devem-se a epitopos comuns de carboidrato.

Estudos recentes indicam que a gp43 tem atividade proteolítica, ou seja, é capaz de hidrolisar substratos peptídicos, e podem ligar-se à laminina (proteína da matriz extracelular). Esses dados sugerem que a gp43 pode ter algum papel no desenvolvimento da doença *in vivo*.

Atualmente, o diagnóstico da micose envolve trabalhosa observação microscópica do fungo em materiais biológicos (escarros e biópsias), associada a testes imunológicos usando preparações antigênicas não purificadas.

Fatal quando não tratada, a micose acomete principalmente pessoas do sexo masculino que vivem ou viveram em zonas rurais. O Brasil é o país da América do Sul com o maior número de casos descritos da paracoccioidomicose.

Cobertura: **LUISAMASSARANI (*Ciência Hoje*/Rio).**

Colaboraram: **AFONSO CELSO DIAS BAINY e BORIS UGARTE STAMBUK (Universidade de São Paulo), PHILIP GORIN (Universidade Federal do Paraná)**

CIÊNCIA HOJE

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/UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Marilia 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/UFRJ), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), 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 Nussenzveig (internacional); João Bosco Jardim (editor de projetos especiais).

Edição de Arte: João de Souza Leite (direção de arte); Christiane Abbade (coordenação); Ana Claudia Ribeiro e Claudia Fleury (programação visual); Selma Azevedo e Carlos Henrique V. dos Santos (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), Neuza Maria de Oliveira Soares, 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.

Assinatura, Circulação e Expedição: Sandra M.L. Vaz de Oliveira (gerente), Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva, Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Daniel V. dos Santos, Jorge Noé Lopes Carmo, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio G. Aguiar; tel.: (021) 295-6198.

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

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto 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. Moysés Nussenzveig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), 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/UFPB), 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 Marmori - 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 Bainy, Marcelo Christoff, Maria Cristina Avelar, Paulo Cesar Nogueira, Soraya Smaili, Gláucio C. Lobão - Av. Professor Luciano Gualberto, 374, 3º andar, sl. 320, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tels.: (011) 814-6656 ou 813-3222, r. 2713.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Buckup - Dep. de Zoologia, UFRGS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba**: Glaci Zancan - Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **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 Queiróz 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:** Rainer Rio (*imagesetter*) e Grafcolor. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia 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.

FBB FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

Programa de Apoio a Publicações Científicas SCT/PR CNPq FINEP

IVC INSTITUTO VERIFICADOR DE CIRCULAÇÃO

SBPC

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a produção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede nacional: Rua Costa Carvalho, 222 – CEP 05429-000, São Paulo, SP C. Postal 11008 – CEP 05499-000, São Paulo, SP. Tels.: (011) 211-0933, 211-5008. Telex: (11) 81681 SBCH. Fax: (011) 212-1376.

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 Pelegrini); **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/UFPB, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000 (Mário de Souza Araujo 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 Astinelli 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/UFRN, C. Postal 1699-000, CEP 59072, Natal, RN, tel.: (084) 231-0664, fax: (084) 231-1699 (Ari Antonio da Rocha); **RO** – Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78998-000, Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-5622, fax: (069) 224-3093 (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** – Depto. de Zoologia/UFRS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108 (Ludwig Buckup); **Pelotas** (seccional) – Depto. de Matemática/UFPel, Campus Universitário, CEP 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 Iokoi); **SP** (subárea II) – Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 33-0011, r. 4125, fax: (0194) 22-5925 (Maria Lúcia Carneiro Vieira); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) – Depto. de Educação/Unesp, Campus Universitário, CEP 18610-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 2232 (Alfredo Pereira Junior); **SP** (subárea III) – DCCV, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Rodovia Carlos Tonani, s/nº, km 5, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000 (Áureo Evangelista Santana).

A única revista de divulgação científica para crianças

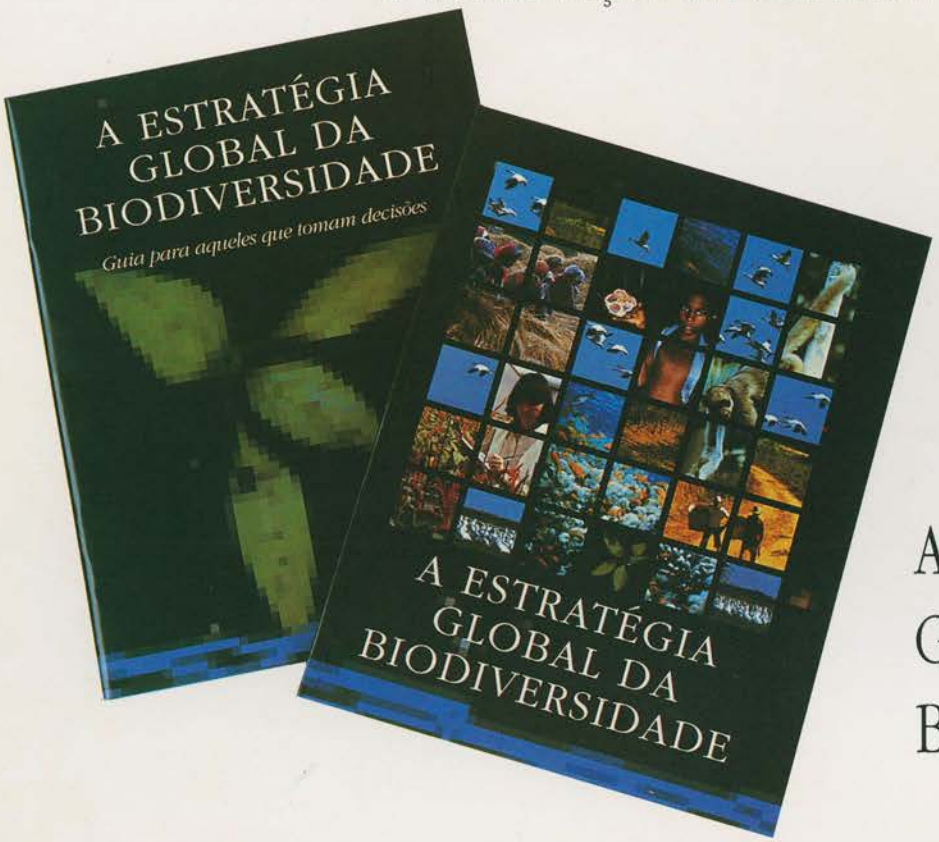
CIÊNCIA HOJE das crianças

jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos

UMA PUBLICAÇÃO SBPC

Av. Venceslau Brás 71, casa 27 • Rio de Janeiro, RJ CEP 22290-140 Tel. 295-6198 Fax. 541-5342

A Fundação O Boticário de Proteção à Natureza lança no Brasil um dos mais importantes documentos mundiais para a conservação da natureza



A ESTRATÉGIA GLOBAL DA BIODIVERSIDADE

Esta obra, dedicada a todos os interessados na conservação da natureza, reúne diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de maneira sustentável e justa a riqueza biótica da Terra, elaboradas pelo World Resources Institute - WRI, pela The World Conservation Union - UICN e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA, tendo como consultores a FAO e a UNESCO.

Solicite o seu exemplar deste documento fundamental para a discussão das questões ecológicas na atualidade. Preencha o cupom abaixo e anexe cheque nominal no valor de US$ 20,00 (convertidos no câmbio comercial da data da remessa / valor de referência), enviando para:

FUNDAÇÃO O BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA

Caixa Postal 6991 - CEP 80060-020 - Curitiba - PR
Para obter mais informações, entre em contato pelo telefone (041) 362-2672

Nome: _____
Endereço: _____
Telefone: _____ CEP: _____
Cidade: _____ Estado: _____

Data: _____ Assinatura _____

TECNOLOGIA

ESTE SUPLEMENTO É PARTE INTEGRANTE DE CIÊNCIA HOJE NÚMERO 91, VOLUME 16. NÃO PODE SER VENDIDO SEPARADAMENTE.

Catálise

Incubadoras de empresas

SBPC

Sapere separa

No valor de um *chip*, 98% são inteligência; 2%, matéria-prima. Na fabricação de um carro, o custo da matéria-prima e do trabalho automático é muito superior ao do projeto. O uso intensivo das descobertas científicas permitiu revolucionar a economia mundial, nas últimas décadas. A tecnologia transforma conhecimento em máquinas. Estabelece a ponte entre pensar e fazer. Entre a ciência e suas aplicações.

O que move as inovações tecnológicas? A semente melhorada por biotecnologia alimenta a fome ou a miséria?

A distância entre a bancada de laboratório e o mercado torna-se cada vez mais curta. Indústria e universidade aproximam-se. Nascem novos modos de produzir, de organizar o trabalho. O analista de sistemas, simbólicos ou concretos, substitui o trabalhador da fábrica na produção das riquezas.

A que valores éticos responde o novo mundo? A quem pertencem o conhecimento e suas aplicações?

Afastam-se os cidadãos que sabem dos que não sabem. A tecnologia não pode ser uma cunha nesse teatro. *Ciência Hoje* e SBPC devem contribuir para que a alavanca alivie a fadiga de homens solidários. E não os separe.

Ennio Candotti

Índice

O feitiço se volta contra o feiticeiro: conseguirá Caramuru dominar a sua mágica? *3*
Ivan da Costa Marques

Catalisadores: inovar, importar ou regenerar? *8*
Cássio Leite Vieira

A catálise no Brasil *9*
Martin Schmal

Sísifo no Brasil? *11*
Claudio Zamitti Mammana

Clonagem do eucalipto: efeitos sobre a produtividade e qualidade da madeira *16*
Fernando de Lellis Garcia Bertolucci e Ricardo M. Penchel

Alta energia *22*
Jesus de Paula Assis

Um prêmio à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico *24*
Arlindo de Almeida Rocha

Disque S.O.S. *27*
Jesus de Paula Assis

Cooperação entre universidades e centros de pesquisa com o setor produtivo no Brasil *28*
Paulo Roberto Krabe

Incubadoras de empresas de base tecnológica *32*
Carlos Alberto Schneider

Computador moderniza planejamento na indústria manufatureira *34*
Alexandre Salgado Lino de Almeida, Carlos Eduardo Serrano Ribeiro e Haroldo Thomaz Kerry Jr.

I EXPOCIÊNCIA: localização dos expositores *39*

Este encarte é dedicado aos participantes da I Expociência

Edição: João Bosco Jardim
Texto: Maria Ignez Duque Estrada

Na página anterior, detalhe de XPS (X-Ray Photoelectron Spectroscopy) ou ESCA - analisador de superfície por espectroscopia de fotoelétrons. Foto de Pedro Lobo.

O feitiço se volta contra o feiticeiro: conseguirá Caramuru dominar a sua mágica?

Ivan da Costa Marques
Instituto de Informática/UFRJ
Cetem/CNPq

No Brasil, o entusiasmo com que as inovações tecnológicas são buscadas e, quando possível, adotadas, é proporcional à ausência de desenvolvimento local de tecnologia. Equipar as capitais brasileiras com o serviço de telefonia celular, por exemplo, não significa que o país detenha a tecnologia da telefonia celular. A tecnologia continua sendo mágica importada. Produzir um milhão de veículos por ano no território nacional não quer dizer que o Brasil detenha a tecnologia da indústria automobilística. Melhor indicação de domínio da tecnologia (conhecimentos e informações) seria a existência de marcas brasileiras no mercado internacional. E, evidentemente, não as temos para equipamentos telefônicos, automóveis ou eletrodomésticos, nem mesmo para o nosso produto mais tradicional, o café. Quem viajar para o exterior não verá marca brasileira de café nos supermercados de qualquer centro consumidor internacional, enquanto aqui Casa Grande (marca suíça) e Melita (marca americana) estão entre as melhores. Graças à Embraer (marca brasileira), uma exceção, podemos dizer sem ironia que o Brasil domina melhor a tecnologia para certos segmentos do mercado de aeronaves do que aquela para atender aos consumidores de café.

A falta de intimidade com as ciências e as tecnologias, que hoje se reflete na falta de marcas brasileiras no mercado internacional, é tão antiga quanto pouco admitida entre nós. Recuando à aurora da modernidade, esse afastamento pode ser atribuído, embora não exclusivamente, à ausência de tradição científica moderna no país e à falência dos nossos esforços ocasionais para adquirir os atributos que esta tradição confere. Esses atributos – lingüísticos, educacionais e profissionais – são necessários para que sejamos uma sociedade conscientemente progressista, condição básica da modernidade.

Entre as nossas raízes culturais e raciais, a ibérica, por ser a única européia, poderia ter abrigado a tradição científica moderna e a concepção da máquina mas, em sua contingência histórica, não o fez. Se é certo que Camões e Cervantes eram ibéricos, não é menos óbvia a ausência dos Galileus, dos Newtons, dos Leibnitzes e dos Lavoisiers, como também a dos Jeremy Benthams e dos Thomas Edsons entre os povos ibéricos.

Mas os brasileiros raramente perguntam o que podem aprender, como fez Celso Furtado, ao considerar que a falta de conhecimentos tecnológicos dos imigrantes portugueses carreou vícios e defeitos ocultos para os esforços de industrialização do Brasil Colônia. A partir daí, dificilmente os brasileiros têm consciência da sua falta de intimidade com a ciência e a tecnologia dos produtos e processos modernos, embora desde sempre os senhores de engenho, tal como os ricos de hoje, pudessem simular um estilo moderno de vida, graças à receita das exportações.

Fora do Brasil, o grau de interdependência entre ciência e tecnologia é assunto de grandes controvérsias, tanto para o passado remoto como para a época moderna até o século XIX. Para o período do século XX, entretanto, atingiu-se amplo consenso. Nathan Rosemberg, da Universidade de Stanford, destaca que todos concordam que não só a tecnologia predominante passou a depender mais da ciência e aumentou substancialmente sua associação com ela, como também a ciência teve a sua expansão limitada pela disponibilidade de instrumentação dependente dos avanços tecnológicos.

Do ponto de vista da construção de produtos e processos, as distinções entre ciência e tecnologia tendem claramente a desaparecer. As relações entre engenheiros e cientistas têm chamado a atenção dos estudiosos. Nas últimas décadas, especialistas ameri-

canos e europeus estabeleceram novas referências, ao encontrar no mundo industrializado uma quantidade de pessoas, formalmente educadas em ciências e totalmente imersas na invenção e no desenvolvimento de tecnologia, que reivindicam cientificidade para seus métodos. Praticantes diversos, inventores, engenheiros e gerentes não hesitam em usar conhecimentos e métodos adquiridos em cursos de ciências naturais ou sociais. Esta visão foi sintetizada por um grupo de cientistas em *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, publicado pela M.I.T. Press, em 1987.

Um caminho para melhor compreender a questão tecnológica no Brasil e tornar mais proveitosa a sua análise é olhar com mais detalhe a formação social dos grupos que detêm o conhecimento e a informação sobre produtos e processos modernos, pois a tecnologia, assim como a ciência, é detida por comunidades, concretas e identificáveis, de praticantes.

Uma comunidade científica é, tradicionalmente, formada pelos praticantes de uma especialidade ou disciplina científica, como tão bem descreveu Thomas Kuhn, em *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Seus membros são submetidos a uma iniciação profissional, um treinamento e uma educação com um grau de uniformidade sem paralelo na maioria das outras atividades humanas. Neste processo, absorvem a mesma literatura técnica e dela retiram muitas das mesmas lições. Normalmente, as fronteiras dessa literatura-padrão marcam os limites de um objeto de estudo próprio.

As ciências têm escolas, isto é, comunidades que abordam o mesmo objeto científico a partir de pontos de vista incompatíveis. Mas as divisões são bem mais raras na ciência do que em outras áreas e, na maioria das vezes, as competições entre escolas terminam rapidamente. O resultado é que, historicamente, os membros de uma comunidade científica vêem a si próprios e são vistos pela sociedade como os únicos responsáveis pela busca de um conjunto de objetivos comuns, por eles estabelecidos, que inclui o treinamento de seus sucessores.

Já a participação em uma comunidade de praticantes de um campo tecnológico é historicamente diferente de um compromisso disciplinar. Por exemplo: a criação de turbinas para aeronaves, como mostra um revelador estudo de Edward Constant, em 1980, é o resultado de atividades paralelas de uma comunidade que envolve um conjunto de especialistas: inventores, cientistas industriais (de campos variados, como aerodinâmica, metalurgia, engenharia mecânica e de combustão), gerentes, financistas e operários. O que distingue os membros da comunidade responsável pela existência das turbinas é a adesão a uma tradição, não o treinamento disciplinar, no sentido usual de 'disciplinas universitárias'. Porém, à semelhança do conhecimento científico, o conhecimento tecnológico é expresso historicamente em tradições de várias práticas bem triadas, que são detidas por comunidades identificáveis de praticantes.

Por conseguinte, é para a existência de brasileiros nessas comunidades e para a existência de comunidades brasileiras que a nossa atenção deve se voltar em primeiro lugar, se quisermos compreender o significado da intimidade (ou da falta de intimidade) brasileira com a tecnologia moderna. A existência concreta dessas comunidades depende, como apontam os estudiosos, da existência efetiva de meios e mecanismos de construção de laços sociais entre seus membros: sistema educacional, tarefas comuns, congressos, seminários e publicações periódicas que sirvam de foro para discussões em que a comunidade debata o seu objeto e o relacionamento deste com o cotidiano da sociedade. Esses meios e mecanismos permitem que as comunidades de praticantes existam concretamente – isto é, que adquiram identidade social –, e também que estabeleçam a comunicação entre a ciência e a tecnologia moderna e o cotidiano das sociedades a que eles próprios pertencem, inclusive essa 'comunidade imaginária' que é a nação, na feliz expressão de Benedict Anderson.

Uma vez que, mesmo com a tendência à aproximação de ciência e tecnologia no nosso século, a atenção

"Pela primeira vez no planeta, as ciências e as tecnologias, originalmente européias, passaram a constituir uma base comum sobre a qual se assenta um eixo de atração e captura de todas as culturas"

das diferentes comunidades (agora científico-tecnológicas) está focalizada em assuntos distintos, a comunicação profissional entre elas muitas vezes é difícil. Isto se dá porque no interior das comunidades de praticantes a comunicação é relativamente ampla e os julgamentos profissionais relativamente unânimes, quando balizados por paradigmas ou padrões científico-tecnológicos em vigor, articulando-se aí um mecanismo de fechamento que busca a unidade e a estabilização de cada especialização. Neste sentido, as ciências-tecnologias modernas são fragmentadas em suas especializações, e a junção dos fragmentos não é imediata.

Muitos estudiosos, entretanto, mostram de diversas formas que os problemas do mundo real – as práticas cotidianas da economia, da organização social e da cultura – não se submetem às divisões dessas especializações, cuja validação fica na dependência da linguagem natural discursiva que, por sua vez, foge às exigências da comunicação científica.

Servem de exemplo a cooperação universidade-empresa para pesquisa em nível pré-competitivo e a negociação de uma nova lei de patentes. As implicações econômicas desse tipo de pesquisa ou dessa lei só podem ser discutidas plenamente se forem traduzidas em termos de uma economia mais universal do que aquela com que as comunidades muito restritas de especialistas estão habituadas a lidar. E para que possam ser apreciadas pela nação, ou mesmo por um órgão representativo como o Congresso Nacional, estas implicações terão de ser novamente traduzidas para uma linguagem ainda menos especializada, mais natural. O mesmo se aplica à química, ao transporte, à televisão, à agricultura, à engenharia genética, etc.

Essa cadeia de informações – uma série multidirecional de traduções– só pode acontecer se a nação possuir um mínimo de conjuntos de praticantes capazes de construir significados, relacionando as tendências dos diversos campos de especialização com as especificidades da nação. É a partir daí que se poderá contar com instrumentos para tentar articular o mosaico de ciências e tecnologias modernas.

Ou seja: é a existência concreta dessas comunidades que confere realidade aos atributos lingüísticos, educacionais e profissionais necessários para que uma nação se veja como sociedade conscientemente progressista.

Com a expansão da modernidade, a importância dessa reflexão extravasa o campo acadêmico. Pela primeira vez no planeta, as ciências e as tecnologias, originalmente européias, passaram a constituir uma base comum sobre a qual se assenta um eixo de atração e captura de todas as culturas. O Brasil é atraído e captado pelo discurso econômico da modernidade hoje dominante, que lhe reserva o papel de exportador agrícola, porque aí está seu nicho de enorme vantagem comparativa natural – sol e solo. Este catecismo de modernização que emana das universidades americanas é reproduzido pelo FMI e pelo Banco Mundial e aprendido pela maior parte das nossas autodenominadas elites, o que não representa surpresa.

O que pode surpreender é a falta de alternativas diante das fortes indicações de que o caráter estruturante desse catecismo leva a uma diminuição do número de brasileiros que já haviam alcançado ou poderiam alcançar um padrão de vida compatível pelo menos com o mínimo recomendado pelas ciências e tecnologias modernas para alimentação, higiene, saúde e educação. O último censo do IBGE revelou que a renda dos brasileiros de nível superior empregados no setor privado foi a que mais caiu, em termos reais, entre 1970 e 1990: 31,7%.

Não valeria a pena averiguar a relação deste número com a ausência de geração de tecnologia no Brasil, função primordial desse grupo social? Em outras palavras: por que os empregados brasileiros – engenheiros, físicos, químicos, agrônomos, nutricionistas, médicos, professores, entre outros – não usam o seu próprio aparato profissional moderno, isto é, a linguagem científico-tecnológica detida por suas comunidades, para fazer pesquisas e averiguações visando especificamente a construção de um discurso alternativo àquele catecismo de modernização, cujo caráter

estruturante parece cada vez mais excluí-los de uma divisão internacional do trabalho que eles não ousam delinear nitidamente?

A apreciação destas questões pelas comunidades de praticantes brasileiros enfrenta, além da fragilidade ou mesmo da ausência de comunidades minimamente completas, um obstáculo que está na própria gênese das comunidades científico-tecnológicas. Pelo menos no Ocidente, o aparato educacional com que se pretende transmitir o saber científico-tecnológico — seja o dos telefones celulares, dos automóveis, do café solúvel, da organização da produção ou da gestão financeira – freqüentemente se limita aos componentes especializados, ditos 'técnicos', criando desse modo uma impressão equivocada. Por um lado, ao excluir fatores que são com freqüência rotulados pejorativamente de 'política', ou colocados sob a responsabilidade de outras profissões, o aparato educacional leva o engenheiro, o químico, assim como o biólogo, o agrônomo e o nutricionista, a pensar que os problemas relativos à efetiva utilização de seus conhecimentos sejam nitidamente delineados. Por outro lado, os economistas, ao lidar com sistemas de produção, freqüentemente tratam a tecnologia como um fator 'exógeno'. Alguns cientistas sociais levam o nível de análise e abstração ao limite de não importar qual seja o conteúdo 'técnico' de um sistema tecnológico, visualizando-se mesmo, particularmente entre os economistas neoclássicos (e também entre as sucessivas equipes econômicas dos governos brasileiros), um reducionismo analítico e operacional radical aos fatores 'financeiros'.

Esta separação disciplinar, enraizada na tradição ocidental da construção do conhecimento moderno, embora não seja obviamente uma particularidade brasileira, tem efeitos diversos sobre nações com diferentes graus de aquisição dos atributos da modernidade. Karl Polanyi mostrou magistralmente como o grau de aquisição dos atributos lingüísticos, educacionais e profissionais pela sociedade inglesa das primeiras décadas do século XIX proporcionou as intermediações do pensamento científico nas disputas políticas, particularmente naquelas relativas à formação do mercado de trabalho. No caso do Brasil, o resultado tem sido a exclusão dos profissionais brasileiros da discussão de uma alternativa ao catecismo da modernização.

"...o plantador norte-americano é uma pessoa na ponta de uma longa e elaborada cadeia de especialistas — a maior parte dos quais nunca pisou numa fazenda."

E, tentativamente, como se delineia a exclusão dos brasileiros, dado o seu grau atual de aquisição dos atributos da modernidade que o domínio das ciências e tecnologias ao menos em parte confere? Quanto mais avançado ou moderno é o processo de produção, mais diversificados são os fatores de produção e mais longa a cadeia de elos no processo produtivo. Ao longo deste século, uma parte cada vez maior da produção, tanto industrial quanto agrícola, passou a ser realizada por trabalho indireto. O que isso pode significar para os brasileiros frente à divisão de trabalho?

Na indústria, é bastante conhecido que a proporção entre postos de trabalho direto (manipulando a matéria) e de trabalho indireto (manipulando a informação), que era de 9 para 1 por volta de 1900, inverteu-se ao longo do século XX, estando hoje perto de 1 para 9. Na agricultura, Cohen e Zysman, economistas de Berkeley, estimam que, nos Estados Unidos, embora apenas cerca de 3% dos postos de trabalho estejam nas fazendas, de 15 a 18% dos postos de trabalho se vinculam imediatamente à produção agrícola. Por exemplo: um plantador pré-moderno prepara o solo com um arado simples, um pedaço de pau. Ele não precisa contratar a manutenção do pedaço de pau nem outros serviços de especialistas que vêm de fora da fazenda. Por outro lado, colocada a questão de desempenho no mundo moderno, é certo que ele tem uma produtividade muito baixa. No outro extremo, o plantador norte-americano é uma pessoa na ponta de uma longa e elaborada cadeia de especialistas – a maior parte dos quais nunca pisou numa fazenda.

Segundo os estudos de Goodman, Sorj e Wilkinson, tudo medido em dólares e descontada a inflação, entre 1930 e 1975, enquanto o trabalho nas fazendas norte-americanas foi reduzido em quatro vezes, o uso de máquinas e equipamentos foi multiplicado por 2,5, o dos agroquímicos por 13, e o de outros insumos comprados pelas fazendas, tais como sementes, rações e matrizes, por 3.

A parte cada vez maior do trabalho 'agrícola' também lida com conhecimento e informação e não diretamente com a matéria. É trabalho realizado em postos de trabalho distantes das plantações, tais como o desenvolvimento e a produção da mecanização, dos produtos químicos, dos tratamentos genéticos dos insumos, além do planejamento e controle, programação e *marketing* das diversas etapas na cadeia econômica que vai da semente ao consumo, passando pelo plantio. Em geral, aumento de produtividade implica mais atividades indiretas no processo produtivo e maior especialização dos insumos, incluindo o trabalho. A tendência ao alongamento, que se iniciou com a máquina nos primeiros passos decisivos da modernidade, hoje transcende a própria máquina, à proporção que a produção moderna se automatiza, baseada nos serviços industriais.

Além disso, e talvez mais importante para os profissionais brasileiros, é precisamente no desenvolvimento da tecnologia e em outros tipos de trabalho indireto que se concentra a maioria dos empregos na agroindústria moderna. O quadro descrito indica que os brasileiros, com uma geração local deficiente de conhecimento e informação – um consenso que dificilmente não pode ser tomado como evidente–, correm o sério risco de tendencialmente só poderem disputar os 3% de trabalho direto nas plantações de seu próprio nicho agroindustrial exportador, uma vez que os resultados do trabalho indireto podem ser facilmente importados sob a forma de projetos, equipamentos, agroquímicos e engenharia genética.

Tanto para a agricultura como para a indústria, esta é uma questão fundamental, para a qual só iremos encontrando resposta na medida em que reunamos no Brasil os atributos lingüísticos, educacionais e profissionais modernos que tornem a nação capaz de formular, traduzir e analisar projetos transparentes e comunicáveis de acumulação e distribuição de capital, bem como os meios para implementá-los. A reunião destes atributos parece só ser possível a partir da existência, em nossa comunidade cultural e lingüística, de comunidades de praticantes de ciência e tecnologia cada vez mais completas e numerosas, o que significa atingir um mínimo crítico de geração local de concepção, projeto e desenvolvimento, além da fabricação, de produtos e processos modernos. O que, por sua vez, requer empresas que os coloquem no mercado, e traz à tona a discussão de uma política industrial-científico-tecnológica.

É um longo caminho, mas os primeiros passos só poderão ser dados pelas comunidades de praticantes a partir do que elas são hoje, mediante a discussão do problema com a ousadia de construir um saber sem se auto-impor a guia de outrem, condição humana que caracteriza a emergência para a modernidade. ◆

Catalisadores: inovar, importar ou regenerar?

Novo processo para a produção de diesel põe o Brasil na vanguarda da tecnologia petroquímica

Um novo processo de catálise, usado na produção de diesel a partir de óleo de xisto, coloca o Brasil na vanguarda da tecnologia petroquímica. Diagnosticado o problema do processo convencional, a solução foi simples, mas engenhosa: o Núcleo de Catálise (Nucat), da UFRJ, e o Centro de Pesquisas da Petrobrás (Cenpes) propuseram transformar o catalisador, antes sólido, em pó. Poucas indústrias no mundo usam processo semelhante para a produção de diesel.

No processo convencional, partículas de carbono aderem à superfície do catalisador sólido (catalisadores são substâncias que aceleram a velocidade das reações químicas sem, no entanto, participarem delas).
Após cerca de 6 meses de uso ininterrupto, a crosta carbônica, formada em um processo denominado coqueificação, inviabiliza a ação do níquel e do molibdênio (metais ativos do catalisador). A impureza obriga o descarte do produto.

O novo processo, repassado à Petrobrás, já está atuando na produção em larga escala do diesel. "Poucas empresas no mundo usam esse novo processo", explica Martin Schmal, coordenador do Nucat e professor da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (Coppe/RJ).

SIMILAR NACIONAL

Por solicitação da Ciquine, o Nucat desenvolveu tecnologia para a produção de um catalisador de fabricação japonesa, utilizado no processo de fabricação de matérias-primas para polímeros. À base de níquel/cromo, o produto importado custa cerca de 100 dólares o quilo e tem duração média de dois anos.

Com aparelhagem sofisticada, o Núcleo esmiuçou a estrutura físico-química do catalisador e produziu dois gramas do material em laboratório. Já em escala-piloto, a produção chegou a dois quilos. Restava, então, avaliar a sua atuação na indústria.

O similar brasileiro venceu sem problemas o teste de longa vida (600 horas de uso), realizado na Ciquine, empresa petroquímica do Pólo de Camaçari (BA). "Os resultados estão dentro dos limites exigidos pelo fabricante", atesta Schmal.

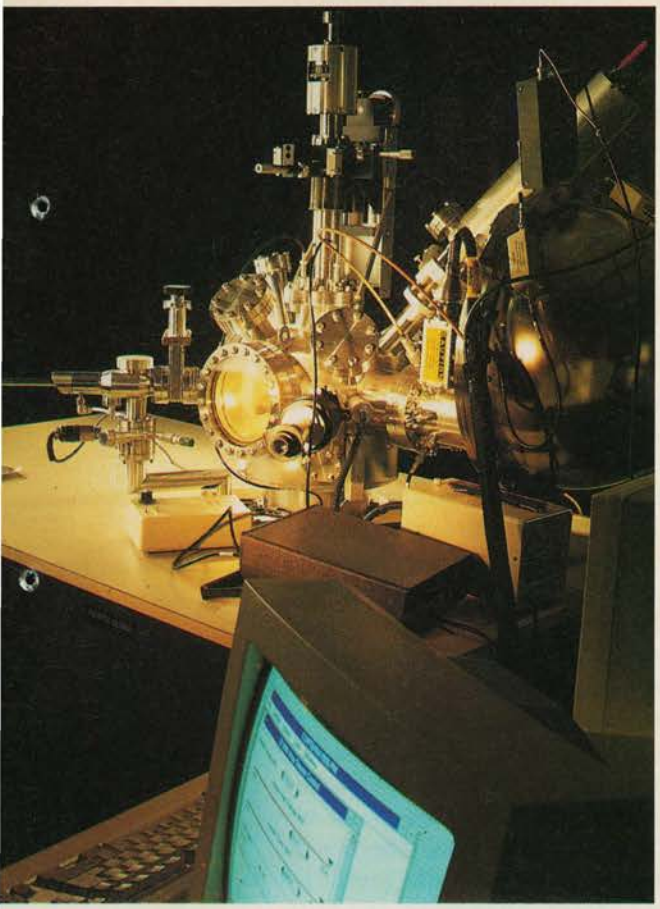
A própria Ciquine trataria de fabricar o catalisador em larga escala, mas a economia do país estancou o projeto antes mesmo do repasse de tecnologia (ver 'A Catálise no Brasil'). "No governo Collor as empresas privadas pararam de investir em pesquisa e desenvolvimento", explica Schmal, também professor da Escola de Química da UFRJ. Resumo: há tecnologia, mas a importação continua.

REGENERAÇÃO E PESQUISA DE PONTA

Se a economia impede a produção de catalisadores, regenerá-los pode ser uma solução viável. Com tratamento térmico, o Nucat 'descoqueificou' catalisadores à base de platina/estanho, usados na produção de matéria-prima para detergentes. A Detem, empresa do ramo, já emprega com sucesso os catalisadores recuperados. Para a Nitrofértil, outra empresa de Camaçari, o Núcleo estuda a regeneração de catalisadores de cobalto/molibdênio, usados em hidrotratamento (processo que retira de impurezas do produto final).

Na área de ponta, o Nucat estuda a produção de catalisadores à base de cobalto, empregados na obtenção de diesel a partir de gases (monóxido de carbono e hidrogênio). "É uma tecnologia complexa. Só a África do Sul usa esse processo", acrescenta Schmal.

Cássio Leite Vieira
Ciência Hoje/Rio de Janeiro



O ESCA: equipamento para análise fina da química da superfície.

A catálise no Brasil

Martin Schmal
Coppe/UFRJ

O Brasil começou a fabricar seus próprios catalisadores somente no final da década de 1970, quando a Argentina já pesquisava o processo há 20 anos. Nessa época, a indústria petroquímica brasileira não tinha alternativa senão comprar os catalisadores no exterior. Até 1975, o Cenpes (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello, no Rio de Janeiro) era o único centro de pesquisa em catálise no país. Sua finalidade era apoiar a Petrobrás, a maior usuária brasileira de catalisadores para craqueamento e refino. Esta situação forçou as universidades, alguns institutos de pesquisa e certas indústrias a se preocuparem com a formação de pessoal e com a pesquisa científica voltada para a aplicação das tecnologias de catalisadores novos e mais avançados.

A partir de 1975, a Coppe começou a desenvolver projetos em catálise visando a formação de mestres e doutores e também a realização de pesquisas básicas e aplicadas sobre temas importantes para a indústria nacional. Esses projetos foram financiados por empresas como a Ciquine, a Copene, a Nitrocarbono, a Oxiteno, a Detem, a Ultra e outras dos pólos químicos e petroquímicos nacionais, além da própria Petrobrás. Esta última, no início dos anos 80, decidiu montar uma fábrica de catalisadores para as suas unidades de craqueamento catalítico, o que a tornou independente dos fornecedores externos e lhe permitiu produzir gasolina e combustível para o mercado interno, além de exportar o excesso de catalisadores para outros países da América Latina.

Otimização de processos, elaboração, avaliação, regeneração de catalisadores em processos de hidrogenação, hidrotratamento e química do carbono, desproporcionamento e catalisadores antipoluentes foram alguns dos projetos desenvolvidos pela COPPE. As indústrias que participaram dos projetos receberam sugestões sobre catalisadores para serem usados no processo de hidrogenação — considerado o que melhor aproveitava os catalisadores e mais eficiência imprimia à catálise.

Em 1983, os grupos de catálise organizados nas universidades elaboraram o Plano Integrado de Catálise e criaram o Programa Nacional de Catálise (Pronac), com o objetivo de formar a massa crítica de pessoal qualificado e estruturar laboratórios de pesquisa. O programa contou com 19 grupos nacionais, financiados pela Finep e pelo CNPq. A partir de 1985, foram instalados novos laboratórios em algumas indústrias (Copene, Ultra, Detem, etc.) e nos estados (INT, IPT, Ceped). Nesta ocasião, o Cenpes foi ampliado e fortalecido, apoiando principalmente as pesquisas da Fábrica Carioca de Catalisadores e as indústrias ligadas à Petrobrás.

Finalmente, em 1990, com a ajuda da Finep e das indústrias Oxiteno, Petrobrás e da Flutec, foi criado o Núcleo de Catálise (Nucat) na Coppe, com estrutura moderna, equipamentos avançados e pessoal de alta qualificação. O Nucat tem como objetivo gerar pesquisas básicas e aplicadas de alto nível para proporcionar conhecimentos em catálise e processos catalíticos às indústrias brasileiras.

Uma análise crítica desse desenvolvimento demonstra, com fatos, que houve grande progresso da catálise nas indústrias: 1) a Fábrica Carioca de Catalisadores (FCC) está atendendo todas as refinarias da Petrobrás (cerca de 25.000 ton/ano), com ganho superior a 20 milhões de dólares; 2) em 1990 foi instalada a Fábrica de Catalisadores para Veículos Automotivos (antipoluentes), hoje com produção de cerca de um milhão de peças ao ano, com tecnologia da Degussa (mil dólares por peça); 3) a Degussa ampliou a Fábrica de Catalisadores Metálicos (metais nobres), que serve ao setor petroquímico; 4) a Fábrica de Catalisadores para hidrogenação de óleos vegetais, produzidos na Arex, aumentou sua capacidade.

Também nas universidades houve grande avanço, considerando-se que os trabalhos científicos apresentados em congressos de catálise no Brasil passaram de cerca de 20, em 1980, para cerca de 150, em 1993, e para cerca de 50 em congressos e revistas internacionais, ainda este ano. Existem hoje cerca de 100 brasileiros, treinados e qua-

lificados em catálise, trabalhando no Brasil e no exterior (sobretudo na França e nos Estados Unidos), o que representa uma massa crítica satisfatória.

Houve, infelizmente, um grande retrocesso por parte das indústrias petroquímicas e químicas do país, em decorrência da política adotada a partir de 1990 pelo governo Collor. Com a idéia de importar tudo, as indústrias desativaram a maioria dos centros tecnológicos e de pesquisa em catálise na petroquímica. Desativaram-se os laboratórios de avaliação de catalisadores, interromperam-se os processos de melhoria e regeneração de catalisadores e descartaram-se as possibilidades de formulação de catalisadores. Em conseqüência, vamos ter enorme atraso na inovação dos catalisadores, no desenvolvimento de processos catalíticos, na eficiência dos processos petroquímicos e, portanto, maior dependência do exterior. Uma das conseqüências mais negativas de tudo isto é que toda a mão-de-obra cuidadosamente preparada pelas universidades está sem perspectiva de emprego e impossibilitada de utilizar o seu conhecimento, antes tão desejado, para desenvolver a catálise nas indústrias petroquímicas nacionais, inclusive na Petrobrás.

O Brasil dispõe atualmente de alguns laboratórios de pesquisa bem estruturados no Cenpes e, em particular, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde o Nucat é um exemplo de interação Universidade–Indústria. Além deles, há grupos com boa formação entre os integrantes do Pronac (UFSCar, Unicamp, IME e UFRS) e dos institutos (INT, Ceped). Por outro lado, indústrias como a Oxiteno, a Copene, a Detem e a PPH, entre outras, possuem bons laboratórios, a maioria deles, entretanto, desativada.

Após 10 anos de atividades intensivas, com resultados bastante significativos, faz-se necessária uma reflexão sobre o futuro da catálise no Brasil. As idéias básicas saíram do plano do Nucat/Coppe e são extensivas a um programa mais amplo, de alcance nacional.

Em primeiro lugar, as indústrias precisam se conscientizar de que a descontinuidade que vivemos é extremamente prejudicial ao desenvolvimento de processos químicos, nos quais a catálise tem papel fundamental. Usando o conhecimento adquirido, estas indústrias podem apresentar diretrizes de interesse setorial, visando aumentar a produtividade e a eficiência; elas podem, principalmente, abrir espaço para o pessoal novo, realmente qualificado, nas áreas de catálise, reatores e cinética. É necessário ter em mente que o aproveitamento de jovens treinados em laboratórios e com conhecimento teórico suficiente é capaz de acelerar o desenvolvimento industrial.

Em segundo lugar, deve-se direcionar o desenvolvimento da catálise para temas de interesse do país, no futuro próximo. Convém lembrar que um programa bem definido de desenvolvimento de pesquisas consome pelo menos cinco anos antes de poder ser avaliado. Os temas mais relevantes relacionados a catálise são, por exemplo, na química fina, os processos catalíticos para produtos farmacêuticos e agrotóxicos e a utilização de matérias-primas naturais; na área dos antipoluentes, os processos de eliminação de produtos químicos provenientes das indústrias e dos veículos automotivos; na área de peneiras moleculares, o desenvolvimento de novos materiais para catalisadores químicos e adsorventes; nos processos de hidrotratamento, a busca de novos catalisadores de craqueamento, refino e tratamento; na química do carbono, o aproveitamento do metano e do monóxido de carbono para produção de HC; e em novos materiais, a pesquisa dos metais, óxidos e óxidos mistos para catalisadores em processos químicos.

Em terceiro lugar, é preciso integrar os grupos de pesquisa das universidades com os institutos de pesquisa e com as indústrias, num plano coordenado em que cada um desenvolva parte de um projeto envolvendo um desses temas. As universidades devem fazer pesquisa básica, bem fundamentada, com conhecimento físico-químico completo do catalisador e do processo; os institutos devem desenvolver o processo com a universidade, otimizando-o e, ao mesmo tempo, avaliando a vida do catalisador; a indústria, finalmente, deve realizar o *scale up* (aumento de escala), para verificar em conjunto a viabilidade industrial e econômica do processo. Dessa maneira, o plano terá sucesso. Será muito difícil um grupo isolado conseguir atingir uma meta final, face à carência de equipamentos e de pessoal especializado em cada problema.

Em quarto lugar, os programas de qualificação de pessoal nas diferentes áreas propostas devem ser mantidos, com planos de treinamento específicos, e não genéricos, em técnicas atualizadas, através de convênios com os países que dispõem de alta tecnologia. Este papel cabe ao CNPq, à Capes e às fundações estaduais. O grupo Pronac, e particularmente o Nucat, mantêm convênios com a França, Estados Unidos, Alemanha, Argentina, México e Espanha. Deve-se também inverter o processo, isto é, não só enviar estudantes, mas trazer especialistas ou fazer programas bilaterais que beneficiem ambos os lados e, principalmente, o Brasil.

Finalmente, deve-se ressaltar que o Nucat dispõe de equipamentos e especialistas que estão à disposição da comunidade científica e técnica, na área de catálise, para projetos conjuntos, colaboração em temas de interesse comum e para os planos integrados aqui propostos. Os equipamentos recém-adquiridos pelo Nucat, com o apoio da Finep, são equivalentes aos dos principais laboratórios de catálise no exterior. O ESCA, na foto (página 9), é um exemplo. ◆

Sísifo no Brasil?

Claudio Zamitti Mammana
Instituto de Física,
Universidade de São Paulo

Conta uma lenda grega que Sísifo, fundador de Corinto, vítima de uma armadilha, foi condenado pelos deuses a empurrar morro acima, por toda a eternidade, uma pedra enorme, que sempre torna a cair quando chega ao topo.

Quantos de nós não fomos atingidos por maldição semelhante? A xícara de café, que tão logo acaba de ser lavada no bar, deverá ser servida novamente; um prato limpo que a doméstica coloca no armário sempre torna a aparecer, sujo, em sua pia; as fraldas que a mãe lava retornam, sempre sujas, a seu tanque; o volume que o operário do empacotamento passa adiante parece voltar sempre à sua frente para ser novamente empacotado.

A punição de Sísifo é o ganha pão e a razão de ser da maioria dos brasileiros.

Muitos defendem a tese de que progresso é criar empregos, mesmo que sejam empregos amaldiçoados. Curiosamente, esses mesmos revoltam-se e indagam: "Para que reinventar a roda?", sempre que se busca abrir um pouco de espaço para a engenharia brasileira, isto é, sempre que se consegue criar empregos, por exemplo, para que engenheiros façam o reprojeto (a chamada engenharia reversa) de equipamentos de arquiteturas abertas.

Também curiosamente, esses mesmos não se revoltam se milhares de rodas, reinventadas por engenheiros japoneses, coreanos, taiwaneses, entre outros, inundam os mercados do mundo e proporcionam riqueza a seus países.

Reinventar a roda é como uma versão tecnológica da punição de Sísifo. É inevitável para que se possa criar um processo de aprendizado industrial capaz de erguer, de alguns degraus, uma força de trabalho desqualificada. É tão inevitável para o progresso quanto dar aulas, que, por sua vez, nada mais é do que repetir, ano após ano, o que já foi descoberto e o que já foi inventado. A educação é também um trabalho amaldiçoado, um permanente reinventar da roda.

É possível que uma criança cresça sem que Sísifo lhe lave as fraldas? É possível que uma criança aprenda sem que Sísifo lhe ensine? É possível construir uma indústria e torná-la competente sem que milhares de Sísifos ocupem (até aprender a libertar-se delas, se puderem) as pranchetas, os escritórios de administração, os almoxarifados, as linhas de produção?

Albert Camus assim encerra o seu *Mito de Sísifo*:

"Nesse instante sutil em que o homem se volta para sua vida, Sísifo, regressando à sua pedra, contempla essa seqüência de ações sem ligação que se torna seu destino, criado por ele, unido sob o olhar de sua memória, e logo selado por sua morte. Assim persuadido da origem totalmente humana de tudo o que é humano, cego que deseja ver e que sabe que a noite não tem fim, ele está sempre em marcha. A pedra ainda rola. Deixo Sísifo no sopé da montanha! Todos sempre reencontram o seu fardo. Mas Sísifo ensina a fé superior que nega os deuses e ergue as pedras. Ele também julga que tudo está bem. Esse universo, doravante sem senhor, não lhe parece nem estéril nem fútil. Cada um dos grãos dessa pedra, cada clarão mineral dessa montanha cheia de noite, por si só basta para preencher o coração de um homem.

É preciso imaginar Sísifo feliz."

Se o Sísifo que está dentro de cada um de nós puder construir sua fé, capaz de negar os deuses, e a certeza de que sua maldição não é eterna o fizer divisar, no futuro de seus descendentes, a condição humana que lhe é negada, talvez não seja difícil, nem preciso, imaginar Sísifo feliz.

TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO

É possível combater o analfabetismo industrial e construir a competitividade de uma nação sem negar os

deuses e reinventar a roda?

O relatório sobre competitividade industrial elaborado pelo OTA (*Office of Technological Assessment*), do Congresso dos EUA, afirma:

"A manufatura, como o resto da economia, depende da competência e do engenho dos trabalhadores, desde o chão da fábrica até o escritório do executivo. Tecnologia sofisticada demanda pessoas qualificadas. Da mesma forma que máquinas poderosas podem ampliar as habilidades produtivas das pessoas, precisa-se de mão-de-obra bem treinada para retirar o máximo das máquinas.

A necessidade de mão-de-obra altamente qualificada não se restringe a uma elite; as tecnologias mais produtivas são aquelas que exploram os talentos de pessoas qualificadas em todos os níveis."

A importância do elemento humano para a produtividade da indústria é reconhecida tanto hoje quanto o foi, por Adam Smith, no início da Revolução Industrial. A automação promoveu um substancial aumento da produtividade industrial, porém promoveu também uma transformação no papel da mão-de-obra na atividade produtiva, criando uma demanda crescente por mão-de-obra cada vez mais qualificada.

A Revolução Industrial pode ser caracterizada mais como uma revolução informática do que energética, onde as habilidades humanas vêm sendo transferidas dos homens às máquinas, num processo acelerado. Desta forma, o operário, isto é, aquele que opera a máquina, vai se convertendo num acessório dessa máquina. Acreditava-se (e espantosamente acredita-se ainda) que o ritmo e a qualidade com que são produzidos os bens nesse posto de trabalho dependem da máquina e não do operário.

E assim formou-se mais uma idéia-força que, como um sonho alquímico, ilude a maioria dos administradores do Terceiro Mundo: a de que a tecnologia permite encapsular nas máquinas as habilidades de uma mão-de-obra já altamente qualificada. Assim, transformadas em mercadorias, essas máquinas passam a ser oferecidas nos mercados do mundo como um elixir do desenvolvimento econômico.

Começa-se a perceber, no entanto, que o desenvolvimento tecnológico está resultando na construção de uma gigantesca muralha a separar dois povos cada vez mais distantes: de um lado ficam aqueles que constróem as máquinas e lhes dão o sopro da vida, da inteligência e das habilidades, e do outro todos aqueles que se tornam seus acessórios.

Transpor essa muralha torna-se cada vez mais difícil, uma vez que sua altura mede-se em semanas, meses ou mesmo anos de treinamento e aprendizado. No início da Revolução Industrial, os teares automáticos incorporaram habilidades que requeriam poucas semanas de treinamento. Com o aumento da complexidade e da sofisticação do projeto desses equipamentos, eles passaram a incorporar habilidades cada vez mais difíceis de serem conseguidas pela maioria da população. Já nos anos 60, os computadores haviam incorporado tudo o que era necessário saber para que um profissional exercesse a função de guarda-livros. Essa profissão foi praticamente erradicada do mercado de empregos e substituída pela dos analistas de sistemas, muito melhor remunerados, porém em número substancialmente menor. Recentemente, surgiram as estações de trabalho de engenharia que incorporam o saber equivalente a vários anos de aprendizado necessário para que um calculista exerça sua profissão. Essas estações já estão tornando aquela profissão obsoleta. A inteligência artificial está deslocando a altura dessa muralha para níveis cada vez mais inacessíveis. Não está longe o tempo em que as novas estações de trabalho incorporarão atividades tais que uma vida inteira de aprendizado será insuficiente para galgá-la.

A questão que hoje, mais do que nunca, se coloca ao Brasil é de que lado dessa muralha queremos nos colocar: como participantes do desenvolvimento tecnológico ou apenas como operários não qualificados, acessórios de tecnologias exóticas?

Todas as questões econômicas passam a depender dessa questão fundamental, que nos obriga a repensar profundamente o papel da educação para a formação da competitividade. Quaisquer que tenham sido, no passado, as ideologias que deram forma aos currículos e às estruturas de ensino, está claro que elas não conduziram à formação de uma força de trabalho competitiva. No Japão, ao contrário, há três décadas iniciou-se essa revolução educacional, como observa K. Van Wolferen, em *The Enigma of Japanese Power* (1989):

"Em meados dos anos 60, representantes das federações empresariais [japonesas] sugeriram medidas para uma reformulação parcial da educação nacional, de modo a converter as escolas em 'locais para o treinamento de uma força de trabalho disciplinada e de alta qualidade' no interesse do desenvolvimento ótimo da economia."

De que educação, então, se trata? A qualificação do capital humano deve visar a formação do indivíduo livre, feliz e saudavelmente integrado na sociedade ou, pelo contrário, a formação de um organismo coletivo, uma sociedade competitiva num mundo de guerras comerciais permanentes?

Se a competitividade das nações é hoje condição de sobrevivência dos povos, não se pode destacar a educação de uma política industrial como um assunto a ser relegado a especialistas. Se a indústria brasileira ainda não alcançou um grau mínimo de consciência sobre qual é a melhor qualificação para sua força de trabalho, o que dizer dos educadores, confinados em suas salas de aula, sem nenhuma ou quase nenhuma capacidade para analisar as tendências da indústria

mundial? O que dizer dos acadêmicos que, na sua ilusão provinciana de uma união monogâmica com a ciência e a filosofia, sequer imaginam que estas e os interêsses econômicos há muito concubinaram-se nas metrópoles?

A indústria brasileira, como já foi visto, sempre se baseou na exploração de uma mão-de-obra barata e, conseqüentemente, não qualificada. O resultado é que essa tem sido a característica invariante da força de trabalho no Brasil.

A indústria brasileira sempre se baseou na exploração de uma mão-de-obra barata e, conseqüentemente, não qualificada.

Durante todos esses anos de industrialização marginal, as instituições de ensino brasileiras ficaram à margem do setor produtivo e adquiriram o grave vício de operar por oferta. O perfil profissional dos egressos do sistema educacional é determinado pelos educadores e não pelos seus usuários, ou seja, a sociedade que os emprega. A educação formal brasileira nunca operou por demanda: o setor produtivo, com a exceção de algumas empresas estatais, nunca forneceu ao sistema educacional qualquer orientação quanto ao perfil, grau de qualificação ou dimensão da força de trabalho necessária ao desenvolvimento da economia.

De fato, se nós, professores universitários, fôssemos nos basear na demanda criada pelas empresas estrangeiras instaladas no Brasil para decidir qual o melhor currículo para os nossos estudantes, deveríamos ensiná-los, exclusivamente, a ler os manuais de equipamentos importados ou a prescrever as dosagens dos produtos por elas comercializados. Se a universidade se limitasse a atender a demanda de recursos humanos das empresas multinacionais, o Brasil não precisaria mais de nenhuma escola de engenharia. Poderíamos fechá-las todas.

Por causa dessa forma de atuação das empresas multinacionais e das empresas nacionais que lhes servem de intermediárias é que existe esse enorme divórcio entre a oferta e a demanda de recursos humanos qualificados em nossa economia.

A intensidade desse divórcio pode ser percebida pela orientação, hoje em voga nas universidades brasileiras, de medir a produtividade acadêmica não pela qualidade da força de trabalho que ela produz, mas pela quantidade de artigos publicados por seus pesquisadores (que são cada vez menos tratados como professores) em revistas de renome internacional.

Se a qualificação da mão-de-obra que fará do Brasil um país competitivo tiver que ser produzida pelo nosso sistema educacional, então este deverá sofrer uma transformação radical em sua estrutura e orientação. A qualificação da força de trabalho alocada ao setor produtivo está comprometida por duas gerações, tanto por sua própria qualificação hoje, quanto pela qualificação dos quadros que estão formando a próxima geração de trabalhadores. A elevação da qualidade desses quadros é um processo demorado, pois exige uma re-seleção do pessoal, bem como a reformulação de todos os currículos daqueles que virão a ser docentes.

Da mesma forma, o treinamento dentro das empresas é ainda muito deficiente entre nós. A alta rotatividade do emprego no Brasil desestimula os empresários a fazerem maiores investimentos na qualificação da força de trabalho, pois o risco de que esses investimentos revertam em benefício dos concorrentes não é pequeno. Parece claro que uma melhor política trabalhista é condição necessária para uma melhora da qualidade geral da mão-de-obra no país.

É importante reafirmar que uma das qualidades que se demanda hoje em dia é a existência de uma capacidade distribuída de diagnóstico. Cada trabalhador, em cada posto de trabalho (incluídos os educadores), deve passar a ser capaz de diagnosticar as causas das suas próprias ineficiências bem como daqueles com quem interage, pois se o conhecimento não for incorporado ao setor produtivo e fizer parte orgânica dele, não se sustentará e muito menos promoverá a competitividade.

A EDUCAÇÃO INDUSTRIAL COMEÇA ONDE A EDUCAÇÃO FORMAL ACABA

O propósito da educação formal tem sido construir indivíduos capazes de integrar-se naturalmente na sociedade. Thomas H. Huxley, biólogo inglês, assim definiu um homem educado:

"Creio que um homem com uma educação liberal é aquele tão treinado em sua juventude que seu corpo é o servidor de sua vontade e executa, com prazer e simplicidade, todo o trabalho que, como mecanismo, ele é capaz de executar; cujo intelecto é um motor claro, frio e lógico, composto de partes igualmente fortes e em perfeitas condições de funcionamento; pronto, como uma máquina a vapor, a dirigir-se a qualquer espécie de trabalho, a fiar a teia da mesma maneira que forja as âncoras da mente, cuja mente armazena o conhecimento das verdades maiores e fundamentais sobre a natureza e as leis que regem o seu funcionamento; alguém que, não sendo um asceta

atrofiado, é cheio de vida e fogo, mas cujas paixões são treinadas para se submeterem a uma vontade rigorosa, o servo de uma terna consciência; alguém que aprendeu a amar toda a beleza, seja a da natureza ou da arte, a odiar toda vileza e respeitar os outros como a si mesmo."

Da comparação dessas palavras com a citação de Van Wolferen, reproduzida na página 12, pode-se aquilatar a distância que separa a filosofia da educação ocidental da japonesa. Enuncia-se novamente, diante desse dilema, a questão de qual é o objeto do aprendizado: o indivíduo ou a sociedade?

Se entendermos, de um lado, o aprendizado individual como um processo de incorporação de programas ao intelecto do indivíduo, isto é, um processo de gravação na memória psíquica, devemos entender, de outro, que o aprendizado coletivo deva ser dirigido para a gravação, na memória coletiva, de programas tecnológicos. Trata-se, portanto, de dois mecanismos bastante distintos de educação. Podemos dizer que os nossos conhecimentos acerca do último são praticamente nulos.

A única pista de que dispomos está em aceitar a equivalência entre linguagem e técnica para, depois de examinar como um grupo étnico aprende uma linguagem, tentar entender como se aprende a técnica. Da mesma forma que as transações sociais são possíveis através da linguagem, que permite que as memórias de dois indivíduos distintos se comuniquem por referência a uma terceira memória, de natureza coletiva, à qual têm acesso comum e que registra a linguagem, as transações tecnológicas dependem também da existência dessa memória coletiva para servir de referência no sofisticado sistema de produção econômica baseado na divisão do trabalho.

A formação individualista imposta pela cultura ocidental tem um efeito fundamental sobre a organização e divisão do trabalho ou, como expressa Adam Smith, sobre como o engenho, a destreza e o discernimento afetam o trabalho. Em um de seus importantes artigos sobre a competitividade da indústria norte-americana ('The Quiet Path to Technological Preeminence', publicado em *Scientific American*, vol. 261, nº 4, 1989), o economista Robert Reich ressalta a diferença da divisão do trabalho nos EUA e no Japão:

"Em comparação com as firmas japonesas, a maioria das firmas americanas estabelece distinções muito nítidas, separando a pesquisa e o desenvolvimento de um lado, e a produção e o *marketing* do outro. (...) A hipótese implícita por detrás disso é que os projetos de produtos emergem completamente prontos do centro de pesquisa, após o que eles são postos em produção.

No Japão, pesquisa e desenvolvimento caminham simultaneamente ao andamento da engenharia de manufatura e ao projeto do processo de produção. Não há separação, seja geográfica seja cultural. (...) A teoria não precede necessariamente a aplicação nem o projeto do produto precede necessariamente o projeto do processo de produção; todas as fases ocorrem conjuntamente."

Está claro que essa diferença nas organizações dos sistemas de divisão do trabalho tem algo a mais do que uma simples reorientação proposta por algum engenheiro de organização e métodos mais inspirado do que seus colegas. Ela evidencia a existência no Japão de um sistema diferente de formação de competência, onde a produção mais se parece com uma atividade militar do que com o reflexo de um sistema educacional que divide as disciplinas em compartimentos convenientes, bem como evidencia a existência de um conjunto de valores sociais que subordinam a hierarquia dos conhecimentos a que estamos acostumados a uma hierarquia mais geral, possivelmente a hierarquia feudal que caracteriza a cultura japonesa.

Essas comparações fazem-nos refletir não sobre como transformar o sistema educacional brasileiro de modo a convertê-lo no principal construtor da competitividade nacional, mas sobre se isso é possível.

No artigo *Toward a new industrial America, (Scientific American, vol. 260, nº 6, 1989),* em que Suzanne Berger *et alii* sintetizam os resultados da pesquisa sobre a competitividade da indústria americana, realizada no MIT (Massachusetts Institute of Technology), há uma frase que merece uma reflexão: "Em outros países, observamos uma inclinação maior para encarar as empresas como instituições de aprendizado". Esta frase estabelece uma relação inovadora entre educação e indústria. Se é verdade que as habilidades industriais necessárias à construção da competitividade não podem ser adquiridas no sistema formal de ensino pelas razões acima expostas, cabe imaginar que é na própria indústria, mais do que na escola, que se deve promover a educação para a competitividade.

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INDÚSTRIA

A competitividade da indústria brasileira não está limitada apenas pela inaptidão do nosso sistema educacional. Também a comprometê-la estão os equívocos e as presunções viciadas, pelos quais a imaginação inexperiente vê o papel da atividade científica no desenvolvimento econômico.

Não é necessário refutar a enorme massa de evidências que os historiadores da Revolução Industrial acumularam como testemunho da influência do conhecimento científico sobre as inovações tecnológicas para negar-lhes a supremacia que o mau julgamento lhes tem atribuído na atividade econômica.

Observa-se, de um lado, que são inúmeras as condições a serem satisfeitas para que se dê o casamento entre as inovações tecnológicas e os resultados do conhecimento científico. Os livros de história da ciência são ilustrados com muitos exemplos de invenções que

se anteciparam (em alguns casos, como a máquina a vapor de Heron de Alexandria, em mais de 20 séculos) a suas aplicações práticas ou de teorias especulativas que vieram a ser usadas muito depois e em campos bem distintos daqueles que as motivaram no início.

A realização tecnológica de uma idéia não pode prescindir da existência de um caldo industrial suficientemente rico. Separando a máquina a vapor de Heron de Alexandria das máquinas a vapor do início do século XVIII, encontramos um mundo de avanços tecnológicos e industriais em áreas cuja relação direta com essas máquinas dificilmente se imagina.

"É na própria indústria, mais do que na escola, que se deve promover a educação para a competitividade"

A tese da precedência da descoberta científica sobre as invenções práticas está bastante difundida hoje em dia, a ponto de ser tida por muitos como uma característica da tecnologia moderna. O eletromagnetismo teve origem em 1820, quando de uma demonstração acadêmica realizada por Oersted sobre as peculiaridades da corrente elétrica, e redundou em tudo o que conhecemos hoje sobre as aplicações da eletricidade, desde as usinas, os motores, as lâmpadas, as transmissões radiofônicas etc. Este exemplo impressionante de um setor praticamente inaugurado pelas descobertas científicas é invocado como uma comprovação decisiva da tese da precedência da ciência sobre a técnica.

A história da tecnologia mostra-nos, porém, exemplos contrários. A síntese da termodinâmica é, talvez, o exemplo mais eloqüente deste outro caso. As máquinas a vapor de Newcomen e Watt datam do início do século XVIII, ao passo que as leis da termodinâmica foram enunciadas somente mais de um século depois, o que levou o bioquímico norte-americano L. J. Henderson a afirmar que a ciência deve mais à máquina a vapor do que a máquina a vapor à ciência.

Outros exemplos podem ser acumulados em cada um dos lados da balança. Essa possibilidade mostra não apenas que uma tese não exclui a outra mas, sobretudo, que o conhecimento desempenha no processo do desenvolvimento tecnológico papel equivalente ao de qualquer outro setor da própria tecnologia, isto é, age de forma cooperativa, conforme prevê a lei da interdepedência.

Observa-se, paralelamente, que o sucesso econômico — vale enfatizar, mercantil — de um invento, depende da possibilidade de convertê-lo num produto. No mundo do comércio, não se costuma olhar um produto do ponto de vista do produtor, como sendo o conjunto dos princípios científicos aplicados à solução de um problema. Ele é visto sempre do ponto e vista do consumidor, isto é, como uma unidade de consumo. W. Davidow, vice-presidente de vendas da Intel durante o período áureo de sua expansão, evidenciou, com muita felicidade, essa diferença conceitual:

"Grandes dispositivos são inventados no laboratório. Grandes produtos são inventados no departamento de *marketing*. (...) Esta afirmação não tem a intenção de denegrir o engenheiro-inventor. O melhor *marketing* do mundo não pode criar um produto, a menos que exista um dispositivo. Porém, a chave está em converter grandes dispositivos em grandes produtos."

Adiante, Davidow nos dá uma excelente definição de produto:

"Um produto é a totalidade do que um consumidor compra. É o dispositivo físico ou o serviço do qual o consumidor extrai uma utilidade direta, além de um número de outros fatores, serviços ou impressões que tornam o produto útil, desejável e conveniente. Quando um dispositivo é apropriadamente aumentado, de modo que possa ser facilmente vendido e usado por um consumidor, ele transforma-se num produto."

Poucos inventos conseguem quebrar a barreira que os separa de um produto. Observa-se, de outro lado, na análise das relações entre ciência, tecnologia e indústria, que um terceiro universo econômico adiciona-se aos laboratórios e ao *marketing*. Trata-se da produção. Não basta termos um grande produto baseado num grande dispositivo: é essencial para o sucesso do todo que se tenha um sistema industrial capaz de reproduzir milhares ou até milhões de cópias desse mesmo produto, todas funcionando!

O sofisticado aparato capaz dessa façanha chama-se indústria e para seu sucesso concorre a competência de um contingente enorme de pessoas qualificadas e de outras indústrias. Repetindo a metáfora recolhida da imagem de G. N. Lewis, podemos resumir: a competitividade da indústria está nos andaimes, não no edifício.

Um país constrói sua competitividade muito mais através do engajamento de seu povo num processo aprendiz de produção de equipamentos do que na utilização consumidora desses equipamentos, mesmo que eles tragam a ilusória promessa de uma modernização alquímica. A utilização meramente consumidora e, portanto, inconsciente, erradica de uma sociedade qualquer posibilidade de aprendizado industrial. ◆

Clonagem do eucalipto: efeitos sobre a produtividade e qualidade da madeira

Fernando de Lellis Garcia Bertolucci
Ricardo M. Penchel
Aracruz Celulose S.A.

Situada na costa norte do Espírito Santo e sul da Bahia, a Aracruz Celulose S. A. é uma empresa privada com mais de 2 mil acionistas e um investimento global da ordem de 2 bilhões de dólares. O empreendimento obedece a uma concepção integrada, constando de florestas de eucalipto, duas fábricas, planta eletroquímica, porto e bairro residencial. As atividades florestais iniciaram-se em 1967 e hoje atingem um total de 203.226 ha, dos quais 131.322 ha estão cobertos com plantios de eucalipto. O restante inclui áreas de preservação de florestas nativas (54.000 ha), estradas, fábricas, viveiro e áreas de pesquisa.

Para assegurar uma produção anual de 1,025 milhão de toneladas de celulose branqueada de eucalipto, 80% exportados para 20 países em todos os continentes, a Aracruz investe continuamente no aprimoramento da matéria-prima, através de pesquisas que visam a produtividade e a qualidade da madeira. Graças a esse trabalho, somente em 1993 estão sendo plantadas 38 milhões de mudas de eucalipto que darão origem a florestas de alta qualidade. Entretanto, para chegar a esse patamar, a empresa teve que desenvolver tecnologia própria, sobretudo para viabilizar um empreendimento florestal numa região inicialmente marcada por solos degradados, cuja cobertura vegetal primitiva estava devastada, e onde não havia experiência com a cultura do eucalipto.

MELHORAMENTO GENÉTICO

A opção pelo gênero *Eucalyptus* decorreu da confrontação das condições do solo e do clima nas regiões de atuação da Aracruz com a grande variedade de ambientes onde esse gênero ocorre naturalmente. Sendo um gênero que abrange mais de 600 espécies, é possível selecionar materiais genéticos para praticamente qualquer região do mundo. Além disso, já se conhecia o potencial de uso de sua madeira para fins diversos, entre eles a celulose.

As primeiras espécies plantadas foram o *Eucalyptus grandis*, o *E. saligna* e o *E. alba*, além de híbridos naturais dessas espécies, a partir de sementes produzidas no Horto Florestal de Rio Claro (SP), onde esses genótipos foram introduzidos em 1909. Como não haviam sido melhoradas geneticamente e, principalmente, não estavam adaptadas às condições das áreas de atuação da Aracruz, essas espécies produziram povoamentos florestais com grande variação no crescimento, forma das árvores e qualidade da madeira (figura 1).

Além desses problemas, a incidência de doenças, especialmente o cancro, uma podridão do tronco causada pelo fungo *Cryphonectria cubensis*, tornou imperativa a elaboração de um programa de pesquisas. Diante disso, em 1973, a empresa iniciou um programa de melhoramento genético, adotando estratégias sexuadas e assexuadas, com o objetivo de produzir, a curto, médio e longo prazos, material genético de qualidade, capaz de assegurar a viabilidade econômica do projeto.

Estratégia sexuada. A reprodução por via sexuada, presente na maioria dos organismos superiores, consiste de dois acontecimentos principais: a meiose e a fertilização. A meiose é um tipo de divisão celular que produz células filhas com o número de cromossomos reduzido à metade e que se diferenciam nos gametas masculinos e femininos. Na fertilização, ocorre o encontro desses gametas, reconstituindo o número de cromossomos e dando origem a novas combinações genotípicas, armazenadas nas sementes. No caso específico do eucalipto, cuja reprodução é predominantemente alógama, isto é, as plantas se intercruzam naturalmente, o número de novos genótipos resultante dos cruzamentos é praticamente ilimitado, o que aumenta a chance de sucesso do programa de melhoramento genético.

Para constituir a base genética e dar sustentação a esse processo ao

Figura 1. Primeiros plantios da Aracruz, utilizando sementes de Rio Claro (sete anos)

longo do tempo, a Aracruz introduziu sementes de 55 espécies do gênero *Eucalyptus*, de 2.500 diferentes matrizes, a partir de coletas realizadas na Austrália e Indonésia. Todo esse material foi devidamente testado em condições de campo, permitindo definir as espécies de maior potencial, com destaque para o *E. grandis* e o *E. urophylla*. Programas de melhoramento genético intra e interespecíficos passaram a ser conduzidos para essas espécies, proporcionando a produção de sementes de elevada qualidade genética que foram usadas para consumo próprio e exportadas para diversos países, entre eles a própria Austrália. Essa estratégia tem propiciado, também, a geração contínua de populações melhoradas e árvores altamente superiores, aproveitadas por vias assexuadas.

Estratégia assexuada. Um dos maiores avanços da agricultura primitiva foi a descoberta de que os melhores indivíduos observados numa determinada população poderiam ser reproduzidos simplesmente a partir de pequenos segmentos de caule (estacas) com zonas meristemáticas. Essa prática, conhecida como reprodução vegetativa ou assexuada, é possível devido ao fenômeno da totipotência celular (o fato de qualquer célula conter a informação genética necessária para regenerar uma planta completa). Além disso, a mitose (outro tipo de divisão celular) garante a formação de duas células idênticas à célula-mãe, assegurando que a nova planta gerada por esse processo seja geneticamente idêntica à que lhe deu origem.

No caso específico do eucalipto, a propagação vegetativa por enraizamento de estacas começou a ser desenvolvida, no início da década de 1970, por pesquisadores australianos e franceses. A possibilidade de produzir milhares de cópias a partir da identificação de uma árvore superior levou a Aracruz a empreender um forte programa de pesquisas nessa linha, tendo como meta a obtenção de uma floresta de melhor qualidade genética no menor espaço de tempo.

Em 1979, depois de cinco anos de pesquisas em clonagem, foi possível constatar, em diversas condições de campo, que as florestas clonais apresentavam elevada taxa de sobrevivência, resistência às principais pragas e doenças, alta produtividade e bom índice de regeneração após sucessivos cortes. Além disso, os povoamentos florestais obtidos por clonagem eram altamente homogêneos, o que, ao permitir a padronização da matéria-prima, resultava em ganhos tanto no processo de fabricação da celulose quanto na sua qualidade.

A partir de então, a empresa passou a adotar a técnica em escala operacional. Atualmente 95% da área plantada são ocupados por clones. Graças ao seu arrojo em transferir para escala industrial uma técnica antes restrita à pesquisa, a Aracruz recebeu, em 1984, o prêmio Marcus Wallenberg, outorgado pela fundação sueca de mesmo nome, equivalente ao Nobel para a área de silvicultura.

PRINCIPAIS RESULTADOS DA OPERACIONALIZAÇÃO DA CLONAGEM

Vinte anos se passaram desde o início das primeiras pesquisas com propagação vegetativa na Aracruz. O processo básico evoluiu nesse período, principalmente no que se refere às técnicas de viveiro para melhor operacionalização da produção em larga escala (figura 2). Além disso, foram introduzidas inovações para aperfeiçoar a avaliação da qualidade da madeira e do potencial silvicultural de cada clone. Houve também sensível melhora nas técnicas de experimentação e maior rigor nas análises estatísticas e laboratoriais.

Qualidade da madeira. Quando os primeiros clones foram selecionados, os recursos tecnológicos da época não permitiam maior aprofundamento das análises de qualidade da madeira. Mesmo assim, todas as matrizes que demonstravam potencial, do ponto de vista florestal, foram avaliadas quanto à densidade básica da madeira e ao rendimento em celulose. As selecionadas para clonagem foram aquelas que se situavam na faixa de 470-580 kg/m³ de densidade e com rendimento superior a 50% em peso.

A partir de 1982, estudos mais detalhados passaram a ser realizados. Resultados inéditos têm sido obtidos desde então, como o co-

FOTOS CEDIDAS PELO AUTOR

Corte das plantas fornecedoras das brotações em jardim clonal (área exclusivamente manejada para esse fim).

Início do rebrotamento.

Área de jardim clonal, com brotações em idade de coleta (50 dias)

Coleta das brotações.

Preparo das estacas no viveiro.

Tratamento com hormônio para indução de enraizamento (ácido indol-butírico) e plantio das estacas.

Nebulização em casa de sombra.

Muda aos 35 dias após o plantio e, à direita, muda pronta para plantio, aos 90 dias.

Figura 2. Fluxograma básico do processo de clonagem desenvolvido pela Aracruz.

nhecimento da influência do ambiente sobre diversas características da madeira, obtido pelo estudo da herdabilidade. Pode-se observar, na figura 3, que esse parâmetro varia amplamente para as propriedades avaliadas, mostrando que algumas respondem mais à seleção, o que implica maior chance de sucesso através do melhoramento genético (valor de herdabilidade próximo a 1). Para outras características, entretanto, fica evidente a dificuldade de obtenção de ganhos genéticos significativos, devido à grande influência do ambiente sobre elas, uma vez que as florestas são sistemas abertos, sujeitos a variações ambientais não controláveis, na maioria dos casos.

Além da herdabilidade, outro aspecto de relevância para os atuais estudos da Aracruz é a busca de correlações entre características da madeira dos clones e propriedades da celulose, do processo de fabricação e do papel. Os resultados desses trabalhos têm assegurado um decréscimo contínuo no consumo específico de madeira, isto é, da quantidade de madeira requerida (em m^3) para a produção de uma tonelada de celulose. A figura 4 mostra que o consumo específico atual é 16% inferior ao obtido por ocasião do corte das primeiras florestas da empresa.

Ganhos tão significativos como os obtidos para o consumo específico deverão ser em breve alcançados para aspectos de qualidade da celulose. Para isso, um trabalho em

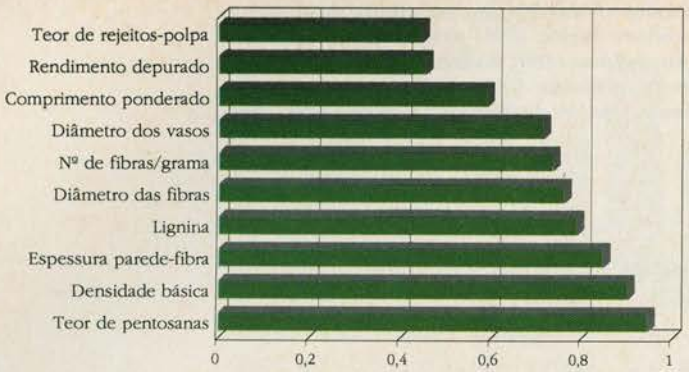


Figura 3. Estimativas de herdabilidade de características da madeira de clones (sentido amplo, ao nível de média).

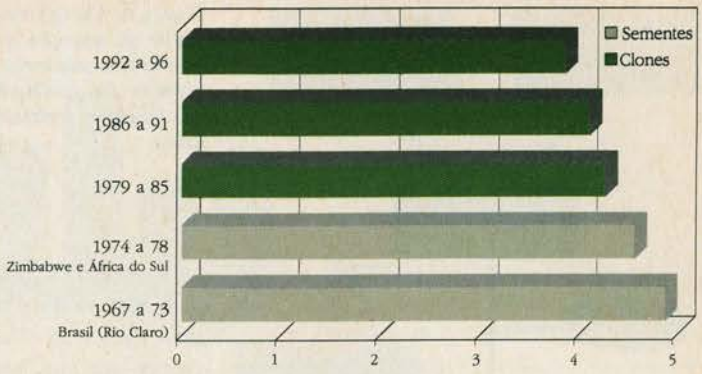


Figura 4. Evolução do consumo específico de madeira (m³/ton de celulose) em relação ao material genético e ao ano de plantio.

andamento, com término previsto para 1995, avalia 27 propriedades da madeira de clones, da celulose e do papel produzidos a partir desta. As características que forem definidas como fundamentais serão reunidas em um índice de seleção, ou seja, uma equação matemática com ponderação diferenciada para cada uma, sendo esta função do valor econômico e da herdabilidade associados a cada propriedade. Com isso, busca-se um refinamento ainda maior da qualidade da madeira dos clones plantados pela empresa, o que, em última instância, traduz-se num aumento da competitividade.

Características silviculturais. Enquanto os primeiros clones foram selecionados nos plantios com sementes de Rio Claro, atualmente o domínio da técnica de polinização controlada (figura 5) permite o direcionamento de cruzamentos intra e interespecíficos de interesse, dando origem a 'famílias' de alto valor econômico, cujos melhores indivíduos são escolhidos para clonagem.

Além da evolução das estratégias sexuadas para geração de matrizes superiores, avanços têm sido conseguidos na avaliação dos novos clones quanto ao seu desempenho silvicultural nos diferentes ambientes onde a empresa atua.

Devido à necessidade imediata de propágulos de qualidade superior, os primeiros clones não foram submetidos à avaliação em vários solos, mesmo porque pouco se conhecia, no início, sobre a diversidade dos solos nas áreas da empresa. Normalmente, escolhia-se uma condição representativa, onde os testes clonais eram instalados. Em 1986, com o início dos trabalhos de mapeamento de solos, cuja diversidade então passou a ser melhor conhecida, foi introduzida a avaliação dos clones (e também das variedades obtidas por sementes) por meio de experimentos conduzidos em diversos tipos de ambientes.

Desde então, 247 clones e sete variedades de sementes foram implantados nesses experimentos, atualmente distribuídos em 11 solos representativos da empresa, no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. A cada ano, novos clones são instalados nos testes; alguns se repetem em todas as fases, o que permite comparações estatísticas entre clones plantados em diferentes anos.

A partir de 1989, quando os primeiros experimentos completaram três anos, os resultados preliminares permitiram a eliminação dos piores clones do processo produtivo. Entretanto, uma indicação mais precisa dos clones realmente superiores encontrava obstáculo na idade dos ensaios, considerando que o corte da floresta de eucalipto, para as condições da Aracruz, ocorre aos sete anos.

Diante desse fato, foram iniciadas pesquisas de seleção precoce, em 1992, para determinar a idade mínima em que os melhores clones podem ser selecionados, considerando características silviculturais. Os resultados mostram que são obtidas altas correlações entre dois e sete anos, ou seja, os melhores clones identificados aos dois anos se mantêm superiores na idade de corte. A possibilidade de seleção precoce torna o programa de melhoramento genético mais dinâmico, aumentando os ganhos por unidade de tempo, uma vez que os melhores materiais são mais rapidamente transferidos para a operação.

Figura 5. Detalhe da colocação do pólen em botões florais previamente emasculados e isolados (polinização controlada).

A partir dessa constatação, ampliou-se consideravelmente o banco de clones em idade de avaliação, o que propiciou a realização de análises de estabilidade fenotípica,

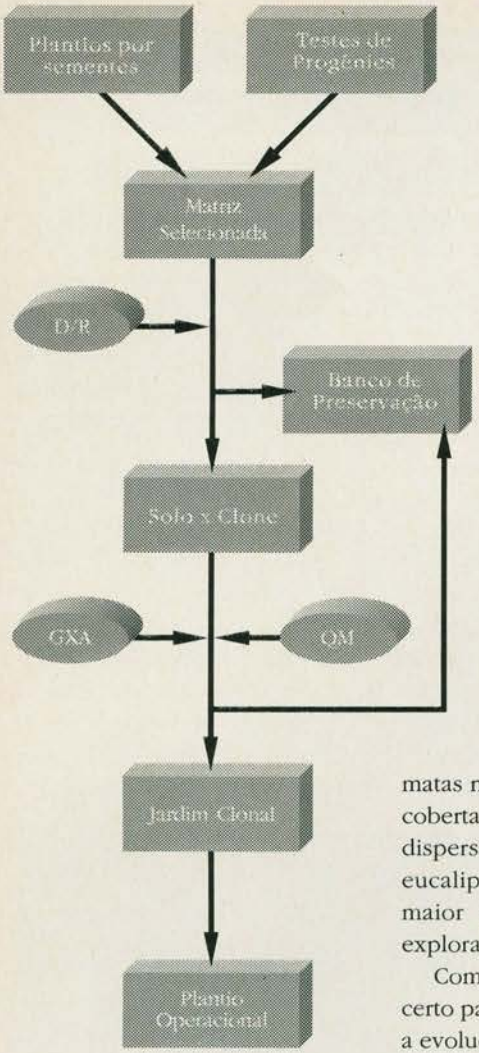


Figura 6. Fluxograma para recomendação operacional de clones a partir da seleção da árvore matriz (D/R: avaliação da densidade básica e rendimento em celulose; QM: avaliação de outras características de qualidade da madeira; GxA: avaliação da interação genótipos x ambientes e seleção dos melhores clones para cada solo).

procurando-se ajustar um modelo matemático para o comportamento de cada material genético nos diversos tipos de solo. Os clones e variedades puderam ser classificados em estáveis (média geral alta, que respondem à melhoria ambiental e têm comportamento previsível) ou específicos (bom desempenho apenas em alguns tipos de solo). A etapa seguinte foi a criação de um sistema informatizado para recomendação dos melhores clones para cada solo. Isto tornou-se essencial, pois a Aracruz planta por dia cerca de 50 ha, cobrindo diferentes tipos de solo. Através desse sistema, foi possível operacionalizar o fluxo de seleção, bem como a avaliação em vários locais, multiplicação e recomendação de clones, conforme mostra a figura 6.

É importante ressaltar que são recomendados pelo menos 20 diferentes clones por ano, sendo o plantio feito em mosaico, isto é, áreas vizinhas são sempre plantadas com clones diferentes. Normalmente a área contínua plantada por um determinado clone é de, no máximo, 50 ha, diminuindo-se assim os riscos e os impactos ambientais. Além disso, a proporção entre a área de eucalipto e a de matas nativas é de 2,4 : 1,0. A área coberta com vegetação nativa está dispersa em toda a floresta de eucalipto (figura 7), garantindo maior biodiversidade na região explorada pela empresa.

Com a recomendação do clone certo para cada tipo de solo e dada a evolução nos critérios de seleção para qualidade da madeira, ganhos consideráveis têm sido obtidos em produção de celulose por hectare, conforme mostra a figura 8. É importante ressaltar que esses ganhos decorrem do aumento da produção de madeira por hectare e estão associados a um decréscimo no consumo específico, ou seja, resumem todo o investimento em pesquisa florestal realizado nos últimos 20 anos.

ESTRATÉGIAS FUTURAS

A tecnologia florestal, com ênfase no melhoramento genético e clonagem do eucalipto, tem sido gradualmente transferida para a rotina operacional da Aracruz, contribuindo assim para manter e aumentar a competitividade da empresa, a nível mundial, ao longo dos seus 25 anos de existência. Entretanto, além do desenvolvimento e aplicação operacional de tecnologias, algumas linhas de pesquisas básicas também vêm sendo conduzidas dentro da estratégia global da empresa, não só para sustentar o atual grau de capacitação tecnológica em relação aos concorrentes, mas também para manter uma posição de vanguarda na utilização de modernas tecnologias. Nesse contexto, enquadram-se várias técnicas biotecnológicas em biologia molecular, fisiologia celular e micropropagação que visam a maior produtividade e a melhor qualidade dos produtos florestais.

Dentro desse enfoque, a Aracruz desenvolve pesquisas próprias ligadas à propagação assexuada de árvores, estudando alternativas e atalhos ao tradicional método de enraizamento de estacas. A micro-

Figura 7. Aspecto geral de uma das áreas de plantio da empresa, na região de Aracruz, mostrando florestas clonais de eucalipto intercaladas com matas nativas.

propagação de plantas puras e híbridas de eucalipto, através do cultivo *in vitro* de segmentos e ápices caulinares, derivados de brotos epicórmicos de árvores adultas, por exemplo, já é uma realidade na Aracruz desde 1986 (figura 9). Essa técnica apresenta como principais

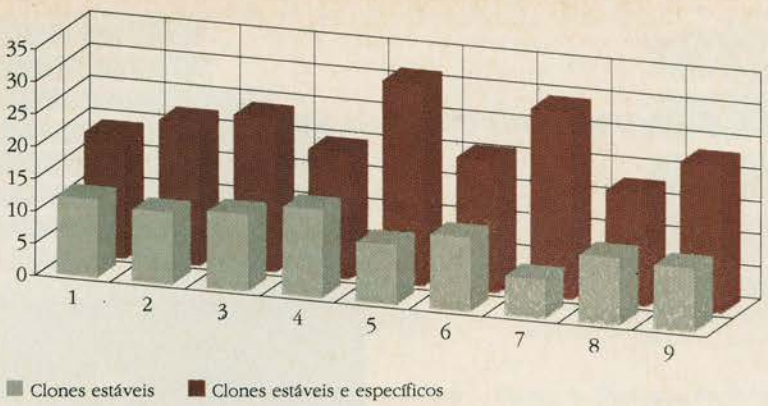


Figura 8. Ganhos (%) em produção de celulose por hectare, para diferentes tipos de solo (1 a 9), a partir da avaliação da interação clone x ambiente.

vantagens a propagação de matrizes de difícil enraizamento pelo método tradicional e a produção, em menor período de tempo e espaço reduzido, de um grande número de cópias de uma planta selecionada.

Outra técnica de micropropagação envolve cultura e crescimento de uma população de células obtidas a partir de tecidos de árvores superiores adultas. Esses estudos atendem a objetivos bioquímicos, fisiológicos, fitopatológicos e genéticos, além de possibilitar a seleção *in vitro* de variantes específicas, de acordo com a condição seletiva imposta à cultura. Assim, é possível selecionar árvores tolerantes a diferentes tipos de *stress* ambiental, como déficit hídrico, condições extremas de temperatura, salinidade ou acidez do solo, entre outros.

Entre as técnicas de micropropagação, a embriogênese somática é a que tem atraído, recentemente, maior atenção na empresa, pois permite a propagação clonal, rápida e em alta escala, de árvores de alto valor comercial, a custo comparável ao dos métodos tradicionais de propagação. O domínio desta tecnologia é essencial para a manipulação genética do sistema embriogênico, através de engenharia genética, pois permite a regeneração de plantas transgênicas.

Pesquisas básicas em transformação gênica de eucalipto estão sendo iniciadas em colaboração com instituições de pesquisa nacionais e internacionais. O objetivo principal dessas pesquisas é a manipulação dos genes envolvidos na concentração, composição e estrutura da lignina. É importante ressaltar que a lignina, um dos principais componentes químicos da estrutura da madeira, está fortemente vinculada à necessidade de produtos químicos, especialmente para branqueamento da celulose, o que traz conseqüência para os rendimentos do processo e os custos de produção.

Outra linha de trabalho refere-se à identificação de marcadores genéticos moleculares pela técnica conhecida como RAPD (*random amplified polymorphic DNA*, ou ADN polimórfico amplificado aleatoriamente), descrita em 1990. Nesse caso, o objetivo principal é encontrar segmentos de ADN (ácido desoxirribonucléico) associados a genes que codificam características de interesse. Se isto for atingido, uma ferramenta poderosa estará disponível para auxiliar a seleção precoce de plantas, especialmente no que se refere às características hoje somente avaliadas em árvores adultas.

Por outro lado, a técnica de RAPD já está sendo utilizada para estimar a divergência genética entre plantas. Essa informação é de grande importância para o planejamento dos cruzamentos, uma vez que o vigor híbrido, ou heterose, é maximizado quando os indivíduos utilizados no cruzamento são geneticamente diferentes entre si.

Figura 9. Plântula obtida por micropropagação.

Dúvidas. Embora as pesquisas com propagação vegetativa por enraizamento de estacas estejam completando duas décadas na Aracruz, e mais de 120 milhões de árvores já tenham sido plantadas por esse processo, há ainda muitas dúvidas que precisam ser esclarecidas. O controle genético e alguns aspectos fisiológicos relacionados à capacidade de rebrotamento das plantas doadoras de brotações e ao enraizamento de estacas, entre outros, são ainda desconhecidos e necessitam de pesquisa básica para serem compreendidos.

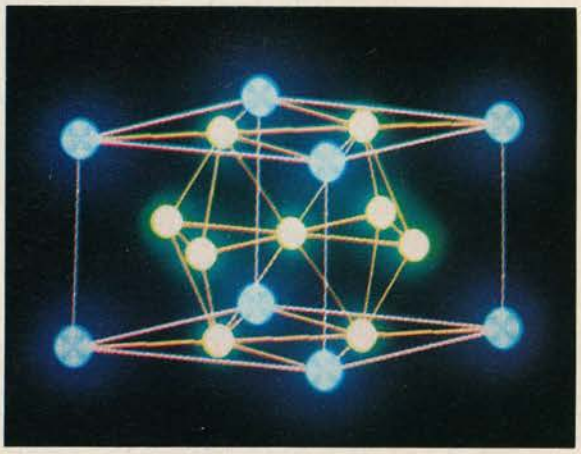
Não obstante, os resultados alcançados até o momento mostram que a estratégia de melhoramento genético da empresa – conjugando técnicas sexuadas com a aplicação operacional da clonagem – tem sido efetiva e deve ser mantida.

Figura 10. Descarregamento de madeira de clones na fábrica de celulose.

Refinamentos tecnológicos são necessários, mas o mais importante a ser ressaltado é que as florestas de eucalipto da empresa, praticamente inviáveis no seu início, fornecem hoje à fábrica de celulose 10 toneladas de madeira por hora (figura 10), durante os 365 dias do ano, assegurando a continuidade do Projeto Aracruz. ◆

Alta energia

IPT transfere tecnologia de superímã para empresa privada



Estrutura do composto intermetálico samário-cobalto: os átomos de samário estão nos vértices do cubo; os outros pontos são átomos de cobalto.

O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) acaba de firmar convênio de transferência de tecnologia com uma empresa privada nacional que pretende investir na produção de superímãs, a designação genérica dos ímãs de terra rara, de alta energia, cujo mercado externo é estimado em cerca de US$ 200 milhões anuais.

Os superímãs são usados em motores elétricos, alto-falantes, atuadores e em pequenos mecanismos motorizados, como os que movem a cabeça de leitura dos discos rígidos de computadores ou o braço de impressoras de alta velocidade. O convênio inaugura a fabricação de superímãs no país. Seu objetivo é introduzir no mercado um produto de qualidade, capaz de competir comercialmente com os materiais magnéticos fabricados no exterior. No Brasil, o mercado potencial dos superímãs é de cerca de US$ 5 milhões por ano.

A empresa que adquiriu a tecnologia do IPT é a Eriez, de São Paulo, pioneira no Brasil na fabricação de ímãs metálicos. Em 1988, a Eriez investiu US$ 800 mil em maquinaria e na instalação de um laboratório para o desenvolvimento de ímãs de samário-cobalto. Mas, como o contrato de compra do equipamento não previa a transferência de tecnologia, a empresa precisou recorrer ao IPT, dois anos depois, para adequar o seu processo produtivo aos padrões internacionais.

O convênio, firmado no dia 28 de junho, prevê a utilização de processos tecnológicos, desenvolvidos no IPT, que empregam as chamadas terras raras. Esses elementos químicos são conhecidos como lantanídeos e aparecem, separados, na última linha da Tabela Periódica. O samário é um deles. O nome terra rara deriva do fato de os lantanídeos terem sido encontrados agregados a minerais raros e a seus óxidos (chamados antigamente de terras). O superímã do convênio com a Eriez é formado por um cristal de cobalto e samário (ver "Processo de fabricação").

O Brasil detém 2% das reservas mundiais de terras raras. O adjetivo migrou para os lantanídeos, embora eles estejam longe de ser incomuns no planeta. Os lantanídeos são extraídos da monazita, um mineral que é também rico em tório. Antes de se descobrir o seu uso como superímã, eles entravam na indústria apenas como componentes da fabricação de pedras de isqueiro.

Embora possa ser utilizado em motores de geladeira e máquinas de lavar, de uso doméstico, o superímã é especialmente útil quando o espaço é pequeno e o equipamento requer um ímã forte, capaz de exibir alta potência com pouco volume.

Segundo o diretor de operações da Eriez, Paulo Siriani, o superímã de neodímio-ferro-boro é ainda mais potente que o de samário-cobalto e possui um mercado 50% maior. Mas a produção desse ímã mais potente terá de esperar. Por ora, o objetivo da Eriez é alcançar um padrão de qualidade compatível com as exigências do mercado externo, sem prejuízo do suprimento do mercado nacional, onde os superímãs são comprados, principalmente, por empresas fabricantes de máquinas para automação industrial.

O superímã do IPT resultou de pesquisas desenvolvidas em colaboração com o laboratório de materiais magnéticos do Instituto

FOTO IPT

Processo de fabricação

Fase 1 Separam-se das areias monazíticas: zirconita, materiais radiativos, titânio, terras raras, etc.

Fase 2 Das terras raras separam-se os óxidos de lantanídeos

Fase 3 Os óxidos são reduzidos e misturados com cobalto: obtém-se um pó de liga samário-cobalto.

As terras raras são extraídas das areias monazíticas. Seu óxido é exportado e o material reduzido é recomprado pelo Brasil. É um material relativamente caro (US$ 200 por quilograma, enquanto o aço custa US$ 0,50 por quilograma).

Fase 4 O pó é moído para se obter monocristais.

Samário-cobalto, em si, não é um ímã. Deve ser submetido a um campo magnético para ficar imantado. Mas, se a peça for muito grande, o processo de magnetização se reverte. A solução, então, é moer o material, a fim de se obter cristais com menor superfície.

Fase 5 Os cristais são colocados em um saco plástico e submetidos a um campo magnético para que se orientem todos na mesma direção.

Fase 6 O material é prensado numa prensa de compactação isostática.

Os cristais são colocados num saco plástico e submetidos a um campo magnético. Uma vez orientados, são colocados (ainda dentro do saco) num recipiente com óleo. O saco é prensado isostaticamente (a pressão é a mesma em toda a sua superfície).

Fase 7 O pó compactado passa por um processo de sinterização e aumenta sua densidade em 40%.

No processo de sinterização, o material é aquecido, abaixo do ponto de fusão, a fim de que o pó já compactado pela prensa se torne um material rígido.

Fase 8 "Mágica": o material é tratado em um forno a 900°C por 4 horas.

Resultado Superímã de samário-cobalto

de Física da Universidade de São Paulo. Do produto final participam dois tipos de compostos intermetálicos de samário-cobalto: o Sm_2Co_7 e o $SmCo_5$. Os pesquisadores preferem a denominação "composto intermetálico" à de "cristal" porque os cristais, no caso, são inteiramente novos. Antes, o que se tinha eram cristais de um dado elemento nos quais, em algumas posições, eram colocados átomos de outro(s) elemento(s), preservando-se a estrutura original. Os compostos intermetálicos são estruturas novas, que podem render novos materiais, com propriedades inéditas.

O engenheiro Fernando Landgraf, coordenador do Programa de Materiais do IPT, explicou que o estudo dos superímãs está na fronteira do que se conhece sobre matéria condensada. Num congresso recente, na Alemanha, ele ouviu de uma autoridade no assunto: "Não temos respostas satisfatórias acerca da coercividade [força magnética] desses ímãs e, no entanto, a indústria os produz cada vez melhores". É nesse sentido que Landgraf se refere a uma das etapas da fabricação, o aquecimento a 900 graus centígrados por 4 horas, como "mágica": sem essa etapa, o ímã final é ruim, embora não se saiba bem porque ela é tão necessária.

Jesus de Paula Assis
Ciência Hoje/São Paulo

Um prêmio à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico

Arlindo de Almeida Rocha
Nortec

Em 1992, a Nortec-Nordeste Química Desenvolvimentos Tecnológicos Limitada foi a empresa escolhida para receber o "Prêmio Tecnologia Liceu", instituído pelo Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo. Esse prêmio é concedido anualmente a empresas nacionais que desenvolvem tecnologia própria e transformam os resultados dos seus investimentos em P&D em benefícios diretos para a sociedade brasileira. Sua outorga representa a mais alta distinção concedida à tecnologia no setor industrial.

O primeiro estágio da implantação da moderna química fina no Brasil pretendia atender necessidades básicas e imediatas, sem maiores preocupações com objetivos de longo prazo, nem com o equacionamento da questão tecnológica. Com o correr do tempo, as limitações da estratégia adotada ficaram evidentes, uma vez que a tecnologia para o setor e o acesso a intermediários de síntese continuaram subordinados ao fornecimento externo, numa dependência indesejável.

Hoje torna-se absolutamente necessário que a química fina venha a incorporar à sua estratégia de implantação a variável tecnológica, o que poderá ser alcançado através de estímulo especial à participação de empresas dotadas de mentalidade inovadora, capazes de pesquisar e desenvolver produtos e processos mais adequados às peculiaridades brasileiras.

As barreiras criadas pelas empresas internacionais para o acesso à tecnologia e a um grande número de intermediários de síntese não são intransponíveis, desde que haja um esforço interno persistente e harmônico. Os resultados desse esforço nacional permitirão, a curto prazo, obter um suprimento satisfatório de produtos e intermediários a preços estáveis e competitivos. Seus desdobramentos a médio e longo prazos terão impacto ainda maior, porque o desenvolvimento tecnológico próprio tem o poder enorme de renovar a mentalidade do setor industrial e modificar o quadro atual de dependência.

A complexidade e abrangência setorial da química fina irá nos obrigar a um grande exercício de articulação entre os vários segmentos envolvidos no processo – governo, empresas privadas, instituições de P&D – para definição de uma política coerente e de um programa de ação inteligente e objetivo. Uma das prioridades desse plano deve ser o incremento às atividades de P&D nas universidades, institutos de pesquisa e empresas dispostas a assumir os riscos inerentes ao negócio, de modo a que possam intensificar um trabalho conjunto.

A EXPERIÊNCIA DA NORTEC

No setor químico-farmacêutico, a Nortec-Nordeste Química Desenvolvimentos Tecnológicos Limitada é um exemplo concreto de que esses esforços podem ser bem sucedidos. É uma empresa ainda jovem que já conta com resultados palpáveis, provenientes dos seus esforços próprios em P&D e da interação com importantes instituições de pesquisa do país – primeiro com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), depois com a UFRJ, através do Instituto de Química, do Núcleo de Pesquisa de Produtos Naturais e da Coppe, e ainda com o Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco.

Uma estratégia global para o setor químico-farmacêutico deve ter como ponto de partida a consciência de que o desenvolvimento dessa indústria no Brasil requer profundo conhecimento do mercado e de suas tendências, além do acompanhamento sistemático, no campo científico e tecnológico, das novidades referentes a processos e ao descobrimento de novas moléculas (novas entidades químicas).

A integração dessas atividades numa estrutura empresarial que compatibilize os aspectos científicos, tecnológicos, industriais e co-

merciais, a exemplo do modelo adotado pelas grandes corporações internacionais, é fundamental para dar base sólida e dimensão à atuação de uma empresa no segmento químico-farmacêutico.

A Nortec foi constituída com a finalidade de realizar P&D de produtos e processos químico-farmacêuticos. Seu programa partiu da premissa de que o progresso da empresa depende fortemente da sua capacitação em P&D em termos de infra-estrutura de pessoal e instalações, bem como de sua criatividade para atingir padrões de liderança num setor altamente dinâmico e competitivo, não só do ponto de vista mercadológico como também (e principalmente) do ponto de vista científico e técnico.

A base científica e tecnológica alcançada pela equipe, somada à infra-estrutura instalada em Xerém, no Estado do Rio de Janeiro, representam um investimento considerável, superior a 10 milhões de dólares. Ali funcionam um moderno laboratório de P&D e análises químicas, planta piloto e planta protótipo multipropósito – todas essas instalações projetadas, construídas e operadas segundo padrões GMP (*Good Manufacturing Practice*), adotados internacionalmente para produtos farmacêuticos de uso humano.

A estratégia de ação da empresa se orientou por quatro princípios: 1) pesquisar e desenvolver processos de síntese integrados com a produção nacional de intermediários de síntese; 2) tratar a química como ciência predominantemente experimental, dando plena liberdade ao pessoal de P&D e aos investimentos em laboratórios, em plantas piloto e protótipo, e promovendo a cooperação com institutos de pesquisa e universidades; 3) harmonizar as interfaces do processo de desenvolvimento a nível de laboratório, piloto e protótipo, de forma a otimizar o entrosamento dessas atividades e reduzir o tempo previsto para desenvolvimento completo da tecnologia e introdução dos produtos no mercado; 4) gerar tecnologias comercialmente competitivas para produtos com qualidade definida por padrões nacionais e internacionais.

Numa primeira etapa, foram selecionados vários produtos farmacêuticos prioritários que ainda dependendiam de suprimento externo. As pesquisas bibliográficas e laboratoriais de síntese foram conduzidas por pesquisadores da Fiocruz, com a participação da Nortec. Após essa etapa exploratória, em escala de laboratório, as rotas de síntese selecionadas foram desenvolvidas e otimizadas, pela Nortec, em escala piloto e protótipo. Foi possível desenvolver, em prazo bastante curto, a tecnologia de síntese de produtos farmacêuticos básicos e suas variantes que, hoje, se encontram no mercado nacional com qualidade e competitividade já reconhecidas pelo consumidor.

Paralelamente, a empresa vem ampliando o seu relacionamento com universidades que realizam pesquisa de ponta em áreas como farmacologia, biologia, síntese orgânica, medicina e arquitetura molecular. Dessa interação já resultaram algumas moléculas inéditas, cuja síntese vem sendo desenvolvida pelos pesquisadores da Nortec. Entre os objetivos de médio e longo prazo da empresa está a seleção de novas moléculas promissoras que estão sendo estudadas por pesquisadores brasileiros, inclusive na área de síntese orgânica de produtos naturais.

RESULTADOS

Empresa 100% nacional, a Nortec foi constituída como resultado de um acordo de cooperação científica e tecnológica com a Fiocruz, apoiado pela Finep, para desenvolver as tecnologias de síntese de fármacos constantes da Relação Nacional de Medicamentos Essenciais (Rename). Graças a esse trabalho, simultâneo à implantação da Nortec em Xerém e à constituição de uma equipe de pesquisadores de alto nível, foi possível viabilizar a síntese e o atendimento imediato da demanda nacional por vários insumos farmacêuticos até então dependentes de importações.

Como resultado dos investimentos realizados desde 1986, que contaram também com o apoio da Flutec, a Nortec dispõe hoje de laboratórios de nível internacional. Outro aspecto importante nas pesquisas da empresa é a segurança industrial e ambiental. Para garantir esse padrão, a Nortec importou da Suíça o calorímetro de reação RC1, da Mettler, o primeiro do Hemisfério Sul. Esse instrumento de última geração permite, ainda em escala de laboratório, a avaliação termodinâmica das reações e a otimização dos processos, aumentando a segurança operacional e minimizando os efluentes gerados pela síntese.

Como a oferta de tecnologias nesse segmento da química fina é praticamente inexistente, a nacionalização da produção de fármacos pela Nortec constitui um trabalho pioneiro no país. Dele resultou o abastecimento do mercado com 17 produtos, dos quais 11 tiveram a co-

mercialização regular iniciada em 1991/1992. As especificações desses fármacos atendem às farmacopéias brasileira, norte-americana, alemã e britânica.

Entre os produtos que integram o *portfólio* comercial da empresa destacam-se os anestésicos locais lidocaína, prilocaína, bupivacaína e mepivacaína, o anticonvulsivante fenitoína, os antiinflamatórios diclofenados, e o propiltiouracil, ingrediente usado na formulação de um fármaco para controle de hipertireoidismo (ver 'O Caminho da Autonomia'). A partir do suprimento desses insumos ao mercado nacional pela Nortec, muitos laboratórios brasileiros puderam expandir as suas linhas de produtos, até então restritas pelo comportamento monopolista dos fornecedores internacionais.

A Nortec conseguiu incrementar sua capacidade em P&D mesmo na época atual, caracterizada pela ausência quase total de investimentos no país. As tecnologias em desenvolvimento incluem diuréticos/anti-hipertensivos, beta-bloqueadores, drogas anticâncer, bacteriostáticos da família das fluor-quinolonas, antifúngicos, antivirais e antichagásicos.

Em relação aos antichagásicos, um grupo de pesquisadores universitários de alto nível projetou em computador duas moléculas inéditas, com a metodologia da arquitetura molecular. Através de convênio com esses pesquisadores, a Nortec elaborou um projeto de pesquisa para desenvolver a síntese dessas moléculas e para a realização de testes *in vitro*. Desta forma, seu efeito curativo sobre o mal de Chagas poderá ser quantificado experimentalmente. O projeto, aprovado pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), já está em execução e marca o ingresso da Nortec na área dos novos produtos. Os resultados obtidos até agora são promissores.

Também foi aprovada pelo PADCT o desenvolvimento da síntese de um antiviral de geração recente, já regulamentado para tratamento de herpes e catapora. Como seu potencial clínico ainda não é totalmente conhecido, outras utilizações podem surgir das pesquisas em curso, entre elas a cura da hepatite B e – em associação com o AZT – a terapia da Aids. Sendo o Brasil totalmente dependente das importações dos modernos antivirais, este é um projeto prioritário para a Nortec.

Concluindo, pode-se afirmar que a acumulação de conhecimentos e a consolidação de uma base científica e tecnológica, através de colaboração com universidades e centros de pesquisa, têm sido cruciais para que a Nortec enfrente os desafios impostos pelas elevadas taxas de inovação no setor químico-farmacêutico. ◆

O caminho da autonomia

Entre os produtos desenvolvidos pela Nortec com tecnologia própria destacam-se os anestésicos locais lidocaína (base e cloridrato) e prilocaína (cloridrato), usados em cirurgias e em odontologia. A prilocaína é um anestésico local de geração mais moderna, cuja síntese química requer uma tecnologia de fabricação especial, somente dominada pela Nortec, por um laboratório sueco descobridor da molécula e por outra empresa européia. A prilocaína consumida no Brasil é fornecida exclusivamente pela Nortec.

A prilocaína base, na forma cristalizada, é usada com a lidocaína base na formulação de um creme conhecido comercialmente como EMLA. Usado em anestesia tópica percutânea e na anestesia da pele íntegra, esse creme representa um avanço em relação a procedimentos cirúrgicos dermatológicos em que o medo e a dor podem tornar as injeções e a inserção de catéteres uma experiência traumática, especialmente para crianças.

A bupivacaína e a mepivacaína são anestésicos locais de última geração, também desenvolvidos e comercializados pela Nortec. Com a introdução de sua linha de anestésicos locais, a empresa conquistou posição de destaque internacional, tornando-se uma das três em todo o mundo que dominam a tecnologia desse segmento de produtos químico-farmacêuticos.

A fenitoína, também produzida pela Nortec com tecnologia própria, é um anticonvulsivante amplamente utilizado no tratamento da epilepsia, tanto na forma injetável como na forma de comprimidos.

Os diclofenacos constituem uma família de produtos antiinflamatórios não-esteroidais, de última geração, cujas tecnologias de síntese foram desenvolvidas integralmente pelos pesquisadores na Nortec, sem depender da compra externa de *know-how*. Destaca-se entre eles o diclofenaco resinato, que possibilita uma formulação para uso pediátrico, em forma de gotas, que elimina a aplicação de injeções. A tecnologia de produção do diclofenaco resinato é dominada exclusivamente por uma empresa suíça e pela Nortec.

O propiltiouracil é um ingrediente ativo usado na formulação galênica de um fármaco para o controle do hipertireoidismo. A produção nacional desse ingrediente é de importância estratégica para o Brasil, pois elimina a indesejável dependência monopolística do outro único fabricante mundial.

Disque S.O.S.

Clientes do Disque-tecnologia ainda respiram, mas logo precisarão buscar tecnologia avançada se não quiserem morrer.

Em setembro, a experiência do Disque-tecnologia completa dois anos de vida. Nesse período, a USP recebeu pelo menos 3 mil pedidos de pessoas físicas e empresas que procuravam na universidade soluções técnicas para os seus problemas. A operação do serviço é informal. Primeiro, o interessado entra em contato com o Disque-tecnologia, tel: (011) 211-0811, para ter o seu pedido cadastrado. Depois, o assunto é cruzado com uma lista de atividades desenvolvidas na USP, em outras universidades e institutos (como o IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Quando uma resposta aparece, o Disque-tecnologia se encarrega de promover um encontro entre cliente e professor.

Não há, na prática, solicitação de tecnologias avançadas. Como explica Luís Carlos de Menezes, diretor do Cecae (Coordenadoria Executiva de Cooperação Universitária e Atividades Especiais), órgão da USP ao qual está subordinado o Disque-tecnologia: "95% do que fazemos aqui não é montar projetos de ajuda tecnológica, mas apenas localizar tecnologias que já existem. Não lidamos, em geral, com tecnologia de ponta".

O perfil do cliente do Disque-tecnologia, levantado a partir de dados do primeiro ano, mostra 83% de empresas e 17% de pessoas físicas. São poucas as empresas que podem ser classificadas como grandes, com mais de 100 empregados: apenas 9,5% do total. Nem sempre fica clara a diferença entre pequena empresa e pessoa física: em muitos casos, o dono de empresa, o operário e o gerente de desenvolvimento são a mesma pessoa. A maioria das consultas vem de São Paulo: 1300 das 1800 recebidas em 1992. O serviço não dispõe de assessoria para divulgar seu trabalho em outros Estados.

A USP, segundo Menezes, tinha restrições à criação de um órgão assim. O argumento era de que não cabia a um centro de excelência lidar com tecnologia ultrapassada e com empresas supostamente impossibilitadas de pagar por essa tecnologia. O quadro atual é esse mesmo: são, em esmagadora maioria, firmas familiares ou pessoas físicas que procuram o serviço para resolver problemas que, às vezes, dependem apenas de simples bom senso. Como exemplo, houve o caso de um indivíduo, interessado em abrir uma dedetizadora, que recebeu como 'assessoria' pouco mais que um conselho para sair à rua e levantar preços, como conta Luiz Fernando Buffolo, um dos responsáveis pelo Disque-tecnologia.

Menezes acredita que a Universidade não pode se furtar a prestar a assistência solicitada. Como contra-argumento, sustenta que as micro e pequenas empresas empregam 60% da mão-de-obra do país e que é preciso, em época de crise, manter essas empresas funcionando. A questão é: por quanto tempo? No quadro atual da economia, com a abertura do mercado nacional a tecnologias avançadas, quem não detiver conhecimento de ponta não poderá competir com meios mais eficientes e baratos de produção. No momento, a orientação do Disque-tecnologia é apenas manter seus clientes respirando. Se sobreviverem à crise, deverão, no futuro, buscar tecnologia avançada ou morrer.

Jesus de Paula Assis
Ciência Hoje/São Paulo

ILUSTRAÇÃO WALTER

Cooperação entre universidades e centros de pesquisa com o setor produtivo no Brasil

Paulo Roberto Krahe
Financiadora de Estudos e Projetos (Finep)

O tema da cooperação das universidades e centros de pesquisa com o setor produtivo tem sido exaustivamente debatido no Brasil. Apesar da boa infra-estrutura de conhecimentos e produção existente em nosso país, a interação é fraca se comparada ao que ocorre nos países desenvolvidos.

A política de alinhamento aos paradigmas da nova ordem econômica mundial, com a abertura dos mercados internos e redução das barreiras à importação de bens e serviços, paralelamente ao estímulo às exportações, tem despertado receios quanto aos seus efeitos sobre a capacidade regional de produzir as tecnologias necessárias à competição no mercado internacional.

Na maioria dos casos, as empresas não possuem a capacitação técnica e de pesquisa em laboratório necessária para manter sua atualização e competitividade. Com a abertura econômica, elas terão de procurar o auxílio técnico de que necessitam junto às universidades e centros de pesquisa. Mas, como o vínculo entre o sistema de conhecimento e o de produção é ainda tênue, torna-se necessário desenvolver urgentemente mecanismos organizacionais, operativos e financeiros capazes de promover um intercâmbio maior entre os dois campos.

No país, a utilização de conhecimentos técnicos e científicos para solucionar problemas específicos da sociedade começa no final do século passado, com a criação de centros de pesquisa e desenvolvimento (P&D) voltados para as áreas de saúde e agricultura: o Instituto Agronômico de Campinas (1887), o Instituto Vacinogênico de São Paulo, o Instituto Bacteriológico de São Paulo (1893), o Instituto Butantan (1899), também em São Paulo, e Manguinhos, no Rio de Janeiro (1900). À mesma época, inicia-se o processo de formação de recursos humanos especializados, com a fundação de escolas de nível superior nas áreas de engenharia, medicina, farmácia, agricultura e veterinária.

O processo de interação entre conhecimento e produção prossegue com o surto industrial da década de 30, época em que são fundados os primeiros institutos de pesquisa tecnológica: Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro (1921), e Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (1926), que prestaram serviços e desenvolveram tecnologias para construção civil, exploração de minérios, aproveitamento dos carvões nacionais, indústria química, metalurgia e transformação mecânica. Embora as primeiras universidades brasileiras datem dos anos 20, é somente a partir da criação da Universidade de São Paulo, em 1934, e da Universidade do Distrito Federal, em 1935, que se inicia a pesquisa básica no país, passo fundamental para o domínio e o desenvolvimento de inovações.

O período da II Guerra Mundial, concomitante com o início da industrialização pesada, contribuiu para aumentar o intercâmbio entre os centros de pesquisa, as universidades e o setor produtivo, particularmente em áreas onde a transferência de tecnologias externas é difícil, como agricultura, saúde, solos, ou naquelas favorecidas pela necessidade de substituir importações: metalurgia, máquinas-ferramentas e exploração de recursos minerais.

Nos anos 50 e 60, consolida-se a infra-estrutura científica e técnica do país, que se expande graças à criação de instrumentos específicos de fomento sistemático a todas as atividades relacionadas a pesquisa e desenvolvimento – da pesquisa básica aos novos produtos e processos. São de 1951 o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) e a Campanha de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), que concedem bolsas de estudo e auxílio a pesquisadores brasileiros.

Os cursos de pós-graduação têm início em 1961 e se

Modalidades de cooperação

Entre as modalidades praticadas no país, encontramos:

- fundações universitárias para comercialização de pesquisa e serviços;
- coordenações universitárias sem forma jurídica própria, mas com autonomia financeira e institucional (Coppe, Coppetec);
- grupos e núcleos universitários de treinamento, pesquisa e desenvolvimento em áreas especializadas (Grucon e GVA da UFSC);
- empresas universitárias de desenvolvimento tecnológico (Codetec/Unicamp);
- escritórios universitários de transferência de tecnologia (ETT/Unicamp);
- fundações privadas mistas entre universidades, empresas e governo (Fundapet, Certi, UFPa);
- fundações públicas de centros setoriais de ensino e pesquisa (Fiocruz);
- centros de P&D setoriais, vinculados a estatais (Cenpes, CPQD, Cepel);
- centros de P&D setoriais vinculados à União ou a estados (Cetem, Cefer, Instituto Butantan);
- empresas públicas nacionais e regionais de desenvolvimento tecnológico (Embrapa, IPT);
- institutos privados para promoção do vínculo universidade-empresa (Uniemp);
- programas universitários de apoio ao desenvolvimento de pólos de modernização tecnológica (Unesp);
- pólos de modernização tecnológica (Americana, Itu, Novo Hamburgo) parques tecnológicos (Bio-Rio, Tecnópolis);
- incubadoras de empresas tecnológicas (Certi, Inatel, Bio-Rio);
- empresas de promoção e gestão de incubadoras (Ciatec, Riotec);
- fundos nacionais para integração universidade-empresa (Adten/Finep);
- serviço de apoio às micro e pequenas empresas (Sebrae);
- fundos estaduais de integração universidade/empresa (Fintesp, Flupeme).

expandem com a criação do Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec), vinculado ao Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE) e destinado ao financiamento de atividades de pesquisa e pós-graduação. Em 1967 é criada a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), que atende inicialmente a projetos de engenharia, mas logo estende o seu financiamento sem retorno à implantação e fortalecimento de centros de pesquisa governamentais. Em 1969, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) torna-se a principal fonte de financiamento institucional à pesquisa e à pós-graduação em universidades e centros de pesquisa.

Com esses instrumentos, enquanto começava o processo de expansão da engenharia nacional, ampliaram-se de modo expressivo a formação de recursos humanos altamente qualificados, a infra-estrutura e a pesquisa acadêmica. Para completar o apoio a P&D, foram criados, a partir de 1976, mecanismos de financiamento à pesquisa nas empresas e nos centros de pesquisa tecnológica do país.

Este elenco de instrumentos, aliado ao crescimento industrial da década de 70, ofereceu condições favoráveis à interação de universidades, institutos de pesquisa e serviços tecnológicos com o setor produtivo. Diversas modalidades e estruturas de cooperação foram sendo desenvolvidas ou adaptadas, e parte das dificuldades inerentes ao processo foram superadas. As modalidades de cooperação experimentadas e praticadas no Brasil estão exemplificadas à parte (ver 'Modalidades de Cooperação).

A prática de várias modalidades de interação, dentro de um esquema variado de estruturas organizacionais, assegura um nível adequado de cooperação entre o sistema produtivo, as universidades e os centros de pesquisa, particularmente em regiões que possuam boa infra-estrutura universitária aliada a uma atividade industrial que estimule e demande conhecimentos técnicos. É o caso, por exemplo, de São José dos Campos (SP), com o seu Centro Técnico Aeroespacial (CTA), a escola de engenharia (ITA), vários institutos de pesquisa e o parque fabril aeronáutico da Embraer. Ali, a cooperação de grandes empresas brasileiras, líderes em seus setores de atuação, com universidades e centros de pesquisa é freqüente e sistemática.

Permanece, entretanto, a falta de interação mesmo em regiões onde coexistem universidades e um razoável parque industrial. São várias as causas desse desentrosamento, embora a cooperação seja sempre mais difícil no caso de pequenas e médias empresas e de universidades que não têm laboratórios de pesquisas ou prestação de serviços.

Dificuldades e soluções

As dificuldades encontradas no exercício da cooperação podem ser agrupadas em categorias, de modo a facilitar uma análise global. São elas:

a) Dificuldades de informação: carência de estudos sobre as áreas que possam dar ao país uma real vantagem nos mercados internacionais; desconhecimento das oportunidades de cooperação; desconhecimento dos mercados de produção e de *conhecimento* de cada país.

b) Dificuldades culturais: interação desvinculada das demandas reais do mercado; insensibilidade em relação ao impacto da nova ordem econômica mundial sobre a produção e a competitividade industrial; baixo grau de comprometimento do setor produtivo com o desenvolvimento tecnológico; cooperação baseada em relações pessoais.

c) Dificuldades institucionais: falta de laboratórios adequados nas empresas, universidades e centros de pesquisa; falta de continuidade na cooperação; falta de ação sistemática na vinculação entre conhecimento e produção; incapacidade de gerenciamento de projetos de P&D tanto por parte do setor produtivo como das universidades e centros de pesquisa.

d) Dificuldades político-financeiras: falta de recursos destinados *especificamente* a todos os aspectos da cooperação; falta de condições políticas e financeiras que garantam a independência e a estabilidade das instituições; falta de continuidade ou ausência de políticas de desenvolvimento industrial, científico e tecnológico; falta de sensibilidade das instituições de

fomento para a importância da interação.
e) Dificuldades burocráticas: entraves à formalização jurídica dos contratos; excesso de burocracia na formulação e na execução de projetos.

As dificuldades de informação encontradas revelam uma enorme lacuna no conhecimento do potencial que tem o país de chegar a mercados para os quais o domínio de novos conhecimentos tecnológicos é essencial. Também é grande a ignorância da própria realidade da produção local de bens e conhecimentos. É claro que a ausência de dados concretos e atualizados sobre a realidade do país impede uma cooperação mais proveitosa, sobretudo se esta tiver o objetivo de aumentar a competitividade do país nos mercados internacionais. No entanto, estas dificuldades podem ser sanadas a curto e médio prazos.

Os problemas culturais parecem mais difíceis de resolver, pois envolvem mudanças profundas de comportamento. Suas origens estão, por um lado, no academicismo reinante nas universidades e instituições de desenvolvimento tecnológico; por outro, na falta de tradição do empresariado no uso de tecnologia própria. Quando, apesar de tudo, a cooperação ocorre, na maioria dos casos ela tem origem em iniciativas pessoais e não numa firme vontade ou estratégia institucional, governamental ou empresarial que estimule e favoreça a cooperação entre as empresas e os produtores de conhecimento.

Existem, entretanto, mecanismos e políticas de governo que podem facilitar a instalação de laboratórios, tanto nas universidades e institutos quanto nas empresas. Diante disso, a carência reflete a limitação atual de recursos para a universidade e a pouca motivação do pequeno, micro e médio empresários para a questão tecnológica. É aí que a expansão da cooperação encontra um sério entrave. Se não for removido, a cooperação continuará limitada aos grandes centros de conhecimento e às grandes empresas.

O relacionamento com o setor produtivo ocorre ainda, na maioria dos casos, de forma esporádica e assistemática, em parte porque, geralmente, as empresas só procuram a universidade em desespero de causa, e também porque universidades e centros são incapazes de negociar contratos de longo prazo que beneficiem a ambas as partes. Somente aquelas que souberam montar estruturas internas para divulgar seu potencial junto ao empresariado e prestar assistência jurídico-administrativa aos pesquisadores têm conseguido vencer esse tipo de dificuldade.

Os projetos contratados muitas vezes fracassam em virtude da incapacidade de gerenciamento, o que não chega a ser uma exclusividade do setor de pesquisa e serviços: ocorre com freqüência nas empresas, acostumadas apenas a gerenciar a sua produção.

A grande dificuldade político-financeira é a instabilidade da ação governamental, que prejudica os dois campos. A ingerência do Estado nas instituições, marcada pela ação política sobre cargos de chefia e distribuição orçamentária, é prática corrente e condenável que perturba a estabilidade necessária à pesquisa. O empresário, por sua vez, também sofre com as freqüentes mudanças da política econômica, os pacotes, as medidas de emergência e a incapacidade do governo em debelar as altas taxas de inflação.

Soma-se a estas dificuldades a falta de recursos financeiros especificamente destinados a cobrir todos os aspectos da cooperação, desde o encontro inicial das partes para negociar o projeto até as fases finais do seu desenvolvimento. No caso brasileiro, isso resulta da combinação de vários mecanismos diferentes que não foram planejados para tal fim, o que torna a operação complicada e desanimadora. Se as instituições de fomento fossem mais sensíveis à importância e às vantagens da cooperação, não há dúvida de que a situação seria mais favorável.

Enfim, e como sempre, a burocracia traz a sua contribuição para dificultar o já sofrido entendimento entre o setor produtivo e as instituições dedicadas à transmissão e criação de conhecimentos. Principalmente no estabelecimento de projetos de desenvolvimento conjunto, onde as questões jurídicas relativas à propriedade intelectual, patentes e propriedade industrial se agregam a toda sorte de restrições que impedem as transferências rápidas de pessoal, recursos, equipamentos e produtos.

O incremento das ações de cooperação passa, portanto, pela implementação de novos mecanismos – organizacionais, financeiros ou de outra índole – que ajudem a remover as dificuldades apontadas. Será preciso: a) criar, fora da tutela do governo, novos instrumentos de aproximação entre produção e conhecimento; b) usar a garantia de mercados ou o poder de compra do Estado como estímulo à cooperação; c) estimular a formação de consórcios empresariais que patrocinem a complementação ou a implantação de estruturas necessárias à solução de problemas comuns aos dois setores; d) identificar as lideranças inovadoras, tanto nas empresas como no setor de pesquisa e ensino, para criar planos-piloto de cooperação; e) estimular a criação de centros regionais de coleta e difusão de informações sobre oferta e demanda de tecnologias; f) integrar essas informações em um banco de dados nacional, acessível ao setor produtivo, às universidades e aos centros de pesquisa; g) divulgar de forma sistemática as oportunidades de cooperação oferecidas, por meio de veículos adequados e modernos; h) criar linhas de financiamento para o custeio do processo de encontro entre oferta e demanda de serviços ou de cooperação; i) criar programas nacionais dedicados ao estímulo à formulação de projetos cooperativos; e j) difundir o modelo de pólos de modernização empresarial.

A criação de organizações não governamentais dedicadas à promoção da integração universidade-empresa é uma idéia, recente no Brasil, posta em prática com sucesso através do Instituto Universidade-Empresa (Uniemp), uma sociedade civil criada por empresas e universidades com a missão de intermediar o processo de cooperação para o desenvolvimento tecnológico nacional. O Instituto Uniemp distingue-se das fundações universitárias por sua independência do governo e por estar vinculado ao setor empresarial, fato que lhe confere maior flexibilidade de ação.

O uso do mercado e do poder de compra do Estado como instrumento de desenvolvimento e cooperação, prática comum entre os países desenvolvidos, tem sido utilizado no Brasil sobretudo no caso da informática, de onde resultou a implantação de um novo segmento industrial. O poder de compra do Estado oferece oportunidades para aumento da qualidade dos produtos em geral, o que já vem ocorrendo após o sancionamento da Lei de Defesa do Consumidor.

A formação de parcerias empresariais para financiar instalações e laboratórios comuns não tem sido freqüente no país. No entanto, associações empresariais regionais ou nacionais têm implantado laboratórios de controle e apoio à sua atividade produtiva com grande sucesso. É o caso, por exemplo, na área têxtil, do Centro de Tecnologia Industrial da Química Têxtil (CETIQT, RJ) e, na de couros e calçados, do Centro Tecnológico de Couro, Calçados e Afins (CTCCA, RS).

A identificação de lideranças inovadoras nas empresas e nas universidades é um dos passos necessários para um levantamento mais abrangente dos recursos humanos de alta qualificação existentes no país. Conhecer as lideranças é uma boa base para o estabelecimento de vínculos pontuais entre empresários e pesquisadores voltados para a solução de problemas específicos das empresas.

Para que a cooperação possa ser feita em larga escala, é preciso criar esquemas institucionais de identificação da demanda por parte das empresas e da capacidade de oferta por parte das universidades. Isto pode ser ser feito por centros regionais de informação tecnológica, cujo objetivo seria investigar a oferta e a demanda de tecnologias em cada região e colocá-las em bancos de dados informatizados. A consulta a esses bancos, integrados a nível nacional, facilitaria o encontro entre o pessoal das empresas e o das universidades para a realização de projetos comuns.

Linhas de crédito destinadas à promoção do encontro da oferta e demanda de tecnologia ou serviços são necessárias para o estabelecimento de projetos de cooperação nacionais. Através do diálogo direto entre as partes interessadas e de visitas a fábricas e laboratórios, pode-se estimar, com grande precisão, a capacidade de cada um para arcar com sua parcela de responsabilidade no projeto, além de se estabelecerem vínculos pessoais, agora sob um contrato maior, de natureza institucional.

O financiamento desses projetos requer imaginação, muito trabalho e investimento de tempo na junção de fontes e mecanismos que não foram concebidos para financiar esse tipo de atividade. A criação de um programa nacional com recursos destinados ao financiamento integrado dos projetos facilitaria o estabelecimento de interações.

No Brasil, os Pólos de Modernização Empresarial têm se revelado o mecanismo mais eficiente para promover a vinculação do setor produtivo menos interativo – o das micro, pequenas e médias empresas – com as universidades e centros de pesquisa. Por seu intermédio, a universidade coordena um processo de aproximação de empresas deste tipo que se localizem numa determinada região e possuam uma ou mais características comuns. Ela faz um diagnóstico dos problemas dessas empresas e implementa projetos de modernização coletiva. Por não envolverem, em geral, tecnologia de ponta, esses projetos requerem recursos de pequena monta e podem ser custeados pelas empresas do pólo.

Em síntese, o caso brasileiro mostra que o país construiu, ao longo dos últimos 50 anos, uma razoável infra-estrutura de ensino universitário, com bons laboratórios, e um conjunto de centros de pesquisa tecnológica que tem mantido certo nível de cooperação com o setor produtivo, através de várias modalidades de vínculos. Entretanto, o nível de vinculação com o setor produtivo, adequado no caso das grandes empresas estatais ou privadas, é ainda pequeno no caso das micro, pequenas e médias empresas.

Na busca de soluções para as dificuldades, é de extrema importância equacionar a questão da informação, pois a ignorância das estruturas produtivas e de conhecimento impede o estabelecimento de uma cooperação mais intensa e efetiva entre universidades, centros de pesquisa e empresas.

Por sua natureza e pela dificuldade de solução a curto prazo, a convivência com as dificuldades culturais parece inevitável. Uma das maneiras de mudar a situação seria através de cursos, visitas, seminários, estágios, enfim, do incentivo a todas as formas de aproximação sistemática entre empresários e pesquisadores.

As dificuldades institucionais podem ser resolvidas, a curto e médio prazos, pela concessão de recursos e pela promoção de cursos especializados. Já as dificuldades político-financeiras, que se originam no governo, devem ser por ele equacionadas, cabendo aos pesquisadores e empresários alertar os governantes para o efeito catastrófico desses entraves sobre os próprios objetivos nacionais. Uma boa parte das dificuldades burocráticas pode ser resolvida através de estruturas organizacionais planejadas para enfrentar esse tipo de problema, principalmente nas universidades e centros de pesquisa. ◆

Cresce, no Brasil, o interesse das universidades pelas incubadoras de empresas de base tecnológica. Formalmente, uma incubadora é um espaço físico, nas proximidades ou dentro de um campus *universitário, destinado a acolher e amparar empresas emergentes que usam o conhecimento científico e tecnológico como o seu principal insumo de produção. Neste espaço, que pode ser um prédio ou um simples galpão industrial, micro ou pequenas empresas de base tecnológica compartilham equipamentos, serviços e infra-estrutura técnica e administrativa.*

O artigo de Carlos Alberto Schneider, ao lado, discute e amplia este conceito. O autor é superintendente da Fundação Certi e responsável pela criação da primeira incubadora do Brasil, na Universidade Federal de Santa Catarina. No artigo seguinte, os diretores de uma empresa "incubada" no Parque de Alta Tecnologia de São Carlos, inauguram uma seção permanente, em Ciência Hoje, dedicada ao trabalho das incubadoras.

Incubadora de empresas de base tecnológica

Um laboratório para a Universidade demonstrar a qualidade dos seus produtos

Carlos Alberto Schneider
Fundação CERTI

A criação e a consolidação de uma autêntica empresa fornecedora de produtos e serviços de tecnologia avançada, inovadora e competitiva é um fato raro, especialmente nas condições adversas que temos hoje no país. Porém, a modernização do processo produtivo nacional é inviável sem estas empresas especializadas, em geral de pequeno e médio porte. Seu surgimento e desenvolvimento podem ser estimulados, agilizados, ter menor custo e alcançar maior grau de sucesso através do mecanismo 'Incubadora de Empresas".

Uma incubadora de empresas de base tecnológica não é meramente um empreendimento condominial, no qual diversas empresas infantes dispõem de espaços exclusivos (módulos) e compartilham outros espaços, como a infra-estrutura e os serviços básicos. Uma incubadora é um laboratório que deve ser conduzido com conhecimento das dezenas de fatores que favorecem e desfavorecem o êxito de uma empresa. É essencial o emprego de técnicas modernas de gestão e de produção, bem como o aporte do conhecimento científico e tecnológico de forma adequada à realidade do empreendimento. O resultado deve ser uma empresa competitiva, integrada ao mercado e com capacidade econômica para enfrentar os investimentos que se seguem à sua saída obrigatória da incubadora, após um período contratual de dois a cinco anos.

As empresas de base tecnológica requerem recursos humanos altamente qualificados e tecnologia derivada de pesquisa técnico-científica inovadora. O acesso à informação é, também, essencial para assegurar a atualidade do processo produtivo, seja através de bibliografia ou de consultoria especializada.

Recursos humanos, tecnologia e informação com qualidade são 'insumos' difíceis de se encontrar no mercado brasileiro. Num país destituído de setor industrial moderno, como o nosso, as únicas fontes de insumo disponíveis são as universidades, os centros de tecnologia e as grandes empresas que investem em P&D. É natural, portanto, especialmente em época de recessão econômica, que as empresas de base tecnológica procurem se instalar nas proximidades destas fontes – por exemplo, no espaço proporcionado pelas incubadoras.

Tradicionalmente defasadas no tempo, só agora as universidades começam a ver nessas incubadoras um mecanismo de ação em prol do desenvolvimento regional. No Brasil, hoje, identificam-se oito incubadoras instaladas, e mais 12 em fase

de implantação ou com um projeto bem estruturado. No âmbito da América Latina, já existem cerca de 50 casos em diferentes estágios de desenvolvimento.

Há dois tipos característicos de incubadoras: a de parceria e a universitária. Neste último, a incubadora é plenamente integrada ao ambiente universitário, dando-se ao empreendedor a oportunidade de utilizar a infra-estrutura dos laboratórios e outras facilidades do *campus* para o desenvolvimento da tecnologia, do protótipo, do processo de produção e do plano de negócio. É a geração da empresa até a sua fase anterior à entrada no mercado.

A incubadora de parceria pode estar localizada em um *campus* universitário, como pode estar fora dele, mas certamente deve ficar o mais perto possível da sua principal fonte de insumo. Diz-se 'de parceria' porque, normalmente, o empreendimento é uma iniciativa ou promoção conjunta do governo local, associações empresariais, escolas profissionalizantes, universidades e outros interessados. Na incubadora de parceria, o objetivo central é o desenvolvimento da empresa no que se refere à implementação da produção, sua introdução no mercado e seu fortalecimento econômico e tecnológico.

O sucesso do processo de incubação de empresas de base tecnológica depende, em grande parte, das condições de infra-estrutura, da conjuntura ambiental, das fontes de inovação, dos próprios empreendedores e, naturalmente, da receptividade do mercado. O gerenciamento de uma incubadora deve ser feito de forma consciente e com domínio do 'Paradigma Empresarial', um modelo que vem sendo desenvolvido, de acordo com as peculiaridades latino-americanas, pelo professor William Bolton, de Cambridge, no âmbito das ações do Projeto Columbus.

Recentemente, um curso promovido pela Fundação CERTI, de Santa Catarina, com o patrocínio da Capes e do Sebrae, ofereceu a 16 universidades brasileiras a oportunidade de conhecer as formas de estruturação e de participação em incubadoras de empresas de base tecnológica. Essa disseminação de idéias, que contribuiu para aprimorar as iniciativas das universidades participantes, deverá agora evoluir através da Associação Nacional das Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (Anprotec).

Em 1986, a Fundação CERTI propôs ao governo do estado de Santa Catarina e a outras entidades estaduais a implantação de uma Incubadora Empresarial Tecnológica (IET). Esse projeto, pelo seu caráter inovador na América Latina, enfrentou uma série de dificuldades, mas ao mesmo tempo permitiu um grande aprendizado e gerou uma série de resultados positivos. Hoje, sete empreendimentos já se desvincularam da IET e 15 continuam a operar dentro dela. Ressalte-se que a grande maioria destas empresas ainda vinculadas está produzindo e fornecendo para o mercado nacional, registrando-se também alguns negócios internacionais.

O grau de retorno à sociedade dos investimentos feitos em uma incubadora é bastante elevado quando há conhecimento do processo, união de esforços, independência e austeridade administrativa. No caso da IET, administrada pela Fundação CERTI, existiu um investimento de instalação e um subsídio financeiro assegurado às empresas pelo governo do estado. Hoje, os investimentos já foram recuperados e o subsídio tornou-se bem inferior ao montante que as empresas mais antigas recolhem na forma de impostos diretos e indiretos.

Para a Universidade, o sucesso da incubadora representa um desafio técnico-científico, além de oferecer uma grande oportunidade de retorno financeiro. Há necessidade, porém, de um trabalho consciente e cuidadoso para que as incubadoras venham a ser um eficiente canal de transferência de tecnologia da Universidade para sociedade, obviamente com um efeito multiplicador em benefício do desenvolvimento regional e nacional. ◆

Computador moderniza planejamento na indústria manufatureira

Alexandre Salgado Lino de Almeida
Carlos Eduardo Serrano Ribeiro
Haroldo Thomaz Kerry Jr.
KSR Consultoria e Sistemas para Engenharia

A KSR Consultoria e Sistemas para Engenharia é uma empresa da Incubadora da Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos. Fundada em janeiro de 1992 por um grupo de pesquisadores da área de Manufatura Integrada por Computador (CIM) da USP–São Carlos, a KSR já relaciona, entre os seus clientes, empresas de pequeno porte, como Air Service, de São Paulo, e grandes multinacionais, como a sueca Kamyr e a norte-americana Cummins. Os principais produtos da KSR são o sistema CAPPE 3.0, para planejamento de processo, e o sistema SGF 2.3, para gerenciamento de ferramentas.

Pressionadas por um mercado consumidor mais exigente e pela elevada concorrência, as indústrias brasileiras enfrentam dificuldades para se tornar competitivas. A palavra de ordem, hoje, é modernização. Isto significa, entre outras coisas, o uso de técnicas já adotadas no exterior, como JIT, KanBan, MRP, ERP. O computador é a ferramenta que viabiliza a aplicação integrada dessas técnicas, o que torna vital a escolha de um sistema único de informação.

Os sistemas de informação têm tornado as empresas mais produtivas e flexíveis, sobretudo quando lhes cabe integrar as soluções computacionais existentes. Esta é uma razão da ênfase que se verifica nas áreas de engenharia e planejamento, com a aplicação integrada de sistemas CAD/CAM (Projeto Assistido por Computador e Manufatura Assistida por Computador, respectivamente) e sistemas PCP (Planejamento e Controle de Produção).

A área de planejamento do processo, apesar de ser um dos pontos-chaves para garantir a integração e obter produtividade e alta qualidade na engenharia, não acompanhou o desenvolvimento das outras áreas. Isto causou certo descompasso da estrutura industrial, pois o planejamento do processo é o elo de ligação entre projeto e produção.

O propósito do planejamento do processo é selecionar e definir, em detalhes, as etapas de fabricação de um produto. O resultado é o plano de processo, conhecido como roteiro de fabricação, folha de processo ou folha de operações. Ele é usado para programar as máquinas a serem utilizadas na fabricação do produto e determinar os prazos de entrega. Os operadores das máquinas também recebem uma cópia do plano, para saber como agir em cada operação.

Existem muitos trabalhos em Planejamento do Processo Assistido por Computador (CAPP: *Computer Aided Process Planning)* destinados a racionalizar e integrar o planejamento do processo, quase sempre feitos nas universidades, sem compromisso pragmático. Normalmente os sistemas CAPP de maior sucesso são os que resultam de desenvolvimentos específicos dentro de uma empresa. Suas soluções, porém, dificilmente poderão ser aplicadas em outras empresas e a outras finalidades.

Há quatro anos, surgiu na Universidade de São Paulo, *campus* de São Carlos (USP-SC), um trabalho na área de CAPP que se distinguiu dos anteriores por seu caráter prático, apto a tornar essa tecnologia disponível para empresas brasileiras. Como não poderia ser específico, isto é, destinar-se a uma determinada empresa, partia da criação de um 'ambiente de planejamento do processo' capaz de se adaptar a vários tipos de manufatura.

Quando o trabalho atingiu a maturidade, há pouco mais de um ano, coube à KSR Consultoria e Sistemas para Engenharia, aplicar a tecnologia gerada pela USP-SC, concorrendo até mesmo com soluções estrangeiras.

PRINCÍPIOS DO PLANEJAMENTO DO PROCESSO

Este tipo de sistema seleciona e define processos a serem executados com economia de custo, tempo e recursos humanos. O objetivo principal é gerar informações técnicas para uso da empresa, tendo em vista os resultados apresentados na figura 1.

No PCP, é necessário saber a seqüência de operações e os seus tempos – resultantes do planejamento do processo – para definir a utilização dos equipamentos, conhecida como carga-máquina. São dados importantes para calcular-se a capacidade da empresa para atender os pedidos dos clientes. A seqüência e seus tempos são básicos também para a programação correta da produção e seu posterior controle.

Durante a produção propriamente dita, as informações do plano de processo ajudam a garantir a qualidade, pois descrevem o melhor método para se chegar ao produto. Constituem, tanto para o preparador da máquina como para o operador, uma fonte de consulta e um ponto de referência. Com a previsão das decisões, os custos diminuem, pois o operador não terá que improvisar soluções, nem deixará de ter à mão as ferramentas necessárias para cumprir uma tarefa.

Os planos de processo também influenciam a qualidade do produto, definindo padrões e facilitando a reprodução do produto em cadeia. Para isso, a descrição das operações pode incluir instruções para inspeção do produto.

Quanto à contabilidade de custos, o plano de processos define os padrões de tempo, utilizados para calcular o custo de cada componente. Assim, pode-se analisar o custo ainda na fase de engenharia e comparar previamente soluções tecnicamente equivalentes. Pode-se também estudar os fluxos das peças fabricadas e escolher novos *lay-outs* para os equipamentos, de modo a otimizar o fluxo do material e o custo a ele associado.

Finalmente, as informações do plano servem ao planejamento estratégico, na simulação de futuras demandas baseadas na previsão de vendas, e definem a necessidade de contratação de pessoal, compra de material e equipamentos, e até de ampliação das instalações. Assim surgem os planos de investimentos, que atenderão ao programa de expansão da fábrica.

Figura 1. Conseqüência do emprego de planos de processo.

O planejamento do processo é realizado por um departamento específico, com as informações técnicas produzidas pela engenharia (figura 2). O processo tem início quando o setor de *marketing* ou de vendas solicita um novo produto. O PCP fornece as especificações técnicas da peça. O plano de processos é então definido para a peça; a seqüência de operações e as especificações que ele estabelece servem como base para fabricá-la.

Dependendo das necessidades da empresa, o plano do processo pode ser acompanhado de croquis, projeto e especificação de dispositivos; croquis da peça em estados intermediários de fabricação; lista de ferramentas e croquis de montagem; e programa CN (comando numérico).

A especificação dos dispositivos é utilizada pelo setor de ferramentaria, devendo estar disponível, o mais cedo possível, para se evitar um atraso na fabricação dos dispositivos que possa prejudicar todo o processo de produção. A redução de tempo é um dos resultados da aplicação do sistema integrado.

O croquis da peça para representar estados intermediários serve de apoio à inspeção de qualidade. Deve, portanto, indicar com precisão as características da peça a serem verificadas. O croquis serve também de apoio ao operador da máquina, no caso de montagens e fixações complexas.

Outra informação importante é a lista de todas as ferramentas que devem estar disponíveis para a fa-

bricação da peça. Isto facilita a preparação das operações. No caso de ferramentas modulares, a lista inclui um croquis da montagem dos elementos que compõem a ferramenta.

POR QUE APLICAR O COMPUTADOR?

O uso de computadores por outros setores da empresa é um dos fatores que tornam recomendável a aplicação do CAPP no planejamento do processo. A utilização de computador por um setor isolado faz com que os outros setores tenham que produzir e operar informações com mais rapidez para acompanhá-lo. Isto acontece sobretudo quando se introduz um sistema de planejamento da produção, que precisa da seqüência de operações e dos tempos para cumprir suas funções básicas. No momento em que for necessário modificar uma programação ou liberar uma nova ordem, o plano do processo fará falta. A existência de um sistema CAPP garante essa base de informações.

Através de sistemas apropriados, pode-se recuperar informações fornecidas em planejamentos anteriores – ou seja, evitar que se 'reinvente a roda'. Desta forma, o tempo gasto no planejamento diminui significativamente em comparação com o planejamento convencional, sem computador.

O CAPP garante também a rápida adaptação dos procedimentos diante de eventuais mudanças de planejamento. Esta é uma vantagem importante, em vista da escassez de processistas (especialistas em processo) que conheçam os problemas específicos da empresa. A aplicação do CAPP permite liberar esses especialistas para tarefas 'mais nobres'. Um estudo mostrou que, no planejamento convencional, um processista gasta 63% do seu tempo na redação do plano propriamente dito e 21% na recuperação de informações. O total dessas porcentagens (84%) deixa claro o potencial de otimização do planejamento com a introdução das novas técnicas computadorizadas.

A harmonia entre as soluções computacionais é essencial na Manufatura Integrada por Computador (CIM: *Computer Integrated Manufacturing)*. A melhor maneira de implantá-la consiste em desenvolver soluções individuais para setores restritos, em projetos de racionalização específicos e limitados, com base num planejamento global da concepção CIM da empresa.

O CAPP adquire importância crescente, dentro da filosofia CIM, por viabilizar a integração CAD/CAM. Alguns autores afirmam que a integração parcial CAD/CAPP/CAM é o primeiro passo rumo ao CIM. Outro exemplo é a integração CAPP/PCP. Normalmente, a informação sobre a seqüência de operações de fabricação tem que ser digitada para um sistema PCP. Por ser trabalhosa, esta atividade determina um fluxo de informações lento. A integração com o CAPP elimina tal função. Esses motivos recomendam a aplicação do computador nas tarefas de planejamento do processo.

Entretanto, pensando no lado prático, buscou-se uma solução que tivesse larga aplicação nas empresas, visando exatamente solucionar os citados problemas de integração. Partiu-se da premissa de que a produtividade de planejamento e a qualidade das informações têm prioridade sobre a automação. Assim, processista e sistema CAPP trabalham em dupla, cada um com a tarefa para a qual está mais capacitado.

SISTEMA CAPPE

O Sistema de Planejamento do Processo Assistido por Computador (CAPPE), desenvolvido e comercializado pela KSR, funciona com diversos módulos independentes que executam funções específicas na área de planejamento do processo, tais como escolha de operações, ferramentas, equipamentos e cálculos de condições de usinagem e tempos de fabricação. O controle da chamada de cada módulo é feito por um programa *shell* que supervisiona o seu acionamento e garante a flexibilidade da solução. Isto permite agregar sempre novos módulos, que se comunicam através de uma base de dados relacional única.

Através da combinação dos módulos existentes, criam-se diferentes opções de planejamento do processo dirigidas à realidade específica da empresa. Com esta filosofia aberta pode-se incorporar ao ambiente CAPPE outros sistemas, inclusive sistemas comerciais já existentes, para a realização de funções de planejamento do processo. Todos esses sistemas são tratados como módulos do CAPPE.

SISTEMATIZAÇÃO ANTES DA AUTOMAÇÃO

Somente com o aumento da capacidade instalada não se obtém o aumento de produção de uma empresa. Da mesma forma, não se consegue aumentar a produtividade e a qualidade do setor de engenharia de uma empresa através da simples introdução de um sistema CAD ou mesmo CAPP.

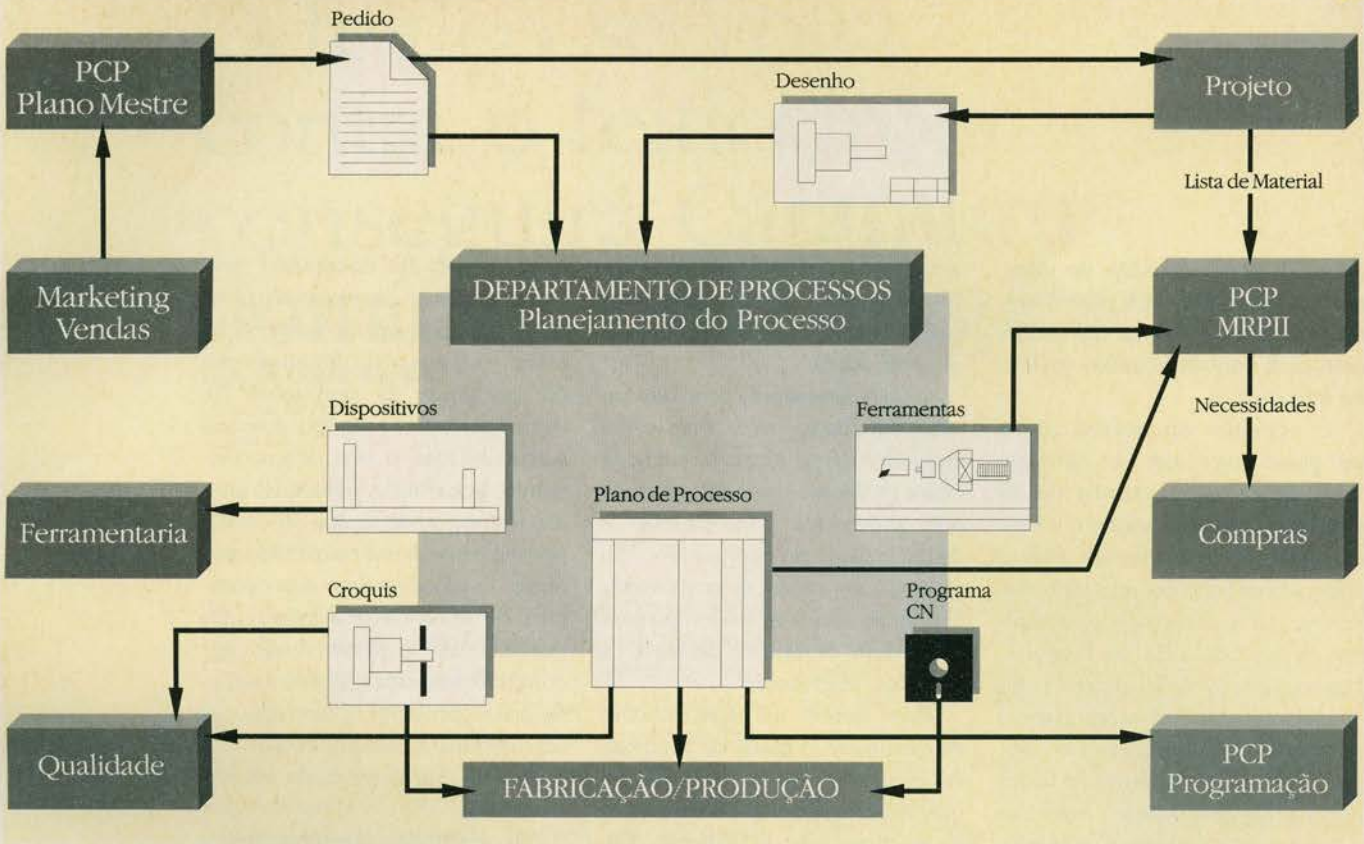


Figura 2. Localização do planejamento do processo no fluxo de informações de uma empresa.

Em primeiro lugar, deve-se esgotar o potencial existente por meio da aplicação de métodos e processos que sistematizem o negócio e a produtividade da empresa. Essas atividades devem ser coordenadas com a garantia da qualidade que precede freqüentemente o emprego de equipamentos computadorizados. A sistematização arruma a casa para evitar que se coloque o computador no "caos" anterior à automação.

Uma base de dados mínima permite o planejamento interativo. Seus elementos podem ser classificados para otimizar a seleção interativa. Depois podem ser levantadas as relações entre cada um desses elementos e seus correspondentes, o que restringiria as opções dos *menus*. Por exemplo, uma ferramenta que fosse utilizada em uma máquina determinada só seria mostrada no *menu* de opções se aquela máquina fosse escolhida anteriormente. O levantamento e determinação dessas restrições (relações) é uma atividade adicional de sistematização.

As peças podem ser classificadas em famílias, para que sejam reaproveitadas em planejamentos futuros. As principais características das peças podem ser armazenadas junto com os códigos de cada uma. Com isso, pode-se utilizar o plano de processo de uma peça como base para se obter o plano da nova peça a ser fabricada.

EXEMPLOS PRÁTICOS DE APLICAÇÕES

O sistema CAPPE já foi aplicado em seis empresas bem diferentes. Dois exemplos bastante significativos são de uma pequena empresa de produção de equipamentos e um fabricante médio de grandes equipamentos sob encomenda.

No primeiro caso, trata-se de uma empresa que fabrica equipamento de mineração de acordo com a demanda do cliente. Apenas um equipamento mais simples é produzido para estoque. Antes da utilização do CAPPE, não existia um planejamento de processo formal e a produção era confusa. No entanto, a empresa já havia adquirido máquinas CNC e equipamentos DNC. O CAPPE foi utilizado para preparar os roteiros de fabricação de forma eletrônica, visando a introdução de um sistema PCP, e também para se obter maior controle do processo de fabricação.

Definido o plano e criadas as operações padronizadas, selecionou-se um produto cujos planos de processo pudessem ser completamente obtidos com o sistema CAPPE. Não havia interesse no detalhamento de operações.

A empresa começou a utilizar planos de processo e contratou um funcionário para operar o sistema CAPPE. Deu-se ênfase à criação de informações para o *set-up* das máquinas CNC, com as funções gráficas de um sistema CAD. Durante a fase

piloto, o gerenciamento de ferramentas tornou-se uma prioridade, uma vez que a empresa trabalhava com uma variedade muito grande de ferramentas.

O operador do sistema criava um plano macro em três minutos. Bem menos que a média de 50 minutos gastos pelo modo convencional. A recuperação de planos antigos com base em seus atributos descritivos foi suficiente para atender às necessidades da empresa. Economizou-se 50% do tempo gasto na obtenção das ilustrações gráficas para montagem das máquinas CNC. Foi detectada a existência de várias ferramentas redundantes, entre elas 1.104 brocas diferentes. Conseguiu-se uma diminuição de 30% do inventário em ferramentas, somente com a introdução dos dados no sistema de gerenciamento. De modo geral, o nível organizacional da empresa melhorou. Pôde-se notar também a satisfação do pessoal de engenharia em observar um processo bem documentado. A direção da empresa ficou satisfeita com os resultados e, paralelamente, com o baixo custo indireto de operação do sistema. O novo processista aprendeu a operar o sistema rapidamente e pôde, então, conhecer as especificidades dos processos de fabricação utilizados pela empresa. Um sistema de programação CN que trabalhe integrado ao CAPPE está, agora, sendo estudado.

O segundo caso refere-se a uma empresa de porte médio que fornece equipamentos para a produção de celulose à indústria de papel. Tais equipamentos exigem uma variedade de atividades de engenharia que acabam por "congestionar" os prazos de entrega.Uma parte significativa da produção se concentra na manufatura de grandes peças por calderaria. Um fator fundamental é a qualidade do processo de solda.

O planejamento de processo era bem detalhado, com ênfase na especificação do plano de solda. O maior problema era o tempo gasto pelo processista para escrever e digitar o plano no computador. Em conseqüência disto, os processistas experientes não tinham tempo para ir ao chão de fábrica otimizar os métodos utilizados.

Para manter as especificações de qualidade, o plano de processo era enviado ao setor de qualidade, que indicava, no mesmo documento, as operações de inspeção. Depois, o plano voltava ao setor de processo para aprovação. Tal procedimento era burocrático e demorado.

O CAPPE foi implantado com os seguintes objetivos: produzir as informações de processo por computador, tendo em vista a padronização dos documentos; prover as informações de processo para o MRP; aumentar a eficiência dos processistas, de modo que eles pudessem auxiliar o pessoal de chão de fábrica; reduzir o tempo de obtenção de planos; obter automaticamente o plano de inspeção integrado ao plano de solda.

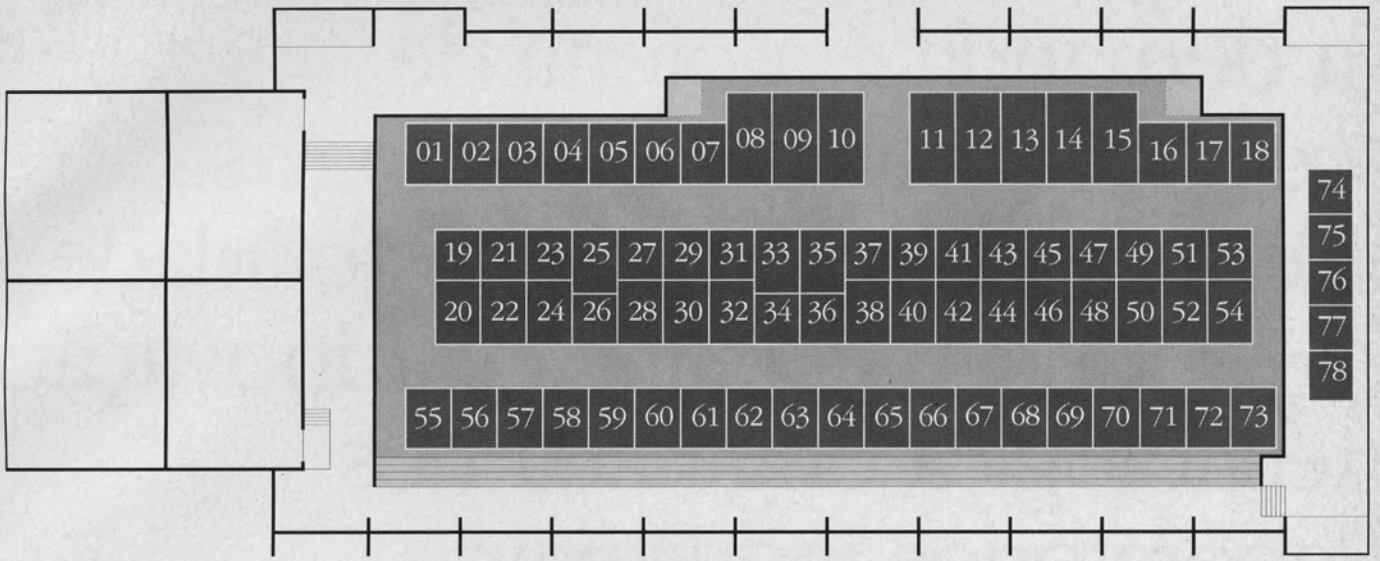
Depois de algumas mudanças na estrutura de produto, para atender os requisitos do plano de processo, foram definidos o *lay-out* do plano e as operações-padrão. Destas, colocaram-se as de inspeção em menus próprios para serem selecionadas no mesmo ambiente. Determinaram-se os grupos de usuários e suas funções, o que permitiu o planejamento específico para cada grupo.

O sistema foi distribuído pela empresa, onde os processistas tinham acesso às operações de fabricação, e o pessoal do departamento de qualidade às operações de inspeção. O plano recebia diversos *status* durante o seu desenvolvimento, permitindo assim que, imediatamente após a sua liberação por um setor, fosse trabalhado por outro. O planejamento das operações de solda deveria rodar automaticamente, podendo então ser corrigido pelo especialista em solda. As operações críticas deveriam ser acompanhadas de um croquis que reutilizava informações de um sistema CAD.

Os resultados mostram que o tempo de planejamento diminuiu em 50%. A circulação de papel nas engenharias foi drasticamente reduzida. A documentação do plano de solda foi racionalizada. Os processistas já não necessitavam digitar no sistema MRP, conseguindo assim mais tempo para melhorar os métodos de manufatura.

Os exemplos citados demonstram a viabilidade da aplicação, no Brasil, de tecnologias desenvolvidas a partir de resultados acadêmicos. Porém, uma das maiores dificuldades nesse processo é a transformação de uma boa idéia em produto. No caso da KSR, o primeiro sistema criado na USP-SC teve que ser novamente desenvolvido, aproveitando-se apenas a idéia inicial e a experiência adquirida em várias implementações. É necessário salientar, no entanto, o apoio da Fundação Parque de Alta Tecnologia de São Carlos e do Sebrae, sem os quais os alunos da Universidade não poderiam se tornar empresários. ◆

I EXPOCIÊNCIA *Lista dos stands e expositores*



1. Ibama: Fundação Pró-Tamar.
2. Senai
3. Fundação Joaquim Nabuco.
4 a 10. Governo de Pernambuco: Itep - Fundação Instituto Tecnológico de Pernambuco; Hemope - Centro de Hemoterapia e Hematologia; CPRH - Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos; Lafepe - Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco; IPA - Empresa Pernambucana de Pesquisas Agropecuárias; Facepe - Fundação de Amparo à Pesquisa; Secretaria de Transportes, Energia e Comunicações; Secretaria de Educação.
11, 12. Sebrae/MG: Fade - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Empresarial; Vortex; Cetec - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Associação Comercial e Industrial de Santa Rita do Sapucaí; Cosat; Efei - Escola Federal de Engenharia de Itajubá.
13. Sebrae/AL: Tecmel - Tecnologia, Indústria e Comércio; **Sebrae/CE:** Projesa - Projetos Eletrônicos e Sistemas de Alarme; **Sebrae/RN:** Escola Técnica Federal do Rio Grande do Norte; Núcleo de Tecnologia da UFRN.
14. Sebrae/AM: Macrosoft Engenharia de Sistemas Ltda.; Tesla Tecnológica; **Sebrae/AP:** Iepa - Instituto de Estudos e Pesquisas do Estado do Amapá; **Sebrae/DF:** In Vitro Biotecnologia de Plantas; JMC - Desenvolvimento Tecnológico, Comércio e Representações Ltda.
15, 16. Sebrae/SP: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Unicamp - Projeto Mamona; Universidade de São Paulo /Disque-Tecnologia.
17. Sebrae/BA: Ceped - Centro de Pesquisa e Desenvolvimento.
18. Sebrae/PR: Bematec - Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda.; Biomec - Indústria de Equipamentos Médico-Odontológicos Ltda.; Intec - Incubadora Tecnológica de Curitiba; Cefet; **Sebrae/PB:** Techne - Mecânica Fina Ltda.
19, 20. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias.
21, 23. Fundação Roberto Marinho.
22. Governo da Paraíba: Secretaria de Indústria, Comércio, Turismo, Ciência e Tecnologia.
24. Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Engenharia Elétrica; **Fundação Parque Tecnológico da Paraíba.**
25. Petrobrás.
26. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro.
27. BAP - Biotecnologia Aplicada a Plantas.
28. Cendotec - Centro Franco-Brasileiro de Documentação Técnico-Científica.
29. Metalmaq - Grupo Moura.
30. Fundação Getúlio Vargas e IBGE.
31. Implanor - Implementos Agrícolas do Nordeste Indústria e Comércio Ltda.
32. Fucapi - Fundação Centro de Análise, Pesquisa e Inovação Tecnológica.
33, 35. Universidade Federal de Pernambuco.
34. Bireme - Centro Latino-americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde.
36. Rede Nacional de Pesquisas - RNP/Recife.
37 a 54. Ministério da Ciência e Tecnologia: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; INT - Instituto Nacional de Tecnologia; INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia; Finep - Financiadora de Estudos e Projetos; CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; Observatório Nacional; Museu Emílio Goeldi; Ibict - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia; CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas; Laboratório de Luz Síncrotron; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Cetem - Centro de Tecnologia Mineral; Laboratório Nacional de Astrofísica.
55. Embratel - Empresa Brasileira de Telecomunicações.
56. Universidade Federal da Paraíba - Laboratório de Tecnologia Farmacêutica.
57. Universidade Federal da Paraíba - Laboratório de Meteorologia, Unidade de Pesquisas sobre Calamidades.
58. Emprel - Empresa Municipal de Informática.
59. Cemave - Centro de Pesquisas para Conservação das Aves Silvestres (Ibama).
60. Cintebio - Centro de Desenvolvimento da Biotecnologia.
61. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Escola de Química.
62. Conselho Britânico.
63. Universidade Federal de Minas Gerais.
64, 65. Universidade Católica de Pernambuco.
66. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
67. Universidade Federal do Espírito Santo.
68. Nowbrás - Comércio, Importação e Exportação Ltda.
69. IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares.
70. Instituto Butantan.
71. ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos.
72. Fundação Oswaldo Cruz (Manguinhos).
73 - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães.
74, 75. Administração e Coordenação da **I Expociência.**
76. Sebrae.
77. Laborciência - Tecnologia Educacional.
78. Universidade Federal de Alagoas.

A Expociência é uma ponte entre a demanda e a oferta de conhecimentos e tecnologias.
Tem por objetivo dar visibilidade à produção científica e à inovação tecnológica originada nos laboratórios industriais.
Novos participantes, observadores e curiosos aproximam-se da Reunião Anual da SBPC.
A exposição cria um novo fórum de informação e participação.
A Reunião Anual da SBPC ganha nova dimensão com a abertura da I Expociência.

CIÊNCIA HOJE