

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA VOL. 13 Nº 75 AGOSTO DE 1991 Cr\$ 1.500,00

Um tiro na fome NORMAN BORLAUG

CULTURA DE TECIDOS
PRODUTIVIDADE
ECOLOGOS CATALOGADOS
TERAPIA DO CÂNCER



CULTURA
PÂNICO
KALUNGA
ASMA

PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

OPTOELETRÔNICA METEOROLOGIA

DROGAS INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

TERMODINÂMICA E CINÉTICA

ONDA JOVEM

QUEBRA-PEDRA NO CÁLCULO
BRASIL E PROJETO GENOMA

LITERATURA

TECNOLOGIA SUBMARINA

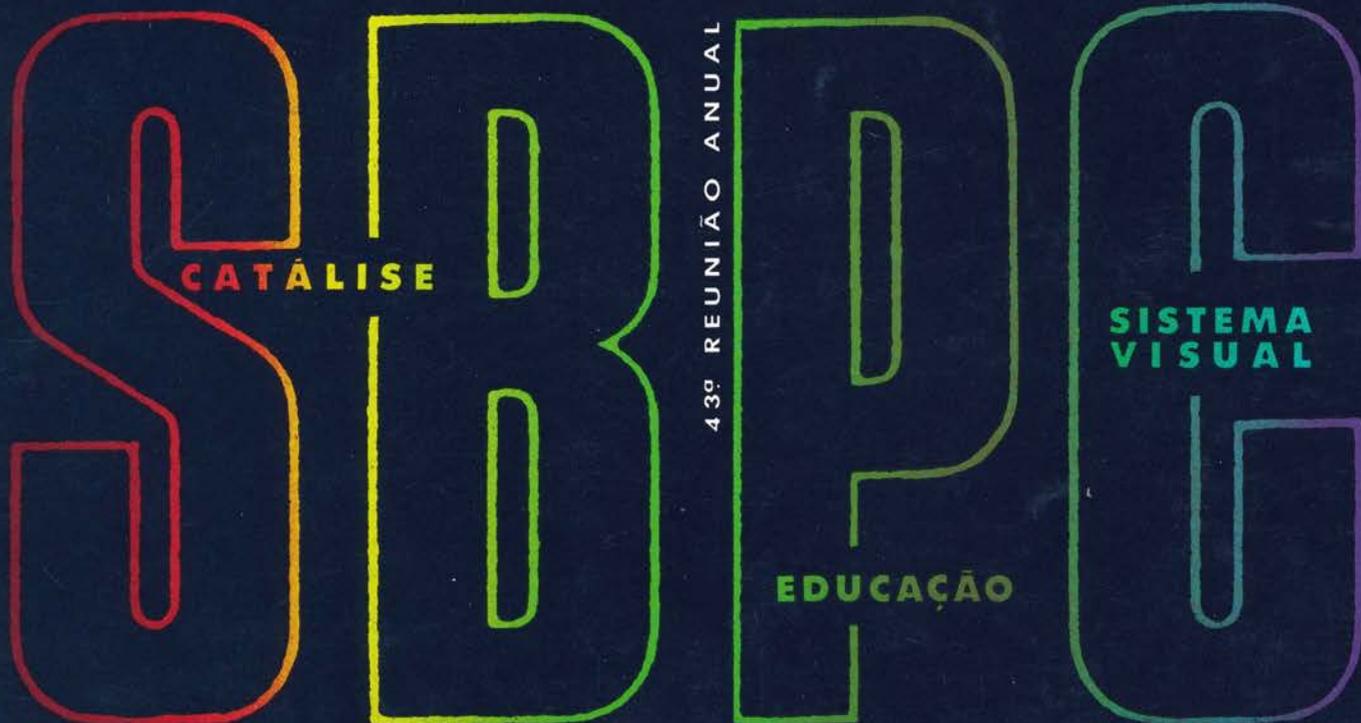
GEOFISICA E MINERAÇÃO
IMUNOLOGIA CLINICA
A TERRA DOENTE
VIOLENCIA URBANA
AMIANTO E CÂNCER
ARTE CONTEMPORANEA

COSMOLOGIA

TOXICOLOGIA DE DIOXINAS

**PROBLEMAS
AMBIENTAIS**

A CIÊNCIA ESTÁ VIVA



SBPC: Muitas iguarias LUIZ GOUVÊA LABOURIAU

ARTE E CULTURA LATINO-AMERICANA

A ciência pela ciência

EM DEFESA DA LINGUA INDIGENA

GREGORIO WEBER

MANAUS, BOA VISTA, SANTAREM, RIO BRANCO, JI-PARANA, PORTO VELHO E MACAPA (VIA AEREA) Cr\$ 1.770,00

Editorial

Senhores Editores: dirijo-me a V. S^{as} para dar dois esclarecimentos factuais sobre o montante de recursos da União destinados à ciência e tecnologia, uma vez que os números citados no editorial de *Ciência Hoje* n^o 72, de abril de 1991, não correspondem à realidade.

Refiro-me especificamente à frase seguinte do referido editorial:

“Nos últimos cinco anos, despencou a percentagem do orçamento da União dedicada à ciência e tecnologia (c&t). Um quinto! O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), principal fonte de financiamentos para a pesquisa científica e institucional, caiu, nesse quinquênio, de US\$ 114 milhões para apenas US\$ 33 milhões.”

A figura 1 ao lado mostra a evolução dos dispêndios em c&t nos últimos dez anos, levando em conta desembolsos reais nas fontes financiadoras convertidos em dólares na ocasião do desembolso e não se referem a orçamento iniciais.

Como se pode ver, o orçamento de c&t se manteve aproximadamente constante nos últimos dez anos. Dados recentemente divulgados na Comissão de Ciência e Tecnologia da Câmara dos Deputados e que aparentemente foram a fonte de informação de V. S^{as} estão incorretos. A figura 2 mostra a evolução dos recursos do FNDCT nos últimos dez anos, quando se retiram dele verbas destinadas ao PIN-PROTERRA e outras finalidades que eram canalizadas no passado via FNDCT e que nada tinham a ver com c&t.

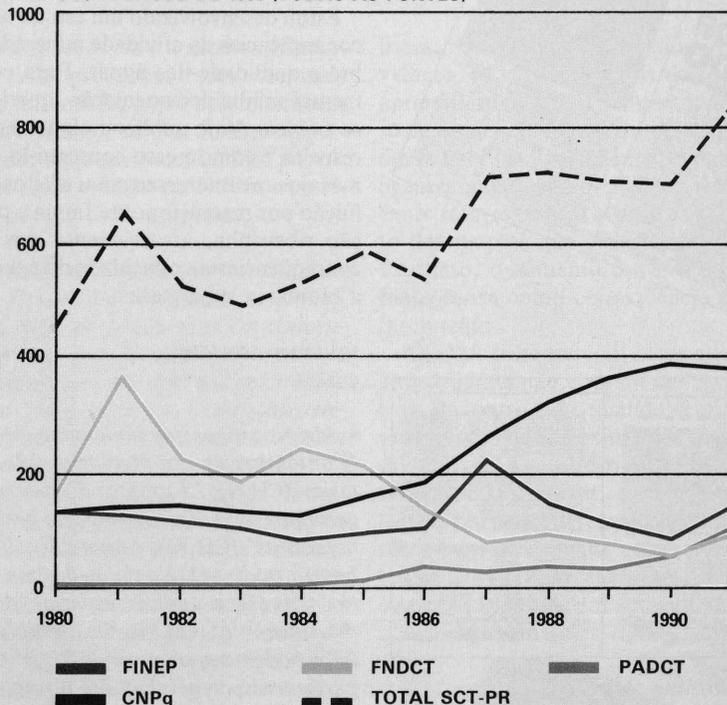
Apesar da queda real do FNDCT, não é correto que ele tenha caído a 33 milhões de dólares. Em 1990 os desembolsos foram de cerca de 60 milhões de dólares e em 1991, com os recursos do BID, esperam-se desembolsos totais de 80 milhões de dólares, o que infelizmente só ocorrerá no segundo semestre, devido à demora de três meses do Congresso Nacional em aprovar a contrapartida nacional do empréstimo.

Finalmente, cabe lembrar que há dez anos atrás o FNDCT era o único fundo de apoio à c&t no país, ao passo que agora temos não só o PADCT (120 milhões de dólares por ano), como o CNPq, que passou desde 1990 a apoiar de maneira significativa projetos de pesquisa (cerca de 70 milhões de dólares anuais), além dos seus programas usuais de bolsas de estudo. Cordialmente,

JOSÉ GOLDEMBERG
EX-SECRETÁRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (BR)

SCT-PR EXECUÇÃO FINANCEIRA CONSOLIDADA (1991 PREVISTO INICIAL + BID)

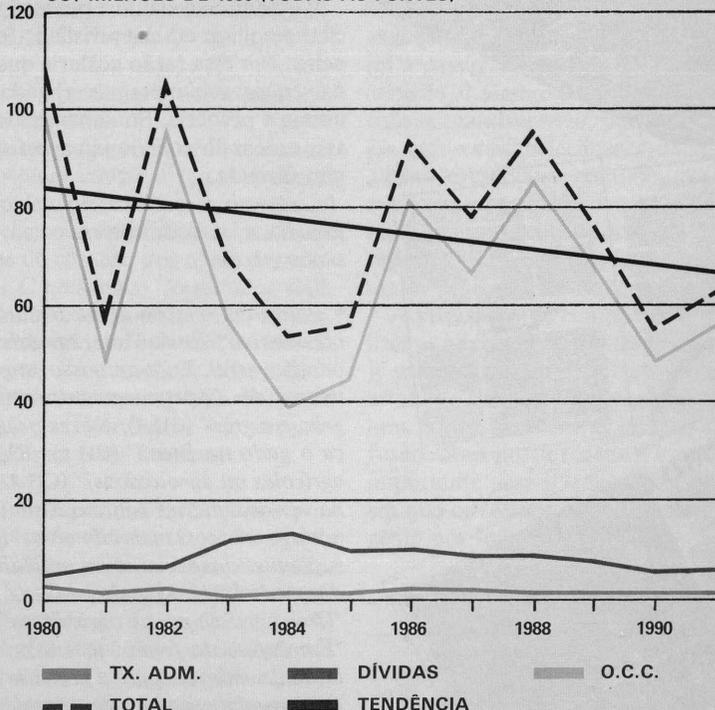
US\$ MILHÕES DE 1990 (TODAS AS FONTES)



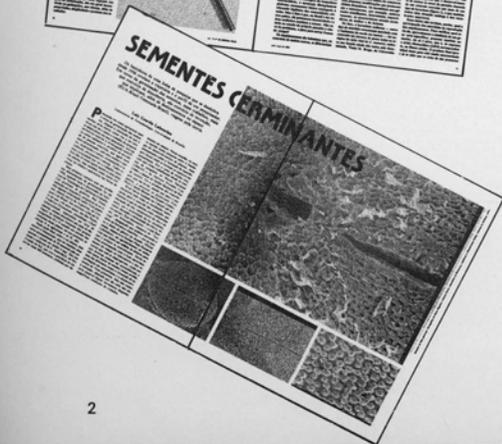
Fonte: SCT/PR-DEPLA, 27 de março de 1991, US\$ MÉDIO MENSAL

FNDCT EXECUÇÃO FINANCEIRA PROGRAMAS REGULARES

US\$ MILHÕES DE 1990 (TODAS AS FONTES)



Fonte: SCT/PR-DEPLA, 29 de abril de 1991



Água e Garimpos

Estou desenvolvendo um estudo sobre as conseqüências da atividade mineradora sobre a qualidade das águas. Para complementar minha documentação, queria saber se *Ciência Hoje* publicou algum estudo a respeito e como posso consegui-lo. Os temas que me interessam são: efeitos da poluição por mercúrio sobre fauna e população ribeirinha; assoreamento dos leitos; conseqüências da opacidade da água sobre a biomassa subaquática.

VINCENT ARNAUD
CUIABÁ

• *Alguns artigos que podem lhe interessar: 'Contaminação por mercúrio: fatos e fantasias' (CH 41); 'A ameaça do mercúrio nos garimpos' (CH 61); 'Um desafio para as mineradoras' (CH 62); 'Aparelho simples e barato pode reduzir poluição por mercúrio' (CH 63); e a edição especial 'As águas da Amazônia' (CH 64). Os exemplares antigos podem ser encomendados a nosso departamento comercial. Até o final do ano será publicado o índice geral, com a relação de tudo que saiu na revista desde o n.º 1.*

Agronomia

Moro em São Paulo e por isso fica difícil ir pesquisar em sua revista no Rio de Janeiro. Por essa razão gostaria que selecionassem para mim pesquisas ligadas a agronomia e pecuária. Sou amante de pesquisas, e além disso pretendo aperfeiçoar minha fazenda.

RENATA F. A. TUCUNDUVA
SÃO PAULO (SP)

• *Para uma relação geral dos artigos publicados em Ciência Hoje, aguarde também o índice geral. Enquanto isso, sugerimos a leitura de: 'Aprimoramento genético de grão em grão' (CH 3); 'Nova praga ameaça o gado no Brasil' (CH 9); 'Defensivos agrícolas ou agrotóxicos?' (CH 22, em que há várias matérias sobre o assunto); 'Menos agrotóxicos, mais alimentos' (CH 34 — suplemento especial sobre agricultura); 'A dura existência do gado pé-duro' (CH 44); 'Uma bactéria para a agricultura' (CH 55); 'Em defesa do feijão' (CH 65); 'Manipulação de embriões para a pecuária' (CH 69). Os exemplares antigos devem ser encomendados ao departamento comercial.*

Caso Candiota

Com a finalidade de preservar a atualidade e isenção das matérias publicadas em *Ciência Hoje*, gostaríamos de manifestar-nos acerca do artigo 'Meio ambiente e complexos carboelétricos: o caso Candiota', publicado no n.º 68, que não retrata a situação ambiental atual, nem as providências desenvolvidas pela Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) do Rio Grande do Sul na região de Candiota.

O artigo refere-se a condições operacionais e diagnósticos vigentes até 1986. Nos últimos cinco anos, ações complementares foram deflagradas, a custo de pesados investimentos, para mitigar os efeitos indesejáveis da geração termelétrica. A bem da verdade, passamos a comentar algumas questões mencionadas no artigo:

1. A usina Jacuí, em fase de construção na região metropolitana de Porto Alegre, é da Eletrosul, enquanto Candiota é da CEEE. A polêmica acerca de Jacuí é quanto à sua localização em área densamente habitada. Candiota situa-se em área rural, escassamente povoada.

2. O artigo diz que 'a comunidade financeira involuntariamente os projetos, através de impostos'. Entendemos que a disponibilidade de energia elétrica eleva a qualidade de vida e é um desejo consciente das comunidades. Além disso, o recente pagamento de *royalties* aos municípios energéticos proporciona-lhes um afluxo adicional de recursos, que são aplicados na melhoria da infra-estrutura municipal.

3. O sistema de correias transportadoras, mencionado na matéria, está operando desde agosto de 1988, e elimina a poluição gerada pelo transporte de carvão por caminhões, como ocorria antes.

4. É dito que os resíduos de combustão ficam expostos à ação do meio ambiente, com o qual interagem negativamente. A disposição final das cinzas em Candiota já foi solucionada. Parte é vendida a fábricas de cimento, devido a suas excepcionais propriedades pozolânicas. O resto volta às cavas de mineração e é encapsulado por uma cobertura impermeável, que impede a contaminação do lençol freático. A recomposição do terreno e o reflorestamento completam a recuperação das áreas mineradas.

5. Quanto às emissões de material particulado, a CEEE foi a primeira empresa brasileira a instalar precipitadores eletrostáticos em usinas de geração de energia. Esse pioneirismo trouxe, porém, problemas ope-

racionais que foram sendo solucionados ao longo dos 30 anos de atuação em Candiota. Em 1986, quando os autores estudaram a relação entre a concentração de fluoretos e o desgaste dos dentes dos animais, os precipitadores eram antigos. Em 1988 eles foram substituídos por outros, modernos, no valor de US\$ 10 milhões, que retêm 99% das emissões. Uma nova chaminé, com 150 m de altura, substituiu a antiga, de 63 m.

6. Que essas medidas melhoraram sensivelmente as condições ambientais da região, trabalho apresentado ao II Congresso de Carvão pelo prof. Ayrton Figueiredo Martins (um dos autores do artigo em questão) comprova. Ele diz textualmente: "Os valores para as concentrações médias de fluoreto nas amostras de mel e de pastagem, particularmente na região de Candiota, demonstraram tendência decrescente no período de estudo (nov 87/jan. 89), o que pode ser explicado pela entrada em operação de precipitadores eletrostáticos mais eficientes (...) Não se pode atribuir nenhuma sobrecarga ambiental de significância no que se refere ao íon fluoreto."

7. É incorreto dizer que não existem no Brasil padrões determinados para a emissão de óxido de enxofre por termelétricas: em 1990 os padrões brasileiros foram aprovados pelo Conama.

8. A entrada em operação, também em 1990, das bacias de sedimentação dos efluentes líquidos da UTPM, que custou cerca de um milhão de dólares, impediu a produção de sedimentos enriquecidos de metais nas águas próximas.

9. A concentração média anual de óxido de enxofre é de 4 mg/Nm³, muito abaixo do limite de 80 mg/Nm³, segundo estudo realizado entre 1987 e 1989 pela Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado e pelo Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

10. Quanto à medição da acidez da chuva, a CEEE participa de um programa de monitoramento entre os governos brasileiro e uruguaio, que prevê a instalação de uma rede de coleta na região fronteira entre os dois países para, pela primeira vez, investigar o assunto de forma sistemática e com o rigor científico necessário.

11. Estudos técnicos indicam que instalar dessulfurizadores não é a alternativa mais adequada para reduzir as emissões de dióxido de enxofre provenientes da queima de carvão. Diante disso, a CEEE está se empenhando na busca de outras opções; entre elas a combustão em leito fluidizado circulante é a mais promissora.

Assim, da série de providências recomen-

dadas pelos autores do artigo para minimizar a poluição de Candiota, podemos afirmar que praticamente todas já foram adotadas, tanto pela CEEE como pela Companhia Riograndense de Mineração.

MARCO ANTÔNIO KAPPEL RIBEIRO

DIRETOR TÉCNICO DA CEEE

e **SERGIO TADEU LADNIUK**

CHEFE DO DEPARTAMENTO DE ESTUDOS DE GERAÇÃO DA CEEE
PORTO ALEGRE (RS)

Táquions

Gostaria de saber algo a respeito dos táquions e também se é correta a afirmação de que a sua energia diminui com o aumento da velocidade. Faço essa pergunta a partir de um artigo que li no suplemento da *Folha de São Paulo*. O fato de que a energia diminui com o aumento da velocidade, se confirmado, ocasionará uma revisão ampla na física e na química. Muitos conceitos poderão cair!

MARCELO ANTONIO GOMES

PATO BRANCO (PR)

τ α χ ύ ς

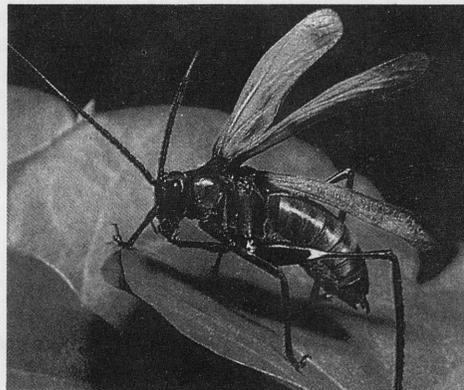
• *Prezado leitor: há tempos — mais precisamente em CH n.º 26, de setembro/outubro de 1986 — publicamos um belo artigo sobre os táquions, essas partículas superluminais cujo nome deriva do grego τ α χ ύ ς (veloz). Sendo um tema muito interessante, pedimos a um dos autores do artigo que respondesse a sua consulta na seção 'O leitor pergunta'. Muito breve você será atendido. Aguarde.*

Esperança x Vespa

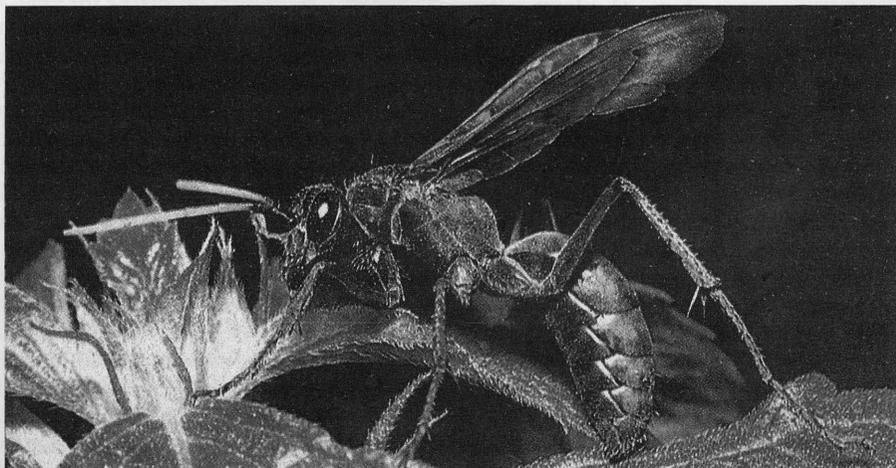
Havia um erro em meu artigo 'Camuflagem, aposematismo e mimetismo', publicado em *Ciência Hoje* n.º 72, vol. 12. Na foto 3, a legenda dizia 'Vespa (*Scaphura nigra*)' e o correto é 'Gafanhoto (*Scaphura nigra*)'. Trata-se de um gafanhoto que imita uma vespa. Peço por favor que reproduzam a foto com a legenda corrigida na seção de cartas da revista. Da forma como foi publicado, o artigo ficou seriamente comprometido na sua intenção de exemplificar o mimetismo.

KLEBER DEL CLARO

DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA,
UNICAMP (SP)



Os Tettigoniídeos são ortópteros popularmente chamados de 'esperanças verdes'. A espécie *Scaphura nigra*, porém, tornou-se um mimico batesiano da vespa caçadora *Entypus ferruginipennis*. Notar as semelhanças de forma, coloração e, nesta foto, uma característica de comportamento: o ortóptero abre as asas, curva o abdômen e balança as antenas, procurando imitar o comportamento da vespa.



Entypus ferruginipennis (Pompilidae). Vespa caçadora de aranhas, que serve de modelo aposemático ao mimico batesiano *Scaphura nigra*.

Solidariedade

Sou assinante de *Ciência Hoje* há mais de três anos e gostaria de demonstrar a minha solidariedade diante dos problemas que tem enfrentado a única revista verdadeiramente científica do Brasil. Infelizmente o governo tem se mostrado alheio aos compromissos com o desenvolvimento humano, científico e tecnológico da pesquisa, única fonte de solução para o subdesenvolvimento em que nos encontramos. Sou acadêmica do curso de Farmácia e Bioquímica da Universidade Federal de Ouro Preto e a revista *Ciência Hoje* tem sido para a minha área uma perfeita fonte de informações. Parabéns a seriedade dos artigos e faço um apelo para que continuem lutando. A ameaça de extinção da revista significa a ameaça de extinção de informações imprescindíveis a todos os segmentos que lutam pelo acesso ao conhecimento.

MAGALLY COURA VITAL
JOÃO MONLEVADE (MG)

Acompanho com angústia os problemas financeiros da revista. Ânimo! É imprescindível sua continuação. Reclamo mais sobre física das partículas, astrofísica e astronomia.

JOÃO BATISTA VIALTA
RIO DE JANEIRO (RJ)

• *Obrigado pela confiança. Quanto aos temas de sua predileção, já deve ter visto que, por coincidência, sua reclamação foi parcialmente atendida.*

Como leitor de *Ciência Hoje*, não poderia deixar de manifestar a minha opinião sobre os problemas que a revista enfrenta. Posso todos os números, desde o primeiro. Sem dúvida, para mim seria lamentável parar a publicação. A ciência no Brasil é duramente vítima da ignorância. Temos uma ciência suficiente para nosso desenvolvimento mas ela nunca foi estruturada para o desenvolvimento da sociedade. Tenho medo que nosso Brasil se transforme numa Índia, e suponho que já estamos a caminho. Sem a colaboração dos cientistas não vamos construir um país próspero. Os discursos, a fé, a generosidade, a riqueza da terra não bastam.

Podemos supor que o Brasil não precisa de uma revista como *Ciência Hoje*. Gran-

de engano. Durante esses nove anos, o único problema com a revista é sua circulação irregular, talvez consequência dos problemas que são vistos atualmente. Lamento não poder ajudar em nada, pois passo também por momentos difíceis: sou assalariado e o momento atual não está nada bom para essa categoria. Minha sugestão é que a revista funde um grupo de pessoas físicas e jurídicas que possa se comprometer com o Projeto *Ciência Hoje*, garantindo que ela saia regularmente e assim ganhe a credibilidade dos leitores e anunciantes. (...)

JOSÉ GERALDO DA SILVA
FERRAZ DE VASCONCELOS (SP)

Apesar de ainda não ser assinante, convivendo intensamente com essa revista há seis anos. A forma séria no tratar das informações e conteúdo científico tem enraizado em mim o respeito e a admiração por esse excelente instrumento de divulgação científica. Fiquei bastante apreensivo quando tomei conhecimento das dificuldades que ela está atravessando. Mas acredito que esse projeto vitorioso tem que estar acima de qualquer crise, em função de sua importância na formação de nossa precária intelectualidade, pois infelizmente no nosso país o acesso à informação é cada vez mais dificultado.

Sugiro que seja iniciada uma gigantesca campanha denominada '*Ciência Hoje* — Estou do seu lado', para que possamos superar as dificuldades e tentar perpetuar esse excelente trabalho.

Já que nos foi dada a oportunidade de interagir com a questão da crise da revista, relaciono vários aspectos que considero relevantes, após análise das idéias fundamentais registradas na mesa-redonda:

1) Pontualidade da revista na distribuição às bancas; 2) distribuição diferenciada nas bancas, privilegiando locais próximos a escolas e universidades; 3) publicidade nos pontos de distribuição, avisando a chegada de cada edição; 4) criação do 'corretor científico', que, mediante uma compensação em exemplares da revista, indique novos assinantes; 5) utilização de cartão de crédito para assinaturas; 6) criação de estrutura comercial visando maior atuação nas áreas de estudo de mercado e *marketing*; 7) maior divulgação de periódicos estrangeiros; 8) criação de espaço para o leitor do curso secundário.

NATANAEL AQUINO SILVA JUNIOR
ANALISTA DE SISTEMAS
SALVADOR (BA)



Fósseis do Brasil

Agradecendo, antes de mais nada, a excelente matéria sobre o livro *Fósseis do Brasil*, de minha autoria, venho solicitar, sobretudo no interesse dos leitores, a publicação de uma nota esclarecendo que se trata de uma edição de T.A. Queiroz Editor Ltda., rua Joaquim Floriano 733, 9º andar, 04534, São Paulo, SP. Dada a precariedade do sistema de distribuição de livros no país, a falta dessa informação poderá frustrar o desejo de leitores de ter acesso ao livro.

PROF. MURILO RODOLFO DE LIMA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, USP
SÃO PAULO

Ensino de Ciências

Vimos solicitar informações sobre os trabalhos e materiais na área de ciências que possam auxiliar o programa dos professores. Nosso instituto tem por objetivo atender portadores de deficiência auditiva, visual e auditiva-visual, reabilitação e integração socioprofissional. Estamos fazendo uma reavaliação do nosso programa educacional. Todas as contribuições para essa análise serão de grande valia.

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL RECREATIVA E CULTURAL DA MÚLTIPLA DEFICIÊNCIA
SÃO PAULO (SP)

• *A Fundação Brasileira para Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec) pode lhes ajudar. Escreva para Funbec/Revista, Caixa Postal 2089, CEP 01051, São Paulo (SP).*

CARTA ABERTA AO NOVO MINISTRO DA EDUCAÇÃO

“Na hierarquia dos problemas nacionais, nenhum sobrepõe em importância e gravidade ao da educação. Nem mesmo os de caráter econômico lhe podem disputar a primazia nos planos de reconstrução nacional.”

(do *Manifesto dos Pioneiros da Educação*, 1932)

Senhor ministro,

Assim começava o editorial da *Ciência Hoje*, de dezembro de 1990, intitulado ‘A Educação, a LDB e o Governo’. Preocupava-nos, então, o lançamento pelo governo federal do Programa Setorial de Ação na Área da Educação, que destinava recursos significativos a projetos dispersos, sem definir critérios de avaliação, nem responsabilidades pelo seu acompanhamento. O documento anunciava o propósito de elevar de 3,5% para 6% a parte do PIB dedicada à educação, até 1995, mas não delineava uma política para a educação, com idéias e princípios capazes de orientar os programas, as ações do governo e o entendimento com políticos e educadores, responsáveis pela execução dos planos.

Hoje, ministro, com sua ascensão ao MEC e seu reiterado compromisso prioritário com a tarefa educacional, renova-se a oportunidade de estabelecer as diretrizes, que, a nosso ver, constituem necessidade urgente.

Sua responsabilidade é grande. E a nossa, também. Por tantos anos, denunciávamos equívocos, elaboramos projetos e sugerimos alternativas, sempre deixadas à margem pelos administradores do MEC. É dever de todos nós, agora, reunir estes estudos e propostas, convocar cientistas e educadores e tentar novamente a busca de soluções para a dramática situação em que se encontram as escolas e as universidades de nosso país.

Raras são as ocasiões em que os meandros da História aproximam as idéias e os meios capazes de levá-las à prática. É possível que estejamos vivendo um destes momentos.

Talvez seja ilusório pensar que a questão educacional, sabidamente estratégica para a transformação da sociedade, possa ser resolvida apenas através de seu ministério. Mas a dúvida não pode nos paralisar. É nosso dever tentar, e dedicar a este empenho o melhor de nossas energias.

São, para nós, animadoras suas declarações, ministro, em favor da Educação como dever do Estado, do ensino

público e da obrigatoriedade constitucional de aplicação de 18% do orçamento na educação. Elas são ainda mais valiosas quando lembramos a orientação oposta, adotada pelas autoridades do setor nos últimos anos.

Também estamos convictos de que os desafios com que nos defrontamos na abrangente e intrincada problemática da educação são de tal modo complexos que exigem ponderação, conselho, generosidade e espírito público. Em nome de tão elevados objetivos, nós mesmos julgamos válido e necessário deixar em suspenso as importantes diferenças que nos separam do atual governo federal nos campos da política científica e industrial.

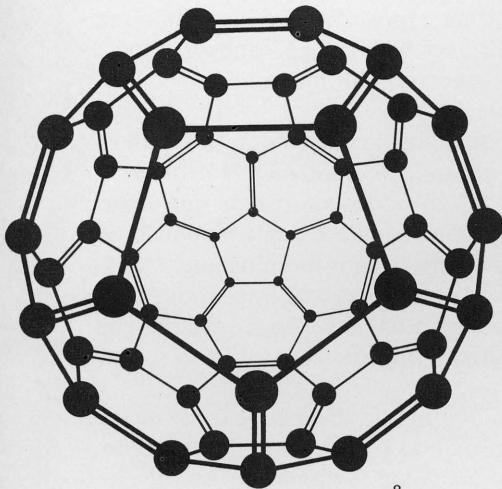
O projeto de lei que definirá as diretrizes e bases da educação no Brasil nas próximas décadas tramita, neste momento, no Congresso Nacional. Trata-se de estatuto longamente debatido nos mais diversos segmentos da sociedade, que poderá contribuir para conciliar e unir, efetivamente, as opiniões e as forças mais representativas do âmbito educacional. Ou dividi-las, comprometendo por muitos anos a solução dos problemas que precisam ser resolvidos sem mais delongas.

Por outro lado, há dificuldades urgentes e não menos angustiantes que devem ser equacionadas com presteza. É o caso, por exemplo, da crítica previsão orçamentária para a educação em 1992.

Temos consciência de que a busca do entendimento entre governo, políticos e educadores será difícil, porque as divergências e os conflitos em torno da matéria têm raízes profundas em nossa sociedade.

Por isto, ministro, permita-nos sugerir a convocação de conselheiros para ajudá-lo nesta árdua tarefa, bem como à sua equipe de colaboradores mais próximos, cuja qualidade e competência fazemos questão de reconhecer. A idéia é reunir associações representativas, cientistas, educadores, homens de cultura, que, leais aos interesses maiores de nossa sociedade, seguramente poderão oferecer, mercê de sua experiência e espírito público, valiosas contribuições ao trabalho conjunto de identificar os caminhos que conduzem à construção de um país mais democrático e civilizado.

É isto, precisamente, o que a nação espera de todos nós.



CARTAS

1

EDITORIAL

5

UM MUNDO DE CIÊNCIA

8

A observação da supercondutividade à temperatura de 28°K em sistemas constituídos por moléculas de carbono (C_{60}) vem despertando interesse semelhante ao que cercou a descoberta dos óxidos de alta temperatura crítica. Por Mucio Amado Continentino.

Experiências com moluscos revelam que os hábitos de vida de uma espécie podem mudar na presença de um predador, tornando-se, de acordo com as circunstâncias, tão importantes quanto as características genéticas. Por Rui Cerqueira.

Um mapeamento do céu por satélite a partir de fontes de radiação infravermelha teve um efeito perturbador sobre a teoria atual de formação de galáxias, levando os cientistas a repensar a questão da matéria escura. Por Ívano Damião Soares.

RESENHA

14

José Augusto Drummond leu *A Coluna Prestes*, de Anita Leocádia Prestes, que recebeu o Prêmio Casa de las Américas 1990, e conclui que é uma obra de peso sobre aquele importante acontecimento político e militar da história brasileira.

TOME CIÊNCIA

16

O papel desempenhado pela formação de espécies reativas de oxigênio na fisiopatologia de doenças como a porfiria aguda intermitente e o plumbismo é discutido por Marcelo Hermes-Lima.

ARTIGOS

PAEPALANTHUS, CUPINS E ARANHAS

20

José Eugênio Côrtes Figueira e João Vasconcellos Neto

A sobrevivência em ambientes severos, como o da serra do Cipó, em Minas Gerais, exige das plantas e dos animais uma adaptação que muitas vezes propicia a formação de um interessante microcosmo, com vantagens para todos os envolvidos.

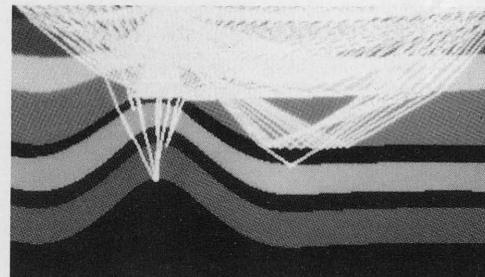


A CIÊNCIA E A MULHER**26****Lucía Tosi**

Com a revolução científica e a influência do racionalismo, delineou-se uma nova concepção da 'natureza feminina'. Mas a mulher, se perdeu seus aspectos satânicos, conservou os que a configuravam como ser inferior e deficiente, tanto no plano moral como no intelectual.

A GEOFÍSICA NA BUSCA DO PETRÓLEO**34****Carlos A. Manso**

Pesquisas na área de geofísica podem ser aplicadas à prospecção de petróleo com excelentes resultados. Dentre elas se destaca o método de modelamento sísmico por traçado de raios, executado com a ajuda de um microcomputador, que pode simular fenômenos e determinar seus efeitos sobre a geometria e a composição geológica da Terra.



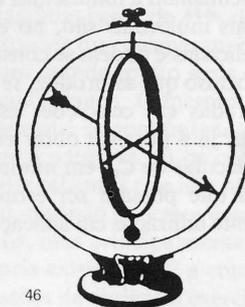
44

RAÍZES DA FÍSICA BRASILEIRA**46****José Maria Filardo Bassalo**

Uma descrição detalhada mostra como a física teórica brasileira se desenvolveu, desde os cursos pioneiros da Escola Militar do Rio de Janeiro (1842) e das Escolas Politécnicas do Rio (1874) e de São Paulo (1893) até sua projeção internacional na década de 1940.

ENTREVISTA**52**

O prejuízo causado por espécies introduzidas pelo homem sobre ecossistemas naturais e antrópicos é discutido pelo ecologista argentino Eduardo H. Rapoport.



46

OPINIÃO**58**

Relegada a um plano secundário em função da importância atribuída por historiadores às forças econômicas e sociais, a história política vem sendo agora resgatada, dentro de uma visão menos narrativa e factual e mais interpretativa. Por Dulce Chaves Pandolfi.

É BOM SABER**60**

Ave migratória que nos visita regularmente, a águia-pescadora encontra aqui ameaças como o DDT e o mercúrio, que contaminam as águas e os peixes, seu principal alimento. Por Marco Antonio de Andrade.

A ação pronta e eficaz da Food and Drug Administration diante da crescente incidência da síndrome do choque tóxico nos EUA é analisada por Ana Cecília A. X. de Oliveira e Francisco J. R. Paumgarten.

Barry Halliwell, pesquisador do King's College, de Londres, discute a associação de diversas doenças e do processo de envelhecimento à ação das espécies ativas de oxigênio, em entrevista exclusiva a *Ciência Hoje*.



52

UMA SURPRESA NA SUPERCONDUTIVIDADE

O fenômeno da supercondutividade não cessa de nos surpreender. Depois da empolgante descoberta dos óxidos supercondutores, tais como $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, superando a barreira crucial do nitrogênio líquido, esse fenômeno volta a se apresentar em sistemas igualmente inusitados. A observação* da supercondutividade à temperatura de 28°K em sistemas constituídos por moléculas de carbono (C_{60}) vem despertando interesse muito semelhante ao que cercou a descoberta dos óxidos de alta temperatura crítica, feita por J.G. Bednorz e K.A. Müller. As moléculas de C_{60} (também chamadas *buckminsterfullerene*) constituem por si só um sistema peculiar. Trata-se de agregados de átomos de carbono que se formam na evaporação desse elemento e que se assemelham a minúsculas bolas de futebol. Tais moléculas são, no entanto, bastante delicadas e podem se consumir no próprio processo que as produz, se não forem preparadas em condições especiais. Atualmente, já é possível obter em laboratório moléculas de C_{60} em número suficiente para que possam ser estudadas e eventualmente utilizadas em aplicações práticas.

Para se ter uma idéia da forma das moléculas de C_{60} , basta observarmos uma bola de futebol, com suas 32 faces, que determinam 60 vértices. Em cada um desses vértices localiza-se um átomo de carbono. Dentre as faces da bola, 12 são pentágonos e as 20 restantes hexágonos (figura 1). Na formação do sólido molecular, essas moléculas pseudo-esféricas se aglutinam numa estrutura amorfa, como se fossem bolas minúsculas jogadas ao acaso dentro de um saco. Entretanto, essas moléculas podem também se ordenar na forma de um cristal de face cúbica centrada. Em ambos os casos, a interação entre essas moléculas é fraca, do tipo Van der Waals.

Enquanto os físicos se dedicam a estudar as propriedades macroscópicas desses sólidos, os químicos já pensam em desenvolver toda uma série de produtos baseados nos C_{60} , assim como fizeram no caso dos compostos baseados em anéis de benzeno. Os sólidos obtidos com os fulerenos (como também são chamadas as moléculas de C_{60}) podem ser dopados com metal alcalino (por exemplo, potássio, rubídio, césio), que ocupam os espaços vazios da estrutura entre as moléculas. Observou-se

que o sistema estudado inicialmente, quando dopado com potássio (K), adquiria um comportamento metálico e, surpreendentemente, tornava-se um supercondutor à temperatura de 18°K .** A fase responsável pela supercondutividade foi identificada como sendo aquela em que se forma o composto K_3C_{60} , no qual os átomos de potássio ocupam posições intersticiais. No composto dopado com rubídio (Rb), a temperatura crítica* era de 28°K , podendo provavelmente atingir 60°K nos casos de dopagem com césio (Cs).

O mecanismo responsável pela supercondutividade nesses sistemas parece ser diferente daquele que atua nos óxidos supercondutores, nos quais desempenham importante papel as correlações eletrônicas e as interações mediadas por spins. Os metais alcalinos que possuem uma estrutura de gás nobre, com mais um elétron na última camada, cedem esse elétron para uma banda de condução formada pelos orbitais 2p e 2s do carbono. A atração entre os elétrons itinerantes, que irão formar os pares responsáveis pela supercondutividade, deve ser mediada por algum modo vibracional (ou seja, uma oscilação típica das moléculas no sólido). Outra comparação interessante com os óxidos supercondutores tem a ver com a dimensionalidade do sistema. Há um consenso de que, nos óxidos, toda ação está concentrada nos planos de cobre e oxigênio. Daí o caráter bidimensional das flutuações precursoras de supercondutividade. No caso dos fulerenos, porém, o sólido formado é essencialmente isotrópico e tridimensional.

É curioso que, no grafite, uma outra variedade alotrópica de carbono, quando intercalado com potássio, a supercondutividade foi observada a temperaturas inferiores a 1°K . O grafite é formado por vários planos de átomos de carbono, numa estrutura hexagonal. Podemos imaginar tal estrutura como uma gigantesca molécula, fracamente acoplada com outras moléculas, que formam os planos adjacentes. Nesses sistemas de carbono, a bidimensionalidade parece atuar em detrimento da supercondutividade, ao contrário do que acontece nos óxidos.

No grafite, cada átomo localizado nos planos está conectado a três vizinhos. O átomo de carbono, que tem valência igual a quatro, estabelece uma ligação dupla e duas ligações simples com seus vizinhos.

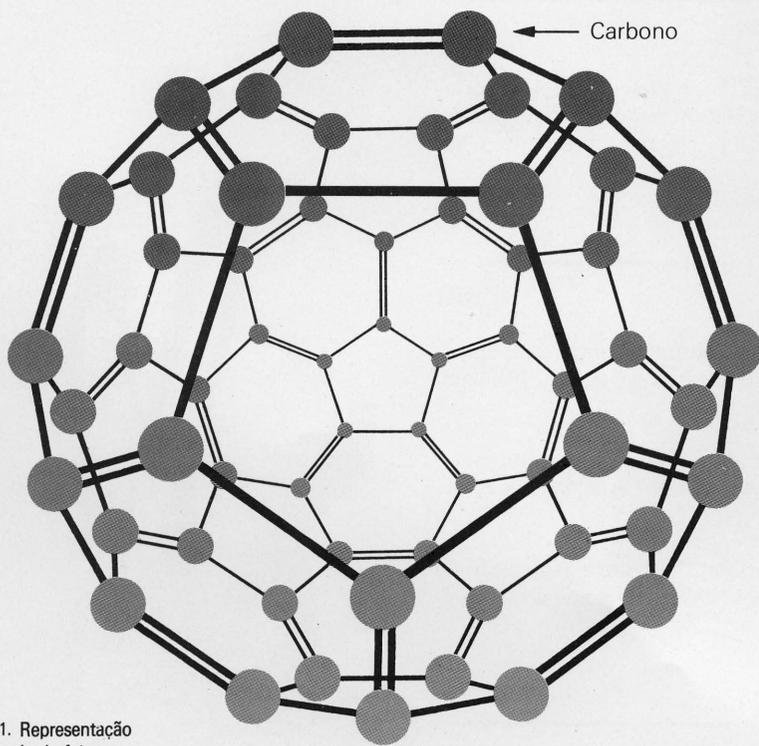


FIGURA 1. Representação da molécula de fulereno.

Há, porém, inúmeras maneiras diferentes pelas quais os átomos de carbono se acoplam (tais que cada átomo tenha uma ligação dupla e duas simples). A configuração atual do sistema é uma combinação de todas essas possibilidades. Esse é o conceito de valência ressonante, exposto no livro clássico de Linus Pauling sobre as ligações químicas. Esse conceito, generalizado para incluir spins, foi aplicado para o caso de estruturas magnéticas e em particular de estruturas 'frustradas' (ver 'Vidros de spin: novos desafios do magnetismo' em *Ciência Hoje* n° 17, p. 72) e deu origem ao modelo proposto por P.W. Anderson para entender as propriedades dos supercondutores

de alta temperatura. No caso das moléculas de C_{60} , cada átomo de carbono está ligado a três vizinhos, havendo, portanto, necessidade de se estabelecerem ligações duplas. Isto leva a um alto grau de degenerescência do sistema, em analogia ao que ocorre, segundo Anderson, do ponto de vista magnético, nos planos de cobre e oxigênio dos óxidos supercondutores. Um estudo aprofundado das moléculas de C_{60} e seus compostos pode nos conduzir a uma melhor compreensão do fenômeno da supercondutividade e de suas diversas manifestações.

Finalmente, convém ressaltar que o composto K_3C_{60} é pirofórico e altamente instá-

vel. Esses compostos são produzidos e estudados dentro de ampolas lacradas, em que se faz vácuo ou se produz uma atmosfera inerte. Essa instabilidade, característica de muitos dos novos materiais produzidos artificialmente, não constitui empecilho sério para a utilização desses sistemas, uma vez que eles podem ser convenientemente protegidos.

* *Science*, vol. 252, p. 1.154, 1991

** *Nature*, vol. 350, p. 557, 1991

MUCIO AMADO CONTINENTINO
INSTITUTO DE FÍSICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

LEIA NA PRÓXIMA EDIÇÃO DE

CIÊNCIAHOJE

RESTAURAÇÃO DA FLORESTA EM PASTAGENS DEGRADADAS

É possível recuperar as extensas áreas desmatadas da bacia amazônica que foram usadas como pasto e hoje estão abandonadas e improdutivas?

OS PEIXES FÓSSEIS DA CHAPADA DO ARARIPE

Peixes que viveram há 120 milhões de anos, preservados em rochas calcárias do Nordeste, contribuem para conhecer o passado da Terra.

O DESENVOLVIMENTO SOCIAL NAS REGIÕES BRASILEIRAS

Os níveis de alfabetização, longevidade e distribuição de rendas permitem comparar a situação social do Brasil com a de outros países.

PERFIL: PROFESSOR LOBO CARNEIRO

De calculista de concreto armado, quando ainda aluno da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, a pesquisador na área de tecnologia, Lobo Carneiro, nos seus 78 anos, desenvolveu muitos interesses, tornando-se historiador de ciência de renome e mestre prestigiado.

E MAIS: OS AVANÇOS DA CIÊNCIA NO MUNDO, RESULTADOS DE PESQUISAS DESENVOLVIDAS NO BRASIL, COBERTURA JORNALÍSTICA DE ENCONTROS CIENTÍFICOS, RESENHAS DE LIVROS E NOTICIÁRIO.

O PREDADOR E SUA PRESA

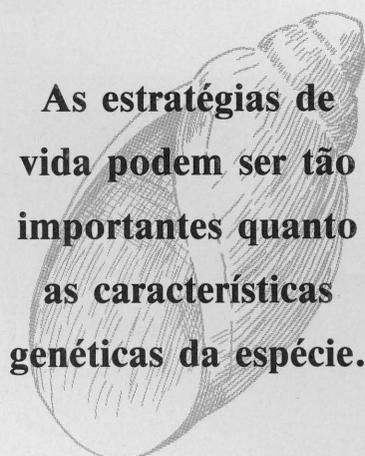
As espécies costumam ter sua história de vida fixada de forma hereditária. Em cada espécie, as características dessa história de vida formam uma 'estratégia' para manter a sobrevivência. Assim, é comum que exista certa variação, de espécie para espécie, na história de vida. E, em geral, os fenômenos considerados importantes são os que marcam a reprodução (variando a idade em que ela ocorre, número de filhotes, os cuidados com os mesmos etc.), a forma de crescimento, a longevidade — enfim, alguns parâmetros que, embora de forma um tanto grosseira, caracterizam o que chamamos de vida.

Os cientistas costumam chamar esses aspectos de 'estratégias bionômicas' e analisam tais estratégias em termos de perdas e ganhos. Um organismo que produza mais filhotes que outros, por exemplo, está investindo mais energia nessa produção. Como a quantidade de energia disponível é finita, ao reproduzir-se mais vezes esse organismo provavelmente terá menos energia para despender nos cuidados com a prole. Há, portanto, uma escolha a ser feita, pois cada vez que uma espécie vive dessa ou daquela maneira despender energia nisso ou naquilo. Como a natureza varia no tempo e no espaço, é comum que a bionomia (quer dizer, o conjunto de estratégias de vida) também sofra variações, que permitam à espécie sobreviver em vários lugares e suportar flutuações ambientais que normalmente ocorrem de uma época para outra. Entre os fatores ambientais que afetam a vida das espécies estão os predadores.

Recentemente,* dois zoólogos norte-americanos, Todd Crowl (Departamento de Caça e Pesca, Universidade Estadual de Utah) e Allan P. Covich (Departamento de Zoologia, Universidade de Oklahoma), estudaram algumas estratégias de vida de *Physella virgata*, um caramujo de água doce comum em riachos, nos Estados Unidos. Esses caramujos servem de alimento para uma variedade de predadores: peixes, insetos, aves e pitus. Havia sido observado o fato de que dois padrões diferentes de bionomia ocorriam nesses moluscos e que tais padrões estavam relacionados à presença de pitus.

Um dos padrões aparece quando o pitu não se encontra presente no riacho. Nesse caso, os caramujos crescem rapidamente até quatro milímetros, quando diminuem

seu ritmo de crescimento e começam a se reproduzir. Nessas populações, o caramujo vive de quatro a cinco meses. Quando existem populações de pitus nos riachos, porém, o padrão se torna diferente, com aumento do tempo de crescimento, maturação e morte dos caramujos. Sob tais condições, os caramujos só se reproduzem entre sete e dez milímetros, vivendo de 11 a 14 meses.



As estratégias de vida podem ser tão importantes quanto as características genéticas da espécie.

Crowl e Covich testaram duas hipóteses, que vinham sendo levantadas para explicar a diferença entre as histórias dessas populações. A primeira hipótese seria a de que os pitus, ao preferirem comer caramujos menores, selecionariam os animais que retardassem a maturidade, isto é, que investissem mais energia no crescimento ao invés de tornar precoce a reprodução. Assim, haveria a tendência de que parte da população, justamente a reprodutiva, estivesse pouco sujeita à predação. A outra hipótese seria a de que a presença do predador causaria o retardamento da maturidade dos caramujos.

Os dois zoólogos fizeram dois experimentos para testar as hipóteses. Capturaram caramujos de dois riachos em que não havia pitus e também de riachos com pitus presentes. No primeiro experimento, caramujos das duas origens foram colocados em dois ambientes, um sem pitus e outro com esses predadores. Criaram-se os animais por algum tempo, registrando-se idade, tamanho médio, tamanho na época da morte e taxas de crescimento antes e depois da reprodução. Os moluscos criados junto com pitus se tornaram significativamente

maiores que os demais e atingiram idade mais avançada, tanto na época de reprodução quanto na época de sua morte. Os testes estatísticos indicaram que parte significativa da variação observada estava associada à presença do pitu predador.

Um segundo experimento foi montado na seguinte seqüência: inicialmente só com pitus, depois só com caramujos, em seguida com caramujos e pitus separados na mesma água e por fim com caramujos e pitus juntos, possibilitando a predação. Esses tratamentos foram feitos tanto com moluscos vindos de riachos com pitus quanto com os oriundos de riachos sem pitus. Somente quando as duas espécies eram criadas juntas, ocorrendo predação, os caramujos apresentaram aumento de tamanho quando da maturidade e morte, se reproduziram em idade mais avançada e viveram mais tempo.

Esses dois experimentos demonstraram que as estratégias bionômicas utilizadas por essa espécie de molusco não eram hereditárias e variavam de acordo com a presença de predadores. Como a simples companhia do pitu na água não alterava a bionomia, deduz-se que a predação gera um indicador, provavelmente químico, que provoca a mudança nas estratégias bionômicas.

A pesquisa corrobora modelos teóricos propostos anteriormente sobre a evolução das estratégias bionômicas, quando a mortalidade juvenil é maior do que a adulta. A predação pelos pitus é diminuída pelo aumento do tamanho médio dos caramujos adultos e assim estes têm diminuída sua mortalidade em função da predação. O interessante é que certas aplicações, como o controle biológico de moluscos, têm agora que levar em conta mais de uma possibilidade de fonte de variação. Estudos de sistemática também precisam ser realizados com cautela. Aparentemente, a plasticidade apresentada por animais e plantas em suas maneiras de viver pode ser tão ou mais importante que as características genéticas.

* *Science*, vol. 247, p. 949, 1990

RUI CERQUEIRA

DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

FORMAÇÃO DE GALÁXIAS: UMA TEORIA EM CRISE

Quando, em 1983, foi lançado o satélite denominado IRAS (*infrared astronomical satellite*) * — com a finalidade de mapear o céu em comprimentos de ondas na faixa do infravermelho — não se podia imaginar o impacto que este lançamento e suas conseqüências teriam sobre as teorias da formação e evolução do universo. Uma notícia que dava conta desse impacto apareceu num artigo publicado pela revista *Nature*,** em janeiro de 1991, com o título *The density field of the local universe*, que sintetizava um intenso programa de pesquisa empreendido por astrônomos ingleses nos últimos oito anos. Esses astrônomos realizaram um mapeamento em três dimensões da distribuição das galáxias no universo local, a partir do mapeamento de fontes localizadas de radiação infravermelha feito pelo IRAS. Esse estudo de distribuição de galáxias se revelou o mais completo realizado até hoje e o de maior profundidade espacial, compreendendo um volume substancial do universo, num raio de aproximadamente 500 milhões de anos-luz. O resultado teve um efeito perturbador sobre a teoria atual de formação de ga-

láxias e levou os teóricos a repensar a questão da matéria escura, uma forma invisível de matéria necessária para explicar a formação e evolução de galáxias e aglomerados de galáxias, bem como sua dinâmica.

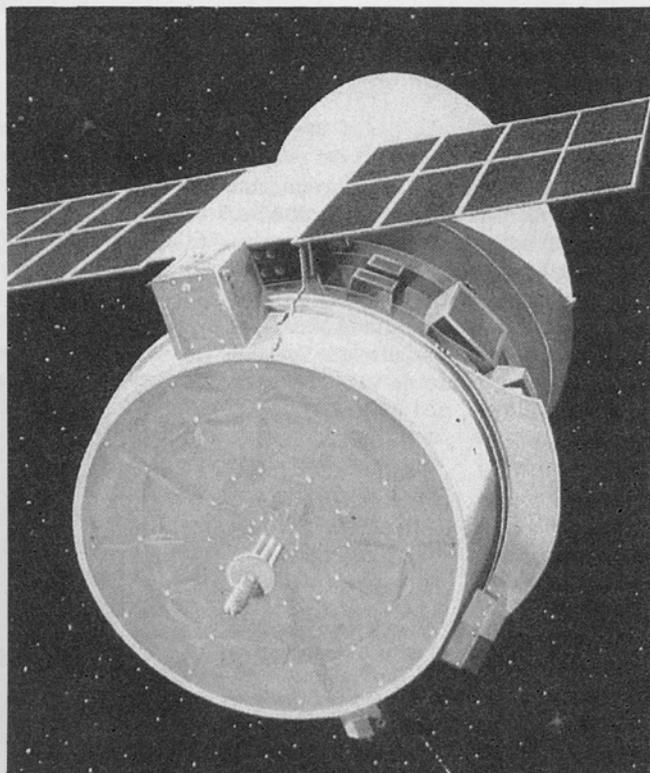
Estudos com radiotelescópios e telescópios ópticos sobre a rotação de galáxias espirais, assim como sobre a dinâmica de pares e grupos de galáxias, mostram que estas devem ser mais pesadas que a quantidade total de sua matéria luminosa visível. Esses estudos sugerem que as galáxias devem ser circundadas por halos de matéria escura. Em outras palavras, o universo não pode ser formado apenas por bárions (a matéria normal que vemos através dos telescópios), mas de alguma outra forma de matéria não-detectável até agora, que denominamos matéria escura. Outros dados observacionais nos mostram que, não muito tempo após a fase inicial quente do universo, os bárions de alguma forma se condensaram para formar as galáxias e os grupos de galáxias que observamos hoje.

No entanto, no período em que este processo deve ter ocorrido, o universo era extremamente regular, dado obtido pela ob-

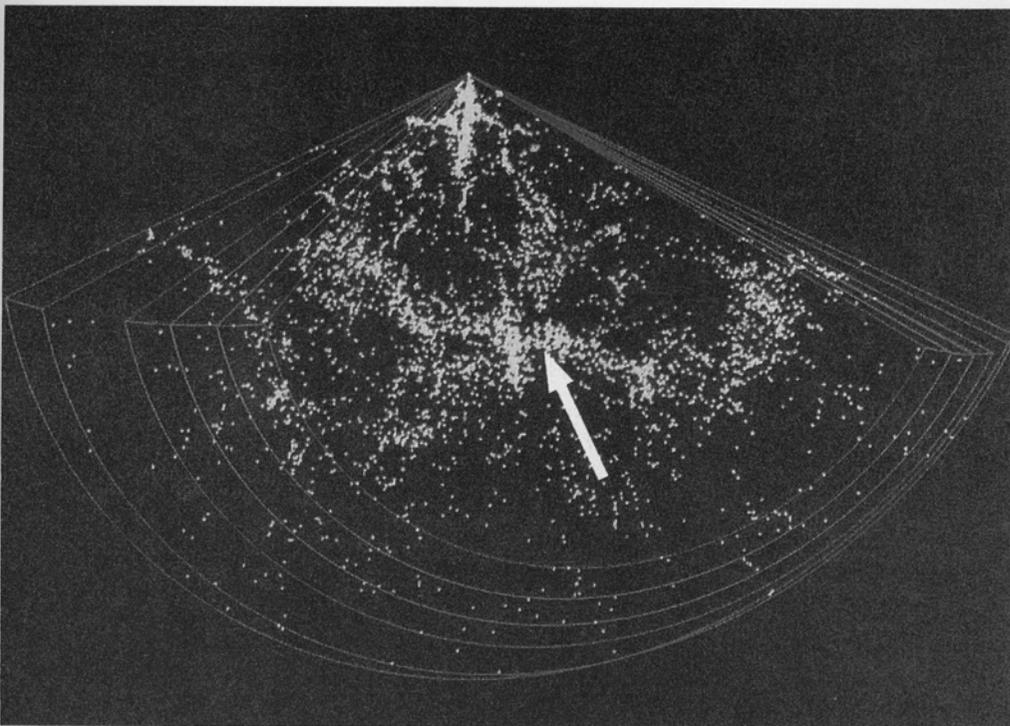
servação da radiação de fundo. A regularidade dessa radiação de fundo de microondas nos mostra que, cerca de 300 mil anos após a fase inicial quente do universo, a matéria bariônica e a radiação seriam quase perfeitamente uniformes. Deste estado regular e uniforme não haveria tempo suficiente para a força da gravidade ter condensado galáxias e aglomerados de galáxias. A presença da matéria escura provê um mecanismo eficiente para essa condensação.

Os melhores candidatos propostos pelos teóricos para a matéria escura são partículas que interagem fracamente e que aparecem em esquemas de unificação de forças da natureza — áxions e fotinos. Essas partículas teriam se desacoplado da radiação em um tempo muito anterior ao do desacoplamento da matéria bariônica, e quaisquer irregularidades na densidade dessa matéria escura teriam tempo suficiente para crescer mais pronunciadamente sob a ação da gravidade. Mais tarde, pelo tempo em que a matéria bariônica se desacoplasse da radiação, as irregularidades da matéria escura estariam então bem desenvolvidas para atuarem como sementes de condensação da matéria bariônica.

Esse cenário, porém, começou a apresentar dificuldades do ponto de vista observacional. Astrônomos do Observatório de Harvard, ao realizarem mapeamentos da concentração de galáxias em volumes maiores do universo, começaram a observar vazios e estruturas tipo parede na distribuição de galáxias em larga escala. Recentemente, mapeamentos feitos por Margaret Geller e John Huchka, também de Harvard, revelaram a existência da 'Grande Muralha', uma faixa de galáxias de aproximadamente 300 milhões de anos-luz de comprimento, ligando os superaglomerados de Coma e Hércules. A presença dessas estruturas em larga escala não era explicada pela teoria da matéria escura. O golpe final veio com o artigo da *Nature*. Com este mapeamento na faixa do infravermelho, ficou evidente que o satélite detectava milhares de galáxias em comprimentos de onda da ordem de 60 a cem micrometros. Dada a sua sensibilidade, o IRAS pôde fazer um mapeamento em maior profundidade. E, como a luz visível é absorvida pela poeira interestelar que permeia nossa galáxia, o mapeamento infra-



Simulação gráfica do Infrared Astronomical Satellite (IRAS), responsável por um extenso mapeamento dos céus, que levou à descoberta de milhares de galáxias, mostrando pela primeira vez imagens que os telescópios ópticos não revelaram.



Mapeamento recente, realizado pelos pesquisadores Margaret Geller e John Huchra, comprovou a existência da 'grande muralha', uma seqüência de galáxias com o comprimento de 300 milhões de anos-luz.

vermelho cobriu fração maior do céu que qualquer mapeamento óptico já feito.

A distribuição de densidade de galáxias confirmava de maneira definitiva a presença de estrutura em larga escala (vazios, paredes), um resultado claramente inconsistente com a teoria da matéria escura. A verdadeira questão levantada por esse resultado observacional não é se existe ou não matéria escura, mas qual a forma que ela toma. A teoria da matéria escura se revela bastante eficiente para explicar como galáxias e aglomerados se formaram. O único problema é explicar a aglomeração observada em largas escalas. Algumas soluções estão sendo propostas, como a introdução de neutrinos com massa na composição da matéria escura. A resposta, porém, pode estar numa teoria completamente nova para explicar a formação de galáxias.

* *New Scientist*, n.º 1.759, 1991, p. 30

** *Nature*, n.º 349, 1991, p. 32

ÍVANO DAMIÃO SOARES

DEPARTAMENTO DE RELATIVIDADE E PARTÍCULAS,
CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS (CBPF)

Túmulo maia

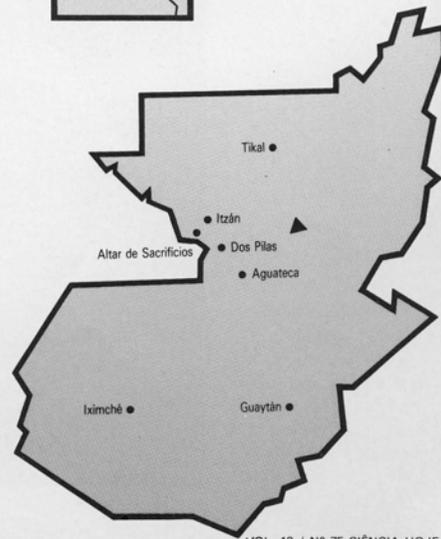
Um túmulo que pode ser do Soberano II, o maior rei da civilização maia, foi encontrado recentemente na cidade de Dos Pilas, Guatemala, por Arthur Desmarest, da Universidade de Vanderbilt (EUA). Dois anos atrás, tinham sido traduzidas inscrições achadas em Dos Pilas, contendo informações sobre o enterro do rei e o local do túmulo — raramente revelado pelos maias — que contribuíram para a descoberta.

O projeto de Desmarest consiste na escavação das muitas áreas conquistadas pelo soberano. Os lugares das escavações estão sendo indicados por especialistas em decifrar inscrições sobre objetos, vasos e cerâmicas encontradas ao lado do esqueleto do rei. Segundo o pesquisador, o Soberano II foi responsável pela mudança da índole pacífica dos maias para uma disposição belicosa que os levou a conquistar outras cidades e a estender o seu território. Antes

desse reinado, os maias só capturavam para o sacrifício membros da sociedade de elite.

Desmarest acredita que a prática de guerra foi a razão central do colapso da civilização maia, mas como esta teoria não é universalmente aceita, continua as escavações à procura de novos dados que venham a reforçar o seu ponto de vista.

Science, vol. 252, p. 1.067 (1991)



A seta indica a localização do sítio arqueológico de Dos Pilas (Guatemala), onde foi recentemente encontrado o túmulo maia que pode ter sido do Soberano II.

NOTAS

Projeto genoma

Os problemas éticos e sociais do projeto genoma foram discutidos por especialistas em ética biológica do mundo inteiro durante a conferência realizada no mês de junho no NIH (National Institutes of Health), em Washington. Discutiu-se, durante o encontro, a assinatura de um possível tratado internacional sobre ética do genoma. Das controversas opiniões, só resultou a criação de grupos internacionais para debater a questão.

Muitos participantes encararam com cautela a possibilidade de um controle legislativo, pelo menos no que se refere à pesquisa. O Conselho da Europa, formado por 25 países, preocupa-se intensamente com a questão dos direitos humanos. Suscetível à memória da eugenia nazista, o governo alemão decidiu no ano passado permitir o exame de embriões somente para casais com riscos de transmissão de moléstias graves, como distrofia muscular.

Na próxima convenção, serão apresentados protocolos relacionados com áreas específicas, como pesquisas médicas e comércio de órgãos para transplantes. As nações terão liberdade de ratificar parcialmente a convenção, selecionando os protocolos a que desejam aderir. Não há previsão de protocolos para os aspectos éticos do projeto genoma. Por outro lado, o Conselho da Europa não é o melhor fórum para um trabalho internacional onde os países mais envolvidos são o Japão e os EUA.

Os grupos criados durante a reunião no NIH examinarão os problemas do uso de informações genéticas para discriminação nos empregos ou em contratos de seguros, e a proteção de dados genéticos estocados em arquivos médico-legais. Os grupos deverão apresentar seus relatórios a um comitê internacional de especialistas que estudam os problemas

éticos do genoma, incluindo os da Comunidade Européia, da Organização do Genoma Humano, do Conselho da Europa e dos programas de genoma soviéticos, japoneses e americanos. Este comitê, que analisará o uso clínico das pesquisas de genoma, é o resultado mais positivo da conferência do NIH.

Nature, vol. 351, p. 507 (1991)

Interferômetros de átomos

Novos aparelhos construídos por pesquisadores de quatro grupos diferentes dos Estados Unidos e da Europa poderão efetuar medidas ainda mais precisas que os interferômetros ópticos, instrumentos que dividem o feixe de luz em dois ou mais feixes para depois recombiná-los. Na recombinação, os diferentes caminhos percorridos pela luz dão origem, dada a sua natureza ondulatória, a uma figura de interferência formada de linhas brilhantes nos lugares onde as ondas se somam e de linhas escuras onde elas se cancelam.

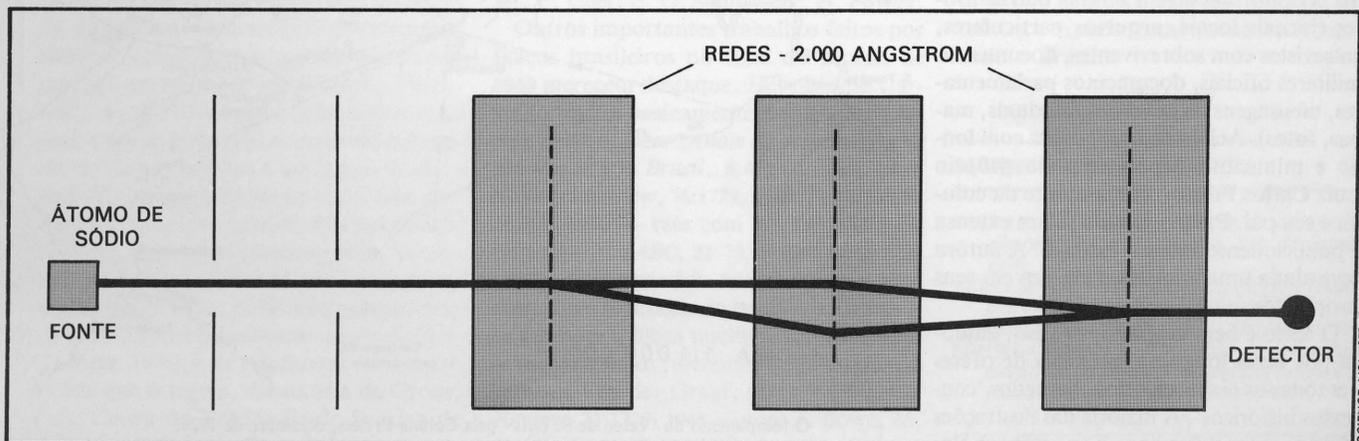
A física quântica mostra que elétrons e outras partículas atômicas podem comportar-se como ondas. O comprimento de onda do átomo depende de sua energia: à temperatura ambiente, é aproximadamente dez mil vezes menor que os comprimentos de onda da luz visível.

O grupo de David Pritchard, do MIT (EUA), construiu um interferômetro baseado no fenômeno da difração, em que a onda atravessa uma rede de fendas estreitas, igualmente espaçadas, e se quebra em feixes de direções diferentes (*Physical Review Letters*, vol. 66, p. 2.693, 1991). Nele, átomos de sódio atravessam uma primeira rede de difração, resultando na quebra da onda de matéria de cada átomo em compo-

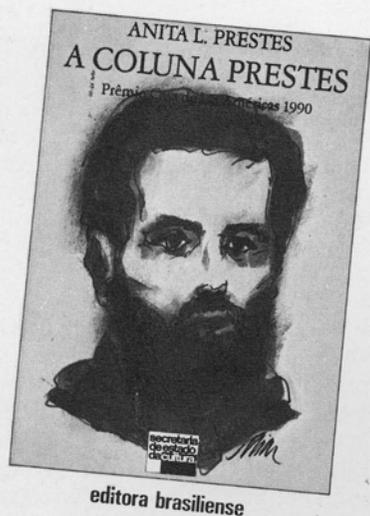
nentes separadas. Uma segunda rede recombina as componentes que passam a interferir umas nas outras. Uma terceira rede canaliza as ondas para um detector, obtendo uma figura de franjas de interferência, cujo aspecto é extremamente sensível a pequenas perturbações encontradas pelas ondas em seu caminho. O detector registra átomos 'inteiros' e não frações do átomo, numa manifestação clara da dualidade onda-partícula presente na matéria. O aparelho de Pritchard permite detectar efeitos de rotação dez bilhões de vezes menores que um interferômetro óptico, podendo assim testar efeitos da relatividade geral decorrentes da rotação da Terra.

O grupo de Steven Chu, da Universidade de Stanford (EUA), construiu um interferômetro que, em vez de usar redes de difração, utiliza pulsos de luz *laser*. Neste processo, os átomos de sódio são vaporizados e desacelerados por um conjunto de *lasers* chamado 'melado óptico', que também os captura. São então liberados, passando através do interferômetro, numa 'fonte atômica', fluindo lentamente. Dois *lasers* excitam os átomos de modo que eles tenham 50% de chance de atingir um estado ligeiramente mais energético. Como resultado disto, a onda de probabilidade associada a cada átomo passa a representar ambos os estados em que o átomo pode ser encontrado. Conforme o estado do átomo, o caminho sugerido pela onda é diferente, dando origem aos efeitos de interferência detectados através de um terceiro *laser*. Com este aparelho, Chu já obteve um recorde de precisão na medida da gravidade da Terra. Pritchard e Chu acreditam que seus interferômetros terão aplicações muito importantes.

Science, vol. 252, p. 921 (1991)



Esquema do interferômetro de átomos de D. Pritchard



editora brasileira

A COLUNA PRESTES, de Anita Leocádia Prestes, Brasileira/Secretaria de Estado da Cultura de São Paulo, 1990, 499 pp.

Originalmente tese de doutorado no Departamento de História da Universidade Federal Fluminense, *A Coluna Prestes*, de Anita Prestes, resulta de sete anos de pesquisa, reflexão e escrita. É um texto de boa densidade teórica e analítica, base documental ampla e sólido nível acadêmico. Contudo, embora seja um trabalho elogiável sob vários aspectos, a autora infelizmente perdeu a oportunidade de fazer a chamada 'obra definitiva' sobre esse importante acontecimento militar e político que foi a marcha da Coluna Prestes.

A obra tem muito mais virtudes que defeitos: Anita Prestes dialoga com quase toda a literatura primária e secundária existente sobre o movimento tenentista e a participação política dos militares brasileiros no período. Recorre a muitas outras fontes (jornais locais, arquivos particulares, entrevistas com sobreviventes, documentos militares oficiais, documentos parlamentares, mensagens de governos estaduais, mapas, fotos). Acima de tudo, conta com longo e minucioso depoimento do próprio Luiz Carlos Prestes, comandante da coluna e seu pai. Prestes jamais falara extensa e publicamente sobre o assunto. A autora teve ainda uma admirável clareza em seus propósitos.

O texto é bem acabado, preciso, embora por vezes longo na sua ânsia de oferecer todas as dimensões dos chamados 'contextos históricos'. A maioria das ilustrações (fotos e mapas) funciona bem, embora elas só sejam numeradas numa relação ao fi-

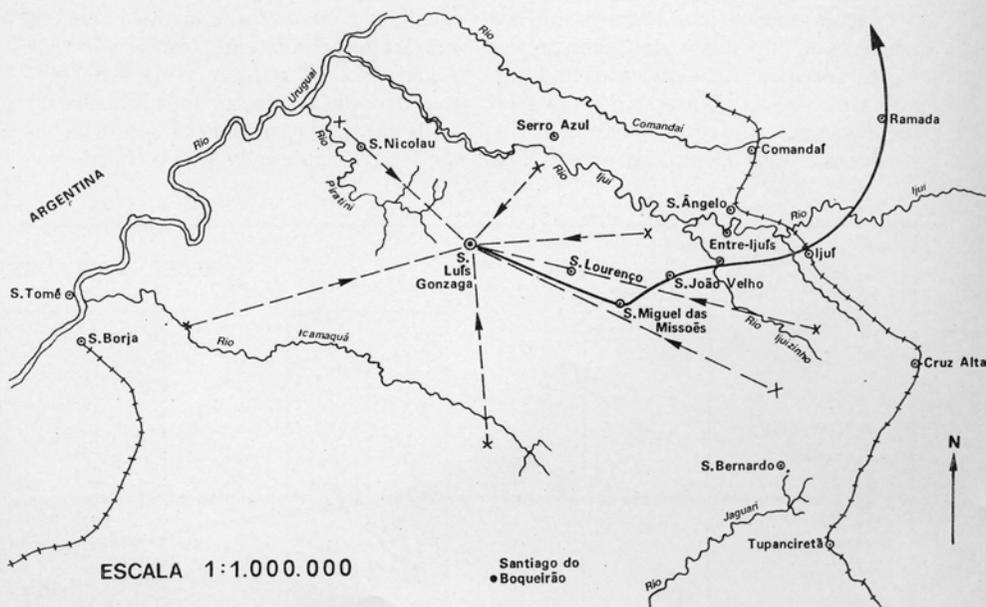
A MARCHA QUE DUROU 647 DIAS

nal, e não no decorrer do texto. A discussão teórica e conceitual é clara, ainda que polêmica. Anita Prestes coloca o tenentismo como um movimento 'progressista' em que parte da juventude militar enfrentou diretamente as oligarquias agrárias. Numa fase de transição do 'escravismo colonial' para o capitalismo, as camadas médias urbanas, as oligarquias dissidentes, o operariado, a população rural e a burguesia industrial do Brasil careceriam de condições para contestar a ordem oligárquica. Esse conceito 'civilista' do tenentismo parece com o de Virgínio Santa Rosa, que predominou na historiografia brasileira até a década de 1970, quando vários autores passaram a destacar o caráter militarista do tenentismo.

Os problemas ou defeitos do texto têm regularidade impecável, pois não são casuais. Ligam-se a questões de fundo. Desde as primeiras páginas, por exemplo, Anita Prestes dedica-se à tarefa supérflua de 'denunciar' as relações entre poder e historiografia, apontando obscuras conspirações da 'história oficial' para apagar a Coluna Prestes da memória nacional. Insiste também em apontar o 'oficialismo' da cobertura jornalística da época. O leitor deve, por princípio, ser considerado competente para distinguir e optar.

Outro problema se explicita quando a autora afirma que a sua versão sobre a Coluna Prestes é a que "mais se aproxima da realidade", porque "adota[r] uma posição clara ao lado dos explorados e oprimidos" (p. 27). Com essa imoderada auto-avaliação, ela simplesmente desqualifica os textos alheios, de forma dogmática ou apenas deselegante. Nessa 'tomada de posição', Anita Prestes comete o erro mais comum aos intelectuais esquerdistas brasileiros: buscar legitimidade acadêmica e científica à base de identificação simbólica com os despossuídos. Não duvido da identificação da autora com os despossuídos, mas a considero irrelevante. O mais lamentável neste caso é ela não precisar desse tipo de argumento (próprio para a arena político-partidária), pois o seu trabalho tem legitimidade acadêmica e científica de sobra.

Sua clara simpatia pelo 'progressismo' dos tenentes rebeldes constitui também um problema sério. Anita Prestes fecha os olhos para a lógica mais elementar, ou então tem um conceito muito restrito de 'progresso' e democracia. Quando, na página 95, diz que 'nada indica' que os tenentes tivessem tendências autoritárias na década de 1920 e faz o elogio de sua rebelião contra o poder civil, ignora (1) que os tenentes sustentavam a incompetência do poder civil e (2)



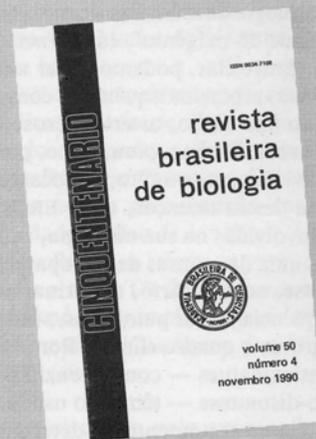
ESCALA 1:1.000.000

O rompimento do "cerco de S. Luís" pela Coluna Prestes, dezembro de 1924.

-----> As direções de marcha das sete colunas governistas

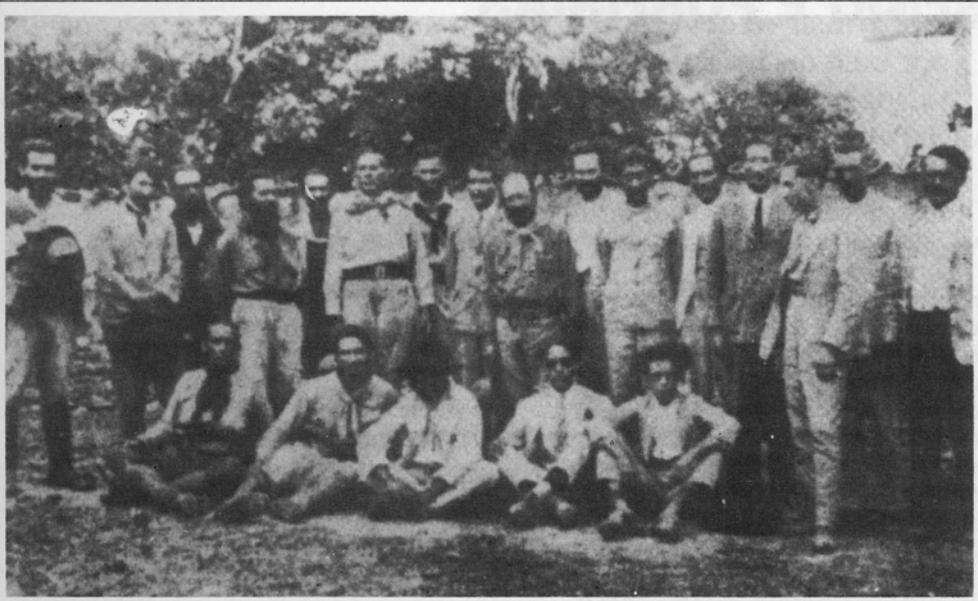
————> O caminho percorrido pela coluna Prestes ao romper o cerco governista.

50 anos de pesquisa



A *Revista Brasileira de Biologia* acabou de completar 50 anos de uma vida dedicada inteiramente ao desenvolvimento da biologia brasileira. Sem interrupções, ela vem sendo publicada desde 1941 sob a responsabilidade de Herman Lent. Em 1973, Lent passou os encargos da comissão de redação à diretoria da Academia Brasileira de Ciências, função que retomou no período 1976-1981. A partir de então, duas diferentes comissões editoriais assumiram a direção da revista. Hoje, ela está no volume 50, com o mesmo padrão, regularidade e qualidade mantidas nestas cinco décadas.

O volume comemorativo reúne em cerca de 300 páginas 25 trabalhos científicos de autores de renome internacional, como o recém-falecido Helmut Sick, Hugo de Souza Lopes, Aziz Ab' Saber, Philip M. Fearnside, Johanna Dobereiner, Herman Lent, Newton Freire-Maia, José Galizia Tundisi, Warwick Kerr, entre outros. Só nos últimos cinco anos, a *Revista Brasileira de Biologia* já publicou cerca de 500 artigos científicos de pesquisadores de todo o Brasil e do exterior. Editada trimestralmente (fevereiro, maio, agosto e novembro), seus quatro fascículos anuais formam um volume de cerca de mil páginas. Seus índices e resumos de trabalhos são divulgados através do *Current Contents*, do *Chemical Abstracts* e dos *Suários Correntes Brasileiros*.



A Coluna Prestes em Rio Bonito (hoje Caiapônia), Goiás, 5/7/1925. Figuram de pé, da esquerda para a direita, Siqueira Campos (1º), Djalma Dutra (3º), Luiz Carlos Prestes (4º), Miguel Costa (6º) e Juarez Távora (7º); sentados, Lourenço Moreira Lima (1º) e Italo Landucci (2º).

receitavam a intervenção militar permanente no sistema de governo. Os chamados 'oligarcas' da Primeira República não eram de fato 'progressistas' nem democráticos, mas nem por isso a liquidação da legitimidade do primado do poder civil foi uma conquista 'progressista' na história política do país. Pelo contrário, ainda vivemos as conseqüências da exacerbação do poder militar, conforme pregada por tenentes e outros militares atuantes nas décadas de 1920 e 1930.

Mais grave para o livro, entretanto, é o tratamento falho que a autora dá às suas fontes. Em sua detalhada narrativa-análise dos feitos da Coluna Prestes (a melhor que conheço), ela dá peso excessivo ao depoimento do pai. É evidente que, para um analista da Coluna Prestes, esse depoimento tem valor inestimável, inclusive pela sua raridade e pela prodigiosa memória de Prestes. Afinal, ele levou quase 60 anos para depor sobre o fato histórico que leva o seu nome. No entanto, a autora sucumbiu à autoridade extracientífica da sua principal fonte. Quando a bibliografia ou as fontes primárias divergem ou deixam alguma lacuna, ou quando a literatura secundária desenvolve um ângulo do qual discorda, ela sistematicamente convoca trechos — geralmente longos — do depoimento de Prestes, como se eles contivessem a verdade final.

Creio que a autora — apesar das suas observações sobre as limitações da história oral e o papel do indivíduo na história — deu à palavra de Prestes um estatuto de verdade irrecorrível. Este erro se propaga pelo texto todo, mesmo quando a versão de Prestes é a mais plausível ou a única. Não é à toa, por exemplo, que ela emprega o gravíssimo termo 'desertor' para designar os que desistiram da marcha da Coluna Prestes: a virtude histórica estava, segundo a autora, com Luiz Carlos Prestes. Por vezes o texto chega a assumir um tom de 'contra-história oficial', tal a ênfase dada ao depoimento do chefe 'oficial' da coluna, e tal a idealização dos objetivos dos rebeldes, militares ou civis, soldados ou oficiais.

Ainda assim, *A Coluna Prestes* de Anita Prestes é uma obra de peso, feita com seriedade e competência, e que merece leitura cuidadosa. É o que de mais completo se escreveu sobre um episódio que sobrevive a décadas de histórias 'oficiais' e 'contra-oficiais'.

JOSÉ AUGUSTO DRUMMOND,
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS POLÍTICAS,
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

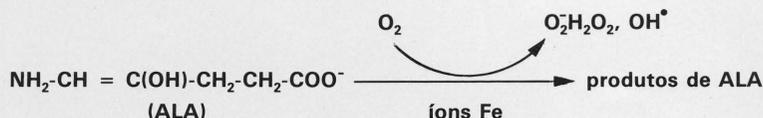
RADICAIS DE OXIGÊNIO E PORFIRIAS

A cada dia se avolumam as publicações que buscam correlacionar os efeitos bioquímicos deletérios *in vitro* das chamadas espécies reativas de oxigênio (EROs) à fisiopatologia de inúmeras doenças (ver 'A toxicidade do oxigênio', em *Ciência Hoje* n.º 28). Entre elas, podemos citar a artrite reumática, processos isquêmicos como o infarto do miocárdio, arteriosclerose, catarata, envelhecimento, plumbismo, porfirias e outras. Discute-se muito, no tocante a cada uma dessas doenças, se as EROs estariam envolvidas na sua etiologia, isto é, se seriam uma das causas de seu aparecimento, ou se, ao contrário, se formariam em consequência dessas patologias, vindo apenas agravar o quadro clínico. Por outro lado, antioxidantes — como a enzima superóxido-dismutase — têm sido usados com eficiência no tratamento de determinadas inflamações.

No caso da porfiria aguda intermitente e do plumbismo, nosso grupo de pesquisa — liderado pelo professor Etelvino J. H. Bechara, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo — tem obtido resultados que sugerem uma ligação entre a fisiopatologia dessas doenças e a formação de EROs, como o radical superóxido, peróxido de hidrogênio e radical hidroxil (O_2^- , H_2O_2 e OH^\bullet).

A porfiria aguda intermitente (PAI) é uma doença hereditária muito rara, caracterizada pela expressão defeituosa do gene da porfobilinogênio-desaminase e pela ativação concomitante — por drogas ou hormônios esteróides — da biossíntese da aminolevulinato-sintetase (ALA-sintetase), enzima que participa da seqüência de reações envolvidas na formação do heme, um importante componente porfírico de muitas proteínas. No caso do plumbismo, há uma inibição da ALA-desidratase e da ferroquelatase (também enzimas da vida de síntese do heme) causada por chumbo (Pb^{2+}). Tanto a PAI quanto o plumbismo são porfirias. Nas duas doenças, ocorre um acúmulo de ALA nos fluidos tissulares e celulares, que poderia ser, segundo muitos pesquisadores, a causa das inúmeras lesões neuronais e alucinações que estão associadas aos dois quadros.

Observamos que pacientes de PAI e trabalhadores expostos a níveis elevados de Pb^{2+} no ambiente apresentam níveis aumentados das enzimas antioxidantes superóxido-dismutase e glutatona-peroxidase eritrocitária. Estas enzimas são



Auto-oxidação do ALA (forma enólica) e formação de espécies reativas de oxigênio.

responsáveis, respectivamente, pela detoxificação de O_2^- e H_2O_2 (bem como de hidroperóxidos orgânicos), e o aumento intracelular destas EROs induz a biossíntese da superóxido-dismutase e da glutatona-peroxidase. Parecia, portanto, haver ligação entre o aumento da produção de EROs e a fisiopatologia da PAI e do plumbismo. Mas qual seria a causa da elevação da concentração desses oxirradicais?

Uma resposta interessante resultou das pesquisas na USP feitas por Hugo P. Monteiro com vistas à sua tese de doutorado. Ele verificou que o ALA, que se acumula nos fluidos dos portadores de ambas as doenças em questão, reage com oxigênio molecular e gera EROs *in vitro* (ver figura). Sendo assim, poderiam estar as EROs formadas pela oxidação aeróbica do ALA diretamente ligadas às lesões tissulares da PAI e do plumbismo e portanto à etiologia dessas doenças?

Como modelo biológico para estudar os possíveis efeitos deletérios do ALA, escolhemos a mitocôndria isolada do fígado de rato — um sistema que já há alguns anos vem sendo usado para a pesquisa do estresse oxidativo. Num trabalho de equipe com Aníbal E. Vercesi e Valdez Valle, ambos do Departamento de Bioquímica da Universidade Estadual de Campinas, obtivemos resultados fortemente indicativos de que o ALA é de fato capaz de provocar danos em mitocôndrias hepáticas *in vitro*, através da geração de EROs.

Nossa hipótese de que o ALA promoveria estresse oxidativo *in vivo* funda-se ainda em observações indiretas. Na minha tese de doutorado, pude concluir que:

- (1) as concentrações de ALA que ocorrem no fígado de pacientes de PAI (avaliadas em 50-100 μM) provocam dano à mitocôndria isolada de rato quando adicionadas diretamente à suspensão mitocondrial;
- (2) os efeitos deletérios do ALA são evitados pela adição de superóxido-dismutase ou catalase à suspensão mitocondrial;
- (3) o efeito protetor de um composto — a ortofenantrolina, que remove especificamente Fe^{2+} de solução — indica que a le-

ção se processaria via reação de Haber Weiss ($H_2O_2 + O_2 \xrightarrow[\text{íons Fe}]{} O_2 + OH^- + OH^\bullet$),

em que H_2O_2 e O_2 seriam produtos da auto-oxidação do ALA e o radical OH^\bullet seria o agente diretamente responsável pelo dano;

(4) o dano oxidativo que verificamos *in vitro* poderia explicar as lesões mitocondriais e o acúmulo de produtos de oxidação de componentes celulares em hepatócitos de pacientes de PAI observados pelo norte-americano Luis Biembica e colaboradores.

Observações mais recentes de nossa equipe demonstraram que o processo de dano mitocondrial *in vitro* é dependente de íons cálcio (Ca^{2+}). Nossa hipótese é que o radical OH^\bullet ataca determinadas proteínas que contêm grupamentos sulfidríla ($-SH$), envolvidas na manutenção da integridade da membrana, e que íons Ca^{2+} modulam de alguma forma o processo de oxidação via OH^\bullet .

Portanto, o que nossas primeiras observações experimentais sugerem é que as EROs, geradas pela oxidação aeróbica do ALA, não seriam meras conseqüências da PAI e do plumbismo, mas participariam na sua etiologia. A confirmação desta hipótese exigirá ainda muitas pesquisas. Por outro lado, estaria o ALA interligado a danos neuronais via oxirradicais? Seria possível tratar as crises agudas nessas doenças por aplicações intravenosas de superóxido-dismutase? No caso do plumbismo, lesões tissulares atribuídas à ação direta de Pb^{2+} não poderiam ser também mediadas pela geração de EROs?

A questão do plumbismo, com os problemas neuropsiquiátricos que ocasiona, é muito importante no Brasil. Em especial porque é grande o número de trabalhadores por ele atingidos, e também porque todos nós estamos sujeitos à presença do chumbo no meio ambiente.

MARCELO HERMES-LIMA
COLABORADOR DE CIÊNCIA HOJE

Hipotireoidismo neonatal

Pesquisadores do laboratório de tireóide da Faculdade de Medicina da USP e da Universidade de Chicago (EUA) conseguiram estabelecer relação entre um segmento danificado do material genético (ADN) e o hipotireoidismo neonatal. A causa mais imediata do problema é a deficiência na produção da enzima peroxidase. O trabalho, publicado em fevereiro no *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, utilizou amostras sanguíneas de doentes de sete famílias diferentes, em que dois ou mais irmãos eram afetados. Os pacientes apresentavam bócio desde o nascimento e graus variados de hipotireoidismo.

Segundo Geraldo Medeiros Neto, um dos autores da pesquisa, o próximo passo será tentar localizar o ponto exato do gene onde aparece o defeito. O segmento do material genético ligado ao hipotireoidismo neonatal está localizado no braço curto do cromossomo 2.

Astrovírus

Causador da diarreia aguda, o astrovírus foi isolado pela primeira vez no Brasil por pesquisadores do Instituto de Ciências Biomédicas, liderados por Klaus Stewein, e do Departamento de Pediatria da USP, com a colaboração do Instituto Adolfo Lutz. A descoberta ocorreu durante uma pesquisa que analisou 146 crianças com diarreia grave, internadas no Hospital Universitário da USP, no período de fevereiro de 1988 a fevereiro de 1989. Das 67 crianças com diarreia aguda, duas eram portadoras do astrovírus.

Do ponto de vista médico, a descoberta do astrovírus como um dos agentes etiológicos de diarreia aguda — doença que figura entre as principais causadoras da mortalidade infantil em todo o mundo — permitirá um tratamento mais eficaz, via reidratação oral, sem utilização de antibióticos.

Beta-Caroteno

Encontrado em vários vegetais de folha verde escura, como o brócolis e o espinafre, e amarelo-alaranjados, como a cenoura, o beta-caroteno pode ser um composto de ação antimutagênica e/ou anticarcinogênica. Em pesquisas realizadas pelo Laboratório de Genética Toxicológica da UFBA, o beta-caroteno reduziu em até 43% a frequência de aberrações cromossômicas induzidas por ciclofosfamida. Os resultados obtidos em células de medula óssea de camundongos *in vivo* apontaram ausência da relação dose-efeito, sugerindo que o beta-caroteno pode agir através de vários mecanismos conjuntos. O composto poderia estar se comportando como antioxidante, atuando, por exemplo, no metabolismo da ciclofosfamida, através da inibição das reações de oxidação. Estas levariam à ativação necessária para que o beta-caroteno exerça sua ação mutagênica ou, ainda, como capturador de radicais livres, acarretando a redução das espécies ativas de oxigênio, possíveis causadoras de danos à molécula de ADN. Segundo Daisy Salvadori, autora da pesquisa, estudos futuros deverão verificar se o composto pode ser utilizado como quimiopreventivo em populações humanas expostas a agentes genotóxicos.

Babaçu e tireóide

Consumido intensamente na Amazônia, o fruto do babaçu pode ser o responsável pela persistência do bócio na região. Pesquisa realizada pelo laboratório de tireóide da Faculdade de Medicina da USP, em conjunto com as universidades do Mississippi e do Alabama (EUA), revela que a paçoca de mandioca e babaçu pode inibir completamente a entrada de iodo na tireóide ou mesmo bloquear a síntese do hormônio.

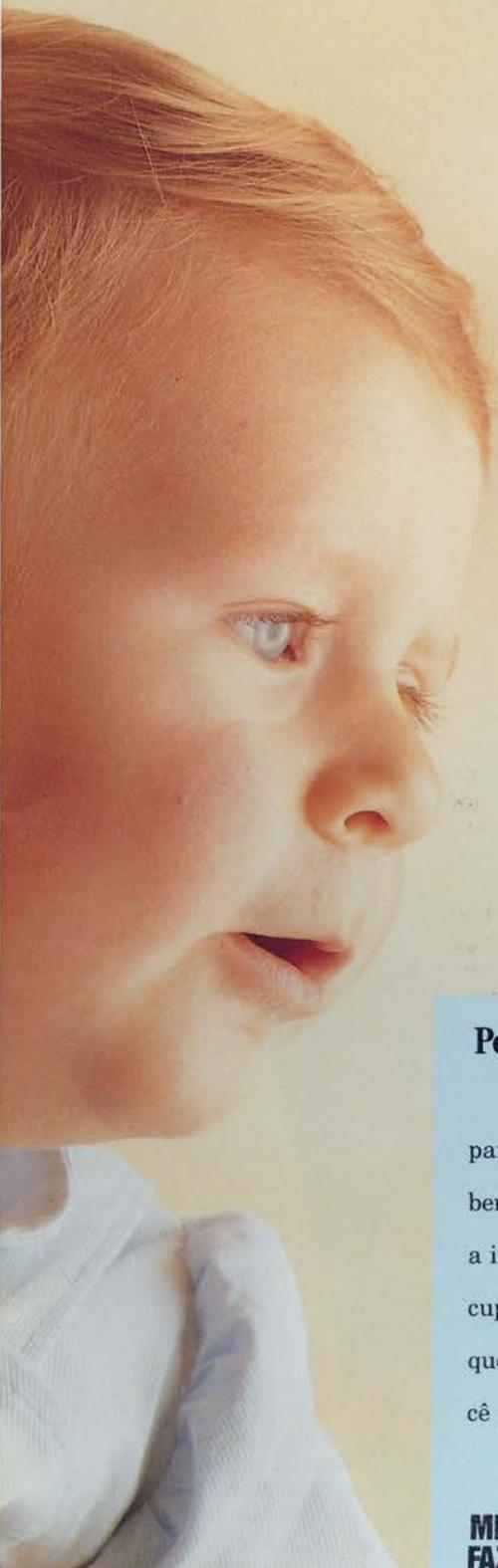
A ingestão insuficiente de iodo é a principal causa do bócio endêmico, mal que chegou a atingir 85% da população do Maranhão em 1979. Atualmente, a prevalência dessa hipertrofia na população é de aproximadamente 38%. Os resultados obtidos pelos pesquisadores, através da administração de extrato do alimento a ratos, podem explicar a persistência do bócio na região, apesar de a suplementação do sal iodado ser abrangente.



A palmeira de babaçu (*Orbignya martiana*).



Você Conhece Bem o Melhor Motivo Pra Você Poupar.

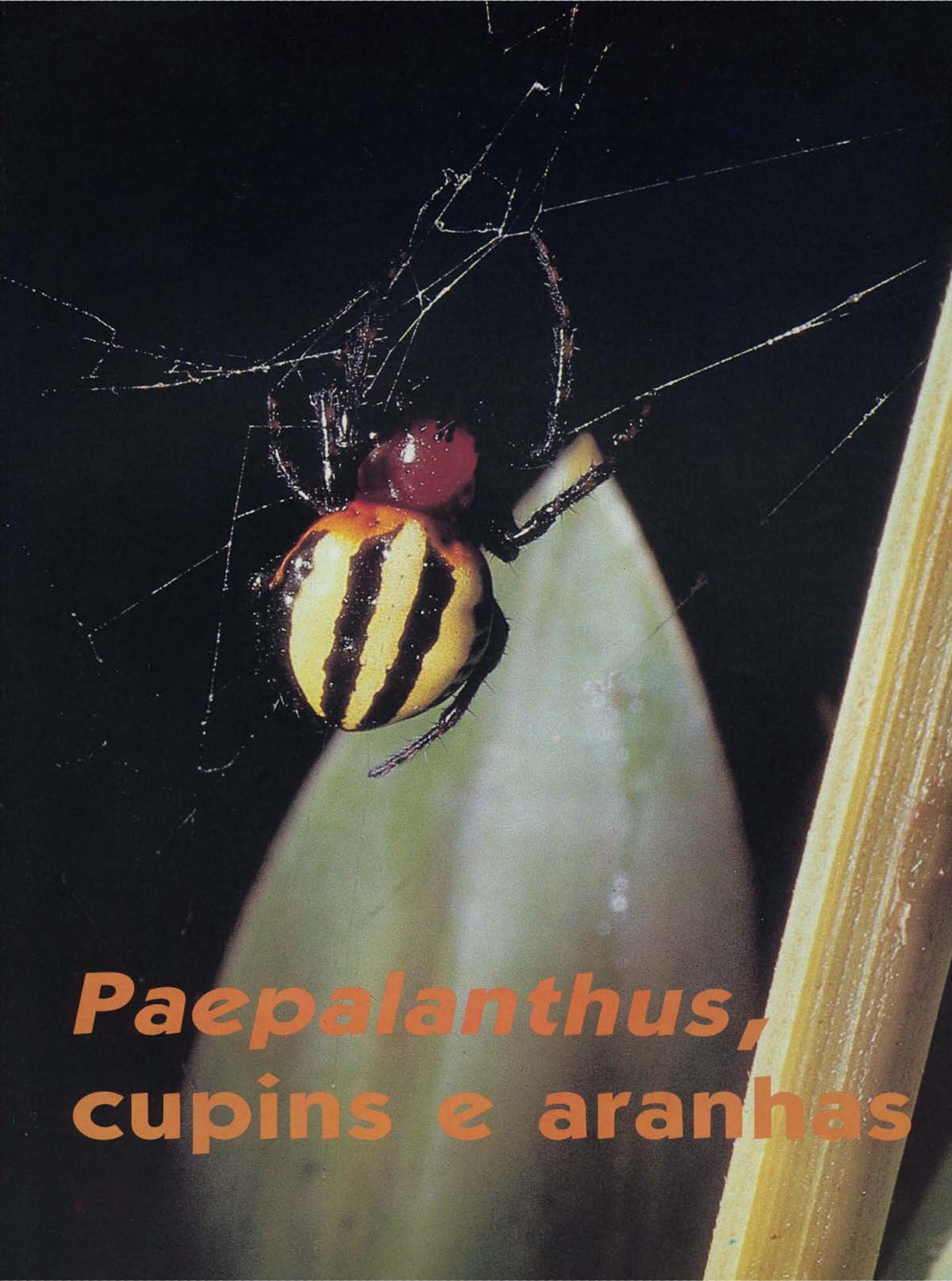


Poupe Os Cruzeiros Que Vêm Aí.

O melhor motivo que você tem para poupar os cruzados novos que o governo está liberando, é o futuro da sua família. Hoje, com a inflação sob controle e a economia se recuperando, é hora de aproveitar a poupança que você fez. Continue ganhando. Assim você ajuda também o país da sua família.

**MINISTÉRIO DA ECONOMIA,
FAZENDA E PLANEJAMENTO**





Paepalanthus,
cupins e aranhas

JOSÉ EUGÊNIO CÔRTEZ FIGUEIRA

Departamento de Biologia Geral,
Universidade Federal de Minas Gerais

JOÃO VASCONCELLOS NETO

Departamento de Zoologia,
Universidade Estadual de Campinas

A necessidade de sobreviver em ambientes severos faz surgir interessantes mecanismos de adaptação e associações entre diferentes organismos vegetais e animais, que passam a formar um verdadeiro microcosmo. Um exemplo é a convergência de *Paepalanthus bromelioides* com as bromeliáceas, embora pertença a uma família totalmente distinta, a das Euriocaulaceae. Essa convergência permitiu à espécie colonizar solos arenosos, com pouca água e poucos nutrientes, e disso se beneficiaram aranhas, cupins e outros pequenos insetos, que se associaram à planta, obtendo alimento com maior facilidade e contribuindo para que ela se desenvolva.

Quem caminha pelos campos rupestres da serra do Cipó certamente já notou a presença de estranhas plantas, parecidas com as bromélias, que nascem sobre blocos cilíndricos de areia ou terra. Em alguns trechos da serra, elas se aglomeram às centenas e destacam-se da vegetação circundante, formada sobretudo por gramíneas e arbustos de pequeno porte. É nesses solos arenosos e cascalhentos que parece estar a chave para a compreensão da história evolutiva dessas plantas e de sua associação com aranhas e cupins.

A planta, *Paepalanthus bromelioides*, parece ser endêmica daquela região de Minas Gerais e de seus solos rasos e pobres em nutrientes e matéria orgânica (ver 'Campos rupestres', em *Ciência Hoje* n.º 25). Ao contrário de outras espécies de *Paepalanthus*, de caules bem desenvolvidos e cobertos por uma camada de bainhas foliares persistentes, *P. bromelioides* tem o caule pouco desenvolvido e freqüentemente envolto por um cupinzeiro de terra, com até 30 centímetros de altura e forma cilíndrica (figura 1).



FIGURA 1. *Paepalanthus bromelioides*; em flor, associada a um cupinzeiro.

As maiores rosetas de *P. bromelioides* estão nos cupinzeiros grandes: os dois se desenvolvem juntos. Mas o crescimento do cupinzeiro é um processo complexo, que envolve erosão e acúmulo de sedimentos pelo vento e pela chuva. A erosão parece desgastar a parte do solo que fica fora da proteção da roseta e do feixe de raízes da planta. Isso significa que, ao crescer, a roseta vai aumentando a sua proteção (figura 2).

Os sedimentos trazidos pelo vento ou atirados por respingos de chuva vão se acumulando por baixo da roseta e nas paredes do cupinzeiro, o que faz com que ele aumente em altura e diâmetro. Esses sedimentos recebem a matéria orgânica produzida pelos cupins e são por eles usados na construção de galerias, celas e outras estruturas do cupinzeiro.

Internamente esses cupinzeiros são compactos, atravessados por poucas galerias e celas que não atingem a parte viva do caule (figura 3). Os cupins utilizam a planta como alimento e abrigo. As galerias externas são pouco frequentes e aparecem em pequeno número nos cupinzeiros de *Vellocitermes*. Pelo menos três outros gêneros de cupins aí ocorrem: *Nasutitermes*, *Armitermes* e *Spinitermes*. Aparentemente, essas diferentes espécies de cupins dividem áreas diferentes dos cupinzeiros e até se alimentam de partes distintas da planta. O fato de que as galerias de forrageamento só foram observadas em *Vellocitermes* poderia indicar que estes cupins enriquecem o solo dos cupinzeiros com nutrientes coletados ao redor da planta.

No período das chuvas (outubro-dezembro) aparecem os cupins com forma alada. Nessa época eles costumam construir torres no alto e nas paredes laterais do cupinzeiro para daí se dispersarem. Quando procuram locais para seus ninhos, os casais podem acabar em cupinzeiros habitados por colônias da mesma ou de outras espécies. A presença dos cupins em *P. bro-*

meloides, com a associação de algumas espécies vegetais, como *N. rizzini*, indica que a planta propicia um microclima mais ameno do que o ambiente em volta, com a renovação contínua de alimento para esses insetos.

Os campos rupestres sofrem incêndios periódicos, tanto pela ação do homem quanto por causas naturais. Após a passagem do fogo, que destrói a cobertura vegetal e expõe o solo arenoso, restam apenas plantas com os caules chamuscados e a base das touceiras de gramíneas. A essas condições resistem bem, contudo, as velozíaceas (canela-de-ema) e as espécies de *Paepalanthus* com caules envolvidos pela camada de bainhas foliares. Esta funciona como isolante térmico, protegendo os sistemas condutores dessas plantas contra o fogo.

As grandes rosetas de *P. bromelioides* sofrem menos com o fogo do que as pequenas. Além disso, no nível do solo ou sobre os cupinzeiros mais altos as rosetas sofrem menos danos. *Paepalanthus robustus*, cujo caule tem diâmetro bem menor mas é mais alto que os cupinzeiros de *P. bromelioides*, apresenta o mesmo padrão de queima. Portanto, o cupinzeiro sob *P. bromelioides* desempenha o mesmo papel que o caule de *P. robustus*, atenuando o grau de exposição da roseta às chamas. Por ser de terra, o cupinzeiro possui propriedades provavelmente ainda mais eficazes.

Os cupinzeiros de *P. bromelioides* e os caules das velozíaceas e de outras espécies de *Paepalanthus* (figura 4) parecem representar uma solução evolutiva diferente para o mesmo problema: o fogo. Em *P. bromelioides*, a associação com os cupins, ao lado da capacidade da planta de segurar solo ao redor de suas raízes durante o processo erosivo, pode ter tornado desnecessário o investimento no crescimento do caule e na camada de bainhas foliares.

O fogo tem papel importante, pois, ao diminuir os recursos alimentares e os locais

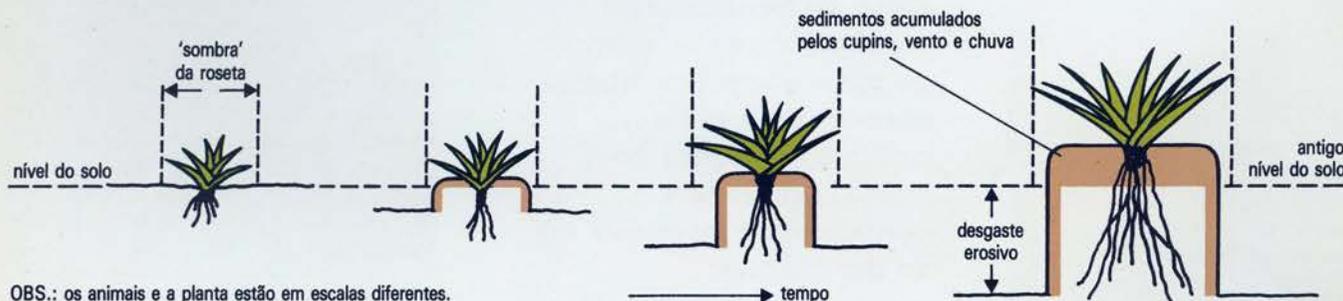


FOTOS DE JOÃO VASCONCELOS NETO

FIGURA 3. Corte longitudinal de *P. bromelioides*, mostrando o caule pequeno e envolto pelo cupinzeiro, no caso bastante compacto, com poucas galerias e algumas celas.

sombreados de aninhamento, provavelmente limita as populações de cupins que forrageiam em campo aberto. Por se alimentarem de partes mortas da própria planta, protegidos pelo cupinzeiro, e não necessitarem, portanto, de fontes externas de celulose, os cupins associados a *P. bromelioides* teriam vantagem sobre as demais espécies.

A natureza oligotrófica (pobre em nutrientes) dos campos rupestres é consequência direta do acentuado processo erosivo, que não permite o acúmulo de matéria orgânica. Como os solos são arenosos, a água da chuva rapidamente se perde. Essa característica, somada à compactação extrema, submete as plantas a um estresse hídrico, mesmo durante a estação chuvosa. Por isso, são comuns as adaptações que facilitam às plantas captar e conservar água



OBS.: os animais e a planta estão em escalas diferentes.

FIGURA 2. Tudo leva a crer que os cupinzeiros se formam em torno de *P. bromelioides* já estabelecidas. A partir daí, os dois crescem juntos.

— até mesmo a da neblina, como é o caso das bainhas foliares.

Paepalanthus bromelioides não parece dispor de mecanismos especiais de dispersão de frutos e sementes. Isto significa que as novas plantas se desenvolveriam próximas à planta-mãe, o que tornaria o ambiente cada vez mais saturado de indivíduos. No entanto, isso não parece acontecer. Existem evidências de competição intra-específica, que aparentemente se manifesta no padrão de distribuição espacial e também na produção de maior número de inflorescências por planta, com o aumento da distância ao vizinho co-específico mais próximo.

A competição intra-específica poderia ser um dos fatores que impedem a saturação de indivíduos no ambiente. Nessas condições, formas alternativas de obtenção de água e nutrientes são vantajosas. A primeira é o enriquecimento do solo pelos cupins e pela fauna de predadores que se abriga sob a roseta. A segunda é a captação de água da neblina e da chuva, de detritos trazidos pelo vento, de produtos e restos de animais que caem sobre a planta, se decompõem e são absorvidos no interior da roseta.

Análises do solo de cupinzeiros associados a *P. bromelioides* demonstraram composição granulométrica e teores de nutrientes diferentes dos encontrados no solo ao redor. São mais elevados, especialmente, os teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e sódio. Como a maior parte dos cupins não forrageia externamente, essa concentração maior de nutrientes deve resultar da decomposição da própria planta. Por outro lado, os cupins enriquecem o solo com nutrientes obtidos da planta, que são reabsorvidos pelas raízes. Insetos predadores que se abrigam na base da roseta ou buscam alimento nas imediações da planta também contribuem, com seus restos, para enriquecer o solo em que *P. bromelioides* cresce. Entre estes estão escorpiões, opiliões, aranhas e formigas, alguns dos quais capturam outros invertebrados que utilizam a planta como abrigo.

Os solos sob plantas desprovidas de cupinzeiros mostram baixos teores de nutrientes, se comparados aos dos cupinzeiros de *P. bromelioides*, sendo que elas também abrigam uma fauna semelhante de predadores. É provável que essa diferença se deva à lixiviação, principalmente às águas de escoamento superficial, que carregam os nutrientes do solo ao redor da planta. Isso não acontece com os solos dos cupinzeiros sob a roseta da planta, que ficam até 30 centímetros acima da superfície do solo. No entanto, a maior concentração de nutrientes não contribui para que *P. bromelioides* invista mais em sua reprodução (medida pela biomassa de inflorescências) ou no crescimento da roseta.



FIGURA 4. Campo rupestre, notando-se a presença de *P. bromelioides* e de algumas veloziáceas (ao fundo). Na primeira, o cupinzeiro atua como isolante, protegendo a planta do fogo, enquanto na segunda a proteção é garantida pelas camadas de bainhas foliares.



FIGURA 5. Inflorescência de *P. bromelioides* com díptero visitante. Os visitantes são presas usuais de aranhas que vivem associadas à planta — thomisídeas e *Alpaida quadrilobata*.

A associação entre os cupins e *P. bromelioides* é provavelmente do tipo mutualístico. Embora parte da formação do cupinzeiro se deva a processos abióticos (em que organismos vivos não estão envolvidos, como a erosão e o acúmulo de sedimentos por vento e chuva), gerações sucessivas de cupins poderiam ter uma contribuição significativa para o aumento e coesão desses microrrelevos. Isto, mais o fato de que os cupins diminuem a quantidade de material combustível da roseta e misturam ao solo seus excrementos ricos em nutrientes, reduziria os danos causados pelo fogo e as perdas de nutrientes por lixiviação. Por outro lado, os cupins obtêm da planta alimento constantemente renovado e um micro-

clima mais estável e ameno, quando comparado ao ambiente circundante.

Nos campos limpos onde *P. bromelioides* cresce, com predominância de gramíneas e formas herbáceas, podem ocorrer temperaturas superiores a 50°C. Vários tipos de animais utilizam a roseta da planta como abrigo contra essas altas temperaturas. Ao fazê-lo, podem se tornar presas de aranhas, escorpiões e outros predadores. Por se destacar na vegetação circundante pela floração sincrônica (todas as plantas florescem de uma só vez — em uma delas já vi mais de 700 flores), *P. bromelioides* também atrai insetos à procura de pólen (figura 5) e predadores, entre eles aranhas, à procura desses insetos.

Quatro grupos de aranhas com diferentes estratégias de captura são hóspedes frequentes: *Alpaida quadrilorata* (família Araneidae), *Latrodectus geometricus* (Theridiidae) e representantes das famílias Thomisidae e Anyphenidae. A primeira arma suas teias acima do tanque da roseta, geralmente capturando insetos que visitam as inflorescências (figuras 6 e 7). *Latrodectus geometricus* arma a maior parte das teias entre as folhas da base e o interior do tanque; geralmente captura insetos e outros artrópodes que utilizam a roseta para abrigar-se ou caçar. As Anyphenidae não constroem teias: buscam ativamente suas presas, deslocando-se rapidamente por todo o interior da roseta. As Thomisidae esperam suas presas imóveis nas inflorescências, com as quais se confundem por serem brancas. Caçam geralmente insetos que buscam pólen.

A atividade desses predadores faz com que os restos das presas caiam no interior da roseta. A esses restos juntam-se carcaças de artrópodes mortos por outros fatores, detritos trazidos pelo vento (folhas, galhos, inflorescências), casulos de insetos, ootecas de aranhas (figura 8) e ainda secreções de toda essa pequena comunidade. Uma vez depositados no interior do líquido acumulado no tanque da roseta, os detritos começam a se degradar. O líquido torna-se denso e gelatinoso. Seu pH ácido (entre 3,5 e 5,2) deve ser resultante, pelo menos em parte, desse processo de degradação.

Assim, a entrada de nutrientes em *P. bromelioides* estaria condicionada em parte à atividade dos predadores e à sua própria

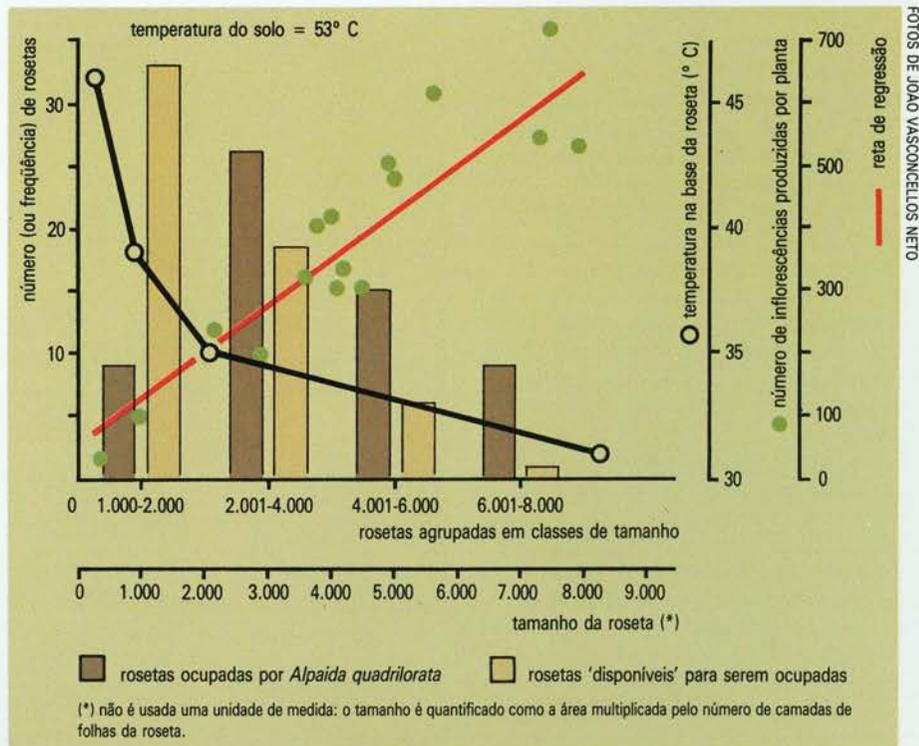


FIGURA 6. A aranha *Alpaida quadrilorata* seleciona plantas em função da abundância e do tamanho da roseta. Dois fatores importantes determinam a seleção: o maior número de inflorescências (diretamente relacionado ao tamanho da roseta) e a menor temperatura no interior (inversamente relacionada ao seu tamanho).

capacidade de atrair presas. A concentração de animais nesse microcosmo (figura 9) representaria para a espécie um abastecimento suplementar de nutrientes e uma vantagem em relação a plantas — as bromeliáceas, por exemplo — que interceptam os detritos passivamente, isto é, ao acaso, como os que são trazidos pelo vento.

Membros da família das bromeliáceas conseguiram independência do solo como fonte de água e nutrientes graças à forma coletora de suas rosetas e à capacidade de absorção por tricomas (pêlos absorventes). Isso permite que elas se irradiem por habitats áridos e inférteis (ver 'O caminho da independência').



FIGURA 7. Fêmea de *A. quadrilorata*, que geralmente arma sua teia sobre o tanque central, capturando visitantes florais e insetos que procuram a planta como abrigo.

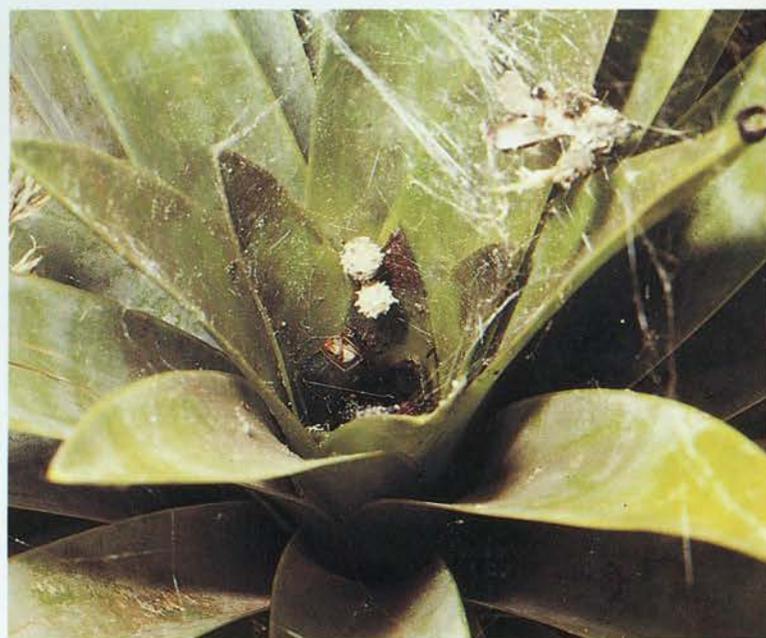


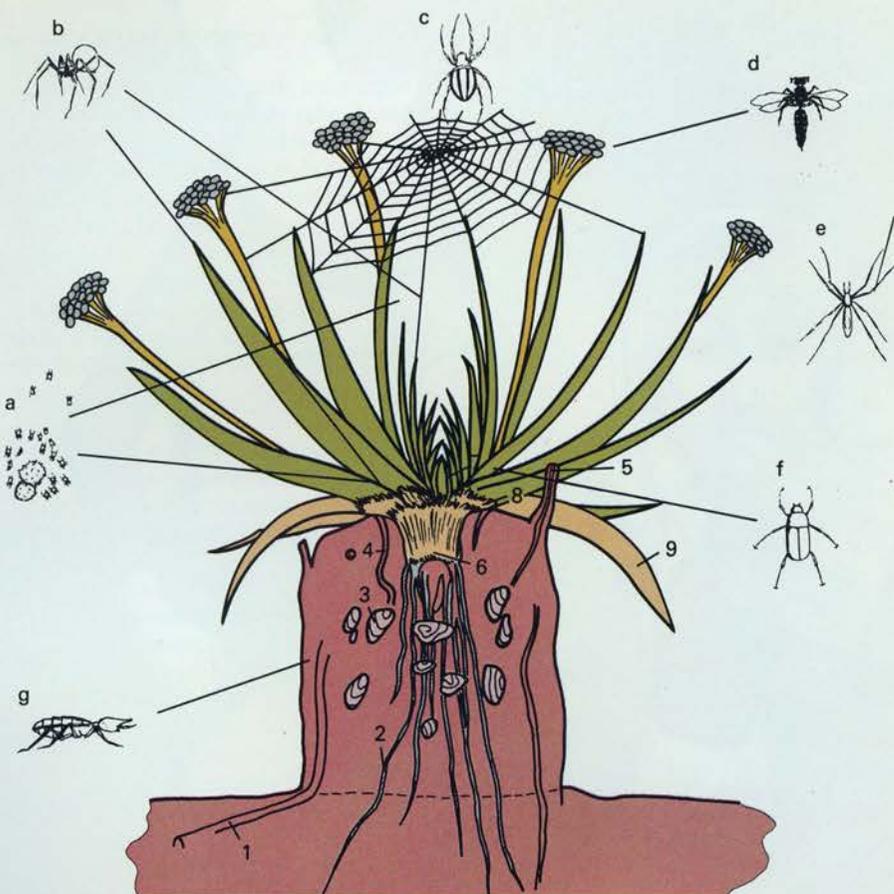
FIGURA 8. Tanque central de *P. bromelioides*, vendo-se duas ootecas da aranha *Latrodectus geometricus*. No tanque, além de água, encontram-se restos de presas. Note-se a semelhança com bromeliáceas.

O CAMINHO DA INDEPENDÊNCIA

P. bromelioides poderia estar seguindo um caminho evolutivo análogo ao das bromeliáceas, ocupando inicialmente ambientes áridos e oligotróficos, nos quais conseguiria certa independência nutricional. Nas bromeliáceas, tais passos permitiram um 'salto' para o hábito epífita — o hábito de viver sobre outras plantas, sem parasitá-las.

A forma coletora da roseta das bromeliáceas, ao lado de sua capacidade de absorção por tricomas e pela superfície das folhas, dá a essas plantas uma certa independência do solo como fonte de água e nutrientes. Isso lhes permitiu colonizar habitats áridos e inférteis, como pântanos, troncos de árvores e paredões rochosos. As epífitas de mata atlântica, por exemplo, interceptam água de chuva e detritos que caem do dossel da floresta. Algumas espécies tornaram-se carnívoras. Elas complementam a pobreza de nutrientes dos solos encharcados onde habitam atraindo presas para o interior das rosetas, onde estas são digeridas e absorvidas.

O grau de independência das bromeliáceas chega a tal ponto que algumas espécies (chamadas 'atmosféricas') absorvem água diretamente da atmosfera! Elas ocupam o dossel das florestas, ambiente considerado extremamente seco, e suas raízes absorvem água da mesma maneira que o velame das orquídeas.



OBS.: os animais e a planta estão em escalas diferentes.

FIGURA 9. Microcosmo de *P. bromelioides* (corte esquemático), mostrando os locais da planta utilizados pelas aranhas associadas e a estrutura interna do cupinzeiro. (a) Ootecas de *L. geometricus*, mostrando a saída dos filhotes. (b) *L. geometricus* adulta. (c) *A. quadrilobata* e sua teia — esta aranha, quando perturbada, mergulha no líquido que se acumula no tanque da roseta e pode ficar até três minutos submersa. (d) Himenóptero Tiphidae, coletor de pólen, uma presa das aranhas que armam teias acima da roseta ou que caçam sobre as inflorescências, como as thomisídeas. (e) Aranha da família Anyphenidae, que caça percorrendo rapidamente a roseta e não constrói teias. (f) Coleóptero escarabeídeo (provavelmente do gênero *Barybas*), que se abriga entre as folhas da roseta, presa usual de *L. geometricus*. (g) Soldado do gênero *Nasutitermes*. (1) Galeria externa de forrageamento dos cupins, que percorre a superfície do solo até touceiras de capim, troncos mortos etc. (2) Raízes da planta. (3) Grandes espaços vazios que podem ser atribuídos aos cupins. (4) Galeria interna, que percorre o interior do cupinzeiro e pode sair em seu topo, na base da roseta. (5) Torre para dispersão de cupins alados. (6) Caule da planta. (7) Gema da planta, protegida por folhas que nascem à sua volta. (8) Restos de folhas mortas da base da roseta, cortadas pelos cupins. (9) Folhas secas.

A semelhança de forma de *P. bromelioides* com as bromeliáceas sugere que as pressões seletivas impostas pela escassez de água e nutrientes as tenham levado ao reforço de características que lhes permitem obter tais recursos por outras vias além das raízes. Como nas bromeliáceas, a forma aberta da roseta de *P. bromelioides* favorece a captação da luz, da água e dos nutrientes. A planta ficaria, entretanto, sujeita a danos causados pelo excesso de radiação luminosa (principalmente ultravioleta), dessecação e ainda perda de nutrientes por transbordamento.

A luz ultravioleta pode ser importante para atrair presas em plantas carnívoras. Essa forma de atração deveria existir em ambientes cuja paisagem de fundo criasse contraste, absorvendo esses comprimentos de onda. Os solos arenosos, porém, não oferecem esse contraste, pois refletem o ul-

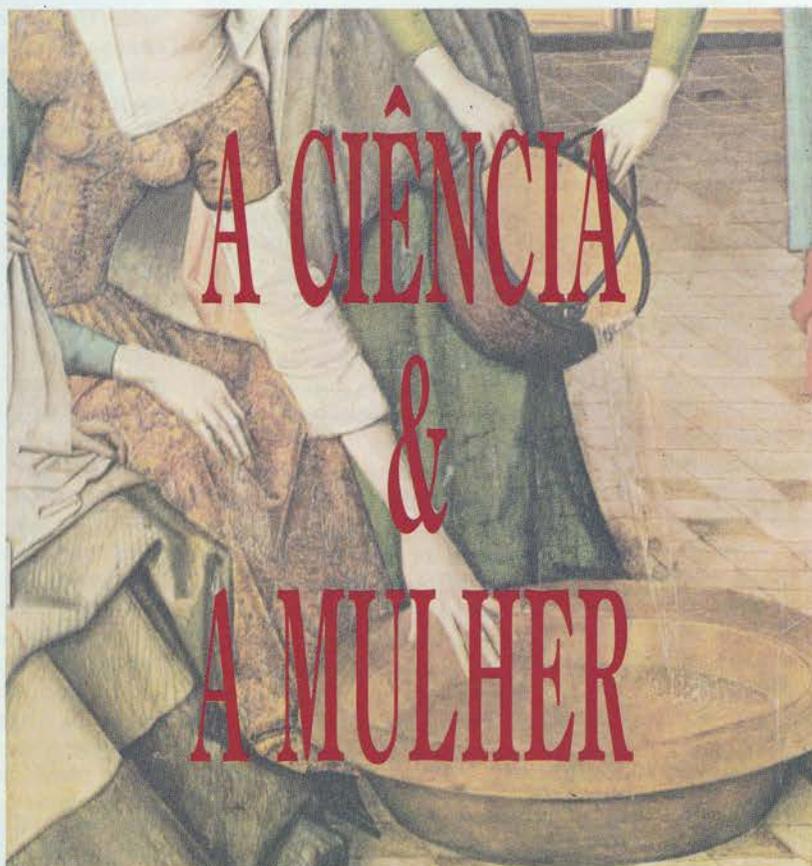
travioleta. Isso faz crer que a reflexão ultravioleta não tem a função de atrair animais para *P. bromelioides*. Nela, a capacidade de refletir o ultravioleta é um dos mecanismos que protegem suas folhas contra a luminosidade excessiva.

Embora não tenha sido comprovada a capacidade de absorção de *P. bromelioides* através de tricomas (para isso são necessários testes com traçadores radioativos), provavelmente a água e os nutrientes poderiam ser absorvidos dessa forma, através das superfícies foliares ou mesmo pelas raízes. Nesse processo, o cupinzeiro seria também importante, interceptando o líquido que transbordasse da roseta. Desta forma, não se perderia nas águas de escoamento superficial, e assim aumentariam as chances de sobrevivência para todos os integrantes do microcosmo: plantas, cupins e aranhas.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- JUNIPER B.E. & SOUTHWOOD T.R.E. (eds.), *Insects and the plant surface*. Edward Arnold, Londres, 1986.
- FIGUEIRA J.E.C., 'Associação entre *Paepalanthus bromelioides* Silv. (Eriocaulaceae), aranhas e térmitas'. Tese de mestrado, Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, 1989.
- GIULIETTI A.M., MENEZES N.L., PIRANI J.R., MEGURO M. & WANDERLEY M.G.L., 'Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização geral e lista de espécies', em *Boletim Botânico* n° 9, pp. 1-151, 1987.
- RIZZINI C.T., *Tratado de fitogeografia do Brasil*. Editora da Universidade de São Paulo, 1976.





LUCÍA TOSI

Laboratório de Física e Química Biomolecular,
Universidade Pierre et Marie Curie (França)

Assim o vulgo se sente fortalecido na opinião que tem sobre a desigualdade dos sexos, porque essa é também a das pessoas cujos julgamentos toma como normas dos seus, sem saber que, principalmente nessa matéria, quase todos os filósofos não fazem seus julgamentos com base na sua ciência, mas seguem as opiniões do vulgo.

*François Poulain de la Barre,
De l'égalité des deux sexes, 1673*

A problemática relativa à ciência na sua relação com a mulher tem uma longa história, que, na civilização ocidental, começa com o *Timeu*. Nesse diálogo, Platão expõe uma cosmogonia em que a alma é definida como princípio da vida. A 'alma do mundo' seria concedida pelo demiurgo a todos os seres na primeira encarnação, mas, sendo a natureza humana dupla, o sexo superior acabaria sendo o masculino. Os bons teriam uma vida eterna feliz e os maus seriam transformados em mulheres, ou, nas palavras do *Timeu*: "Entre os homens que viveram, todos aqueles que se mostraram covardes e se comportaram mal muito provavelmente foram transformados em mulheres na segunda encarnação".

A cosmogonia de Platão justificava assim a ordem existente, a inferioridade feminina ficando consagrada pela vontade do demiurgo, criador do universo. As teorias de seu discípulo Aristóteles deram fundamento científico a essa concepção. Em *Sobre a geração dos animais*, este sustentou que é a semente masculina que fornece o princípio ativo, ou forma, e, portanto, a alma sensível e racional. A fêmea, que é passiva, fornece a matéria sobre a qual age o sêmen, "porque a fêmea é, de certo modo, um macho mutilado, e a menstruação é sêmen, mas impuro (...) porque há uma coisa de que elas (as fêmeas) carecem: o princípio da alma."

Dessa maneira, negava-se à mulher não só a capacidade de pensamento racional, como qualquer participação ativa na reprodução. As descobertas anatômicas e fisiológicas posteriores não foram capazes de derrubar por completo esses conceitos que, sob muitos aspectos, perduram até hoje.

Com frequência, ao longo dos séculos, os que detinham o saber científico e filosófico olharam com desdém qualquer participação feminina na atividade intelectual. Outras vezes, suas reações foram motivadas pelo receio diante do poder que o acesso ao conhecimento confere às mulheres. Acabou por se formar, assim, uma categoria de cientistas 'especializados' em justificar ou até estimular a sujeição da mulher à tirania da família, do estado e da religião. Servindo-se de argumentos pretensamente científicos, definiram a 'natureza feminina', demonstraram a inferioridade intelectual da mulher e fundamentaram a noção da inelutabilidade de seu destino 'biológico': procriar, permanecendo confinada ao lar e na dependência dos homens.

A CRESCENTE EXCLUSÃO

Nossa intenção aqui é tratar as transformações sofridas por essa temática a partir da revolução científica, no século XVII. Isto porque, por um lado, essa revolução foi

portadora de uma visão do cosmo que trouxe uma nova interpretação da 'natureza feminina'. E, por outro, porque, paradoxalmente, desde sua ocorrência, as mulheres deixaram progressivamente de exercer várias atividades que envolviam algum tipo de saber. Essa mudança não ocorreu de maneira aleatória e, antes de estudar a relação da ciência com a mulher, é necessário considerar alguns fatos socioeconômicos ligados às atividades produtiva e reprodutora desta.

Entre 1500 e 1700, tanto a economia europeia como as ideologias que prevaleceram até a Renascença sofreram mudanças consideráveis. No final da Idade Média emergiu uma nova forma de organização



**urgiram cientistas
'especializados' em
justificar ou mesmo
estimular a sujeição
da mulher à tirania
da religião, do Estado
e até da família,
demonstrando a sua
inferioridade.**

econômica: o capitalismo. Segundo a maioria dos historiadores, esse tipo de organização teve início entre os mercadores que comercializavam bens de luxo. De início eles formavam empresas familiares, semelhantes às corporações medievais, em que os membros da família propriamente dita, mais os aprendizes, jornaleiros, serventes e associados, tinham participação nos lucros. Posteriormente, com seu crescimento, essas empresas passaram a receber investimentos externos e o trabalho tornou-se assalariado. Nesse 'capitalismo mercantil', a família permanecia como unidade produtiva, recebendo salários pelo trabalho de seus membros e sem participação nos lucros dos mercadores.

A ascensão do capitalismo trouxe mudanças ideológicas significativas. Durante a Idade Média, o trabalho era definido como atividade que se realizava para obter o sustento. Tanto as tarefas produtivas como as domésticas eram consideradas trabalho. Com o desenvolvimento do capitalismo, o trabalho passou a ser visto como uma atividade mediante a qual se recebia um salário; as tarefas domésticas, bem como o cuidado das crianças, passaram, portanto, a só se incluir nessa categoria quando remunerados. Conseqüentemente, a proporção de mulheres que se viam como trabalhadoras ou eram assim consideradas pela comunidade e pelas autoridades diminuiu de maneira drástica, ainda que suas atividades não tivessem mudado de forma apreciável.

Os séculos XVI e XVII foram marcados por outras mudanças políticas e ideológicas de vulto. Foi esse o período da Reforma protestante e da Contra-Reforma católica, que introduziram novas idéias não só sobre religião como sobre a família, o casamento, a moralidade pública e privada e o valor de certas ocupações. Foi o período em que se reforçou o Estado-nação, passando os soberanos a depender cada vez mais de burocracias e de exércitos de profissionais, e já não dos vínculos e lealdades feudais ou de parentesco, como na Idade Média. Os governos expandiram seu campo de ação, que passou a abranger todos os níveis. Serviços antes controlados pela Igreja ou outras instituições privadas se secularizaram ou passaram para o controle do governo. Aos poucos, foi se configurando um sistema centralizado que permitia ao Estado vigiar eficazmente os indivíduos nas várias esferas de sua vida. A administração de Estados ou cidades (ou cidades-estados, comuns então) foi sendo entregue a profissionais; também outros ofícios — como os de advogado, médico, farmacêutico, cirurgião etc. — tornaram-se profissionalizados.

IRRACIONAIS E LASCIVAS

As mudanças econômicas tiveram considerável impacto na vida de mulheres e homens, de acordo com a classe social, o nível de renda e a região geográfica. Mas a vida das mulheres foi também particularmente afetada segundo a idade, o estado civil e o tamanho da sua família. Naquela época — como até hoje acontece — havia nas cidades mais mulheres que homens, sendo grande o número das solteiras e viúvas. Em muitas cidades, de 1/4 a 1/3 dos grupos familiares eram compostos por mulheres que, unidas ou não por laços de parentesco, mantinham vínculos de solidariedade, vivendo juntas, em geral em condições miseráveis. No período medieval,

diante desse fato, que consideravam um grave problema, as autoridades civis e religiosas toleravam, com relutância, que essas mulheres exercessem tarefas mal remuneradas ou se ocupassem do comércio de certos itens.

Desde o século XV, a situação das mulheres independentes era vista por autoridades eclesiásticas e civis como um problema de moralidade pública. Num mundo em mutação, a família aparecia, aos olhos das autoridades, como a instituição de controle social por excelência, e os homens chefes de família, como as pessoas indicadas para exercer esse controle. As mulheres independentes, vistas como 'sem dono', acabaram assim por ser englobadas em outras categorias marginais e consideradas suspeitas. Essa hostilidade foi exacerbada pela ênfase dada pelos protestantes ao casamento como vocação natural da mulher. A Igreja católica, por sua vez, em resposta às críticas de Lutero sobre a moralidade de clérigos e leigos, foi desenvolvendo várias noções — em nível popular e acadêmico — sobre a 'natureza feminina' e o papel da mulher na sociedade.

O 'debate' entre teólogos e eruditos sobre o 'caráter' ou a 'natureza' femininos começara no fim da Idade Média. Idéias gerais sobre a mulher, suas virtudes e vícios foram desenvolvidas nesse período tanto por moralistas e pregadores religiosos como por humanistas e autores de sátiras populares.

Grande parte dessas concepções insistiam em apresentar a incapacidade de raciocínio e a sexualidade incontrolável como características fundamentais do sexo feminino. Aliás, a idéia da avidez sexual da mulher remonta aos gregos. Hesíodo a menciona em *Os trabalhos e os dias* e na *Teogonia*. O apetite sexual das mulheres, dizia-se, aumenta com a idade, razão por que as mulheres velhas, viúvas ou solteiras, eram sedutoras potenciais, prontas a lançar mão

de qualquer ardid para satisfazer sua concupiscência. Daí provinha sua disposição a se tornarem bruxas, pactuando com o demônio (ver 'Caça às bruxas: o saber da mulher como obra do diabo', em *Ciência Hoje* n° 20).

A MULHER E O PODER DE CURAR

Nesse período de intensas transformações, teve lugar também uma gradual proletarização do trabalho feminino. No início do século XVI, muitas mulheres exerciam atividades importantes na empresa familiar; sua autoridade era reconhecida por serventes, aprendizes e jornaleiros. A maior parte do comércio nas feiras e mercados estava sob o controle de mulheres. Ademais, elas exerciam atividades profissionais independentes como as de parteira, ama-de-leite ou médica sem título. A partir da Reforma, nos países que a acataram, os estabelecimentos de saúde antes administrados pela Igreja católica passaram ao controle dos governos das cidades. E eram mulheres que neles desempenhavam toda classe de funções: de administradoras e médicas até cozinheiras dessas instituições.

O ofício de parteira foi um dos mais importantes que esteve a cargo das mulheres desde a Antiguidade até quase o fim do século XIX. Durante a Idade Média e até os primórdios do século XVII, poucos médicos se interessavam pela obstetrícia. O campo ficava nas mãos dos cirurgiões, que, o mais das vezes, limitavam-se ao papel de conselheiros ou supervisores das parteiras. A partir do século XV a atividade foi regulamentada, criando-se uma hierarquia similar à das confrarias, ainda que sem esse nome, e que agia à semelhança delas no treinamento e disciplina das parteiras.

Mulheres classificadas como médicas ou cirurgiãs aparecem nos registros de diversas cidades até o fim do século XIV. A partir de então, porém, o registro foi conferi-

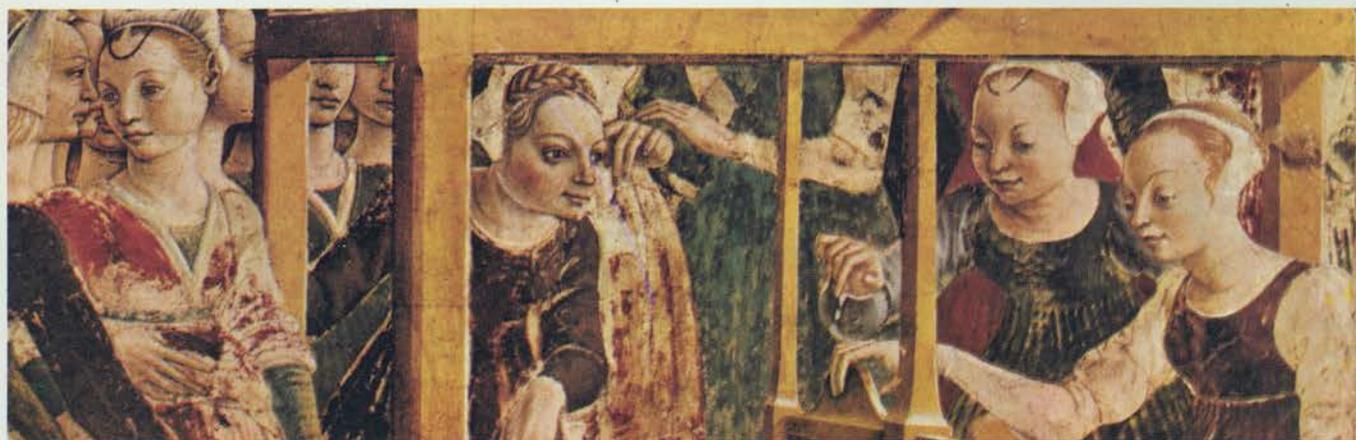
do unicamente aos que passavam pela universidade e, diante da profissionalização dos médicos, cirurgiões e boticários reivindicaram iguais prerrogativas. Gradualmente, as mulheres médicas e cirurgiãs foram desaparecendo dos registros, e só homens figuravam nas categorias de médicos-cirurgiões e boticários. Por carecer da formação que passou a ser considerada necessária, as mulheres foram excluídas ainda de outros ofícios no século XVI.

Com respeito à prática da medicina, ou melhor, da 'arte de curar', cabe lembrar que, naquela época, ela assumia duas formas, que, segundo Christina Lerner, podemos chamar de 'oficial' e 'não oficial'. A primeira era a ensinada nas universidades e sancionada pelas associações profissionais que estavam emergindo. A segunda foi a utilizada pela maior parte da população até o início do século XIX.

A medicina 'oficial', embora não fosse mais científica que a outra pelos padrões atuais, assim se considerava: era capaz de dar explicações sobre a natureza da doença e de sua cura segundo o paradigma predominante na época. Seus especialistas agiam nos centros urbanos, assistindo preferentemente às classes mais abastadas. Até o século XVII, sua esfera de ação permaneceu muito restrita. A clínica que praticavam envolvia métodos particularmente penosos, exigindo certa coragem e mesmo resistência física. Consistia essencialmente em lavagens, purgações, sangrias e cauterizações: era a medicina 'heróica', como a chamam os anglo-saxões (ver 'Uma abordagem científica da homeopatia', em *Ciência Hoje* n° 39). Molière, em sua peça *O doente imaginário*, estreada em 1763, ridicularizou essa medicina encenando uma cerimônia de formatura em que o bacharel, indagado sobre o tratamento indicado para diversas doenças, responde invariavelmente: "*Clysterum donare, postea signare, ensuite purgare.*"

• DETALHE DO QUADRO "MÉS DE MARÇO. TRIUNFO DE MINERVA" DE FRANCESCO DE COSA (1435-1477) - PALÁCIO SCHIFANOIA, FERRARA.





Por outro lado, a arte de curar ‘não oficial’ era praticada por especialistas, homens ou mulheres, de sólida reputação, ‘sábios’ entre os quais conhecimentos e habilidades eram transmitidos de uma geração a outra. Caracterizava-se por dois aspectos inseparáveis: o prático e o mágico. O primeiro consistia no uso de certas ervas e minerais de reconhecida eficácia. Podiam ser utilizados por qualquer um, mas o especialista sabia como prepará-los e, o que era mais importante, conhecia os ritos apropriados a cada caso e sabia pronunciar as fórmulas mágicas que conferiam aos medicamentos sua plena eficácia. Por isso o conhecimento prático dos ‘sábios’, mulheres ou homens, estava indissociavelmente ligado ao seu poder. A diferença mais significativa entre as duas formas de medicina estava, entretanto, no sexo: todos os que exerciam a medicina ‘oficial’ eram homens, ao passo que a maior parte dos que praticavam a ‘não oficial’ eram mulheres.

RESTRIÇÃO E CONFINAMENTO

Era no serviço doméstico, porém, que a maior parte das mulheres trabalhava, como ainda hoje. Na Idade Média, mulheres e homens realizavam indistintamente os mesmos serviços, mas aos poucos as tarefas foram sendo divididas segundo o sexo, ficando os estúbulos e a terra a cargo dos homens, a cozinha e a casa a cargo das mulheres. A partir do século XVII, as mulheres que trabalhavam fora de casa eram na maioria empregadas domésticas.

Essa crescente separação entre tarefas masculinas e femininas foi consequência não só de mudanças econômicas e políticas como da preocupação com a ordem pública, a propriedade e o decoro, firmando-se a família patriarcal como o principal agente da ordem social. As autoridades das cidades passaram a proibir às mulheres o exercício de atividades que implicassem a supervisão de tarefas realizadas por ho-

mens, ou que se realizassem fora de casa, ou ainda que lhes garantissem independência econômica.

Assim, por razões ideológicas, o serviço doméstico passou a ser considerado a ocupação ideal das mulheres, ainda que muitas delas continuassem trabalhando na produção de bens ou no comércio. Mesmo neste caso, as tarefas desempenhadas por mulheres exigiam menor formação profissional e menor responsabilidade, podiam ser realizadas em tempo parcial e eram mal remuneradas. Muitos homens eram igualmente carentes de formação e mal pagos, mas faziam questão de distinguir seu trabalho do ‘trabalho de mulher’. As tarefas domésticas não foram desvalorizadas por serem mal remuneradas — foram mal remuneradas por serem ‘trabalho de mulher’.

A dicotomia entre trabalho masculino e feminino acentuou-se desde essa época até hoje. Mas o confinamento da mulher no lar e no exercício de tarefas desvalorizadas não foi tudo. Na Europa dos séculos XVI e XVII foram muitas as mulheres acusadas, processadas e não raro condenadas à morte por bruxaria. Parcela significativa praticava a medicina ‘não-oficial’ e algumas eram parteiras.

CAÇA ÀS BRUXAS

Muitos historiadores têm tentado explicar as razões da grande caça às bruxas. Alguns dão especial ênfase aos temores das classes mais cultas; outros, aos pavores das populações rurais. Nessa época, as Igrejas católica e protestante somavam esforços para controlar o comportamento individual. Por outro lado, padres, teólogos, magistrados, funcionários públicos e pensadores viviam imersos num imaginário povoado pelo demônio. Este tinha imensos poderes e as mulheres eram consideradas seus agentes privilegiados. Em sua maior parte, as acusadas por bruxaria eram mulheres velhas ou de meia-idade, geralmente

viúvas, das zonas rurais. Mas mulheres jovens e solteiras das cidades foram também acusadas, nesse período, de infanticídio. Tinham em comum o fato de viver fora da supervisão masculina direta, e o fortalecimento da família patriarcal nuclear contribuiu decisivamente na determinação de quem seriam as vítimas.

Alguns autores feministas — como Barbara Ehrenreich e Deirdre English, na obra *Witches, midwives and nurses: a history of women healers* — sustentam a hipótese de que a caça às bruxas foi o expediente de que se serviu a classe médica masculina emergente para eliminar a concorrência das mulheres na profissão.

A concomitância entre o período da grande caça (1550-1650) e o da profissionalização definitiva da medicina dá algum respaldo a essa sugestão. Outros autores, contudo, rejeitam essa tese com base no fato de que houve também homens condenados por bruxaria. Ao que parece, esquecem que constituíram ínfima minoria (cerca de 90% dos condenados na Inglaterra e 80% na Escócia, Alemanha e França eram mulheres). Além disso, a acusação que pesava sobre a maioria dessas mulheres era o ‘malefício’, o mais das vezes atribuído aos unguentos ou poções que sabiam preparar e administrar.

Não se pode deixar de relacionar os fatos econômicos, políticos e religiosos que referimos antes com as obsessões masculinas dessa época. A idéia de uma sexualidade desenfreada, que leva as mulheres a copularem e pactuarem com o demônio, estava estreitamente ligada à problemática da própria sexualidade masculina. Como mencionamos, para grande parte dos médicos, filósofos e moralistas dos séculos XVI e XVII, a posse, pela mulher, de um apetite sexual cego e insaciável era uma evidência; acreditavam também que ela experimentava na cópula um prazer mais intenso que o do homem, o que a tornava uma vítima dos próprios desejos, que o parceiro nem sempre teria condições de satisfazer. Na

França, por exemplo, reinou no século XVI uma verdadeira obsessão pelo problema da impotência masculina. Tanto Rabelais (1494-1553) como Montaigne (1533-1592) referem-se ao caráter incerto da sexualidade do homem e à necessidade de conter os ardores da mulher.

Esses fantasmas se externavam na imagem da velha bruxa lasciva e perversa, que usava poderes mágicos para, entre outros malefícios, tornar os homens impotentes. Tais poderes, pensava-se, não provinham de conhecimentos acumulados em longas horas de estudo e reflexão, como no caso dos verdadeiros magos, mas de arte diabólica. A mulher, dizia-se, é por natureza débil, incrédula, incapaz de raciocínio, só podendo adquirir algum tipo de saber e de poder mediante um pacto com o demônio. Esse saber, portanto, só podia ser utilizado para o mal. Diante da própria incapacidade intelectual, a mulher era movida pela inveja e o desejo de vingança. A prática de seu saber convertia-se então em objeto de receio e desprezo, quando não de pavor, denúncia e punição.

RAZÃO VERSUS NATUREZA

A revolução científica trouxe uma nova concepção do cosmo, em que poderes mágicos e demoníacos já não davam conta dos fenômenos naturais; quanto aos sobrenaturais, aqueles não sancionados pela Igreja passaram a ser atribuídos ao 'ilusionismo' ou à 'superstição'. A perseguição em massa das bruxas acabou na Europa ocidental em 1680, mas ainda houve casos isolados: foi na Suíça, em 1782, que pela última vez uma bruxa foi condenada à morte. Nessa nova etapa, como observa William Monter, o mais decisivo não foi tanto a revolução provocada nas ciências pela física newtoniana, mas a propagação do cartesianismo pela maior parte dos países cristãos. "Sem o racionalismo cartesiano e seu universo mecânico, não teria havido alternativa viável para a superstição, nem sistema explicativo que permitisse à República das Letras debater a crise de conscientização da Europa sem perturbar indevidamente as religiões estabelecidas", diz esse autor em *Ritual, myth and magic in Early Modern Europe* (The Harvester Press, 1983).

Essa crise não teve, contudo, efeitos muito profundos na imagem da mulher criada e desenvolvida nos séculos anteriores. Com a influência crescente do racionalismo, uma nova concepção da 'natureza feminina' foi aos poucos se delineando. A mulher foi perdendo seus aspectos satânicos, mas conservou aqueles que a configuravam como ser inferior e deficiente, tanto no plano moral como no intelectual. No pior dos casos,

era ainda considerada pérfida, vingativa, ambiciosa, coquete, pronta a lançar mão, não mais das artes mágicas, mas da sedução para alcançar seus objetivos; no melhor, era vista como um ser fútil, incapaz de compreender filosofia ou ciência, cujo corpo estava sujeito à influência nefasta e imprevisível da sua matriz (o útero, visto como origem de todas as suas imperfeições; nas palavras do *Timeu*, "um animal dentro do animal").

A ciência nascente não contribuiu para modificar esse panorama; ao contrário. Se a idéia da irremediável fraqueza feminina, que remontava à época hipocrática, conservava toda a sua força, a noção do seu destino biológico foi se impondo mais e mais, até atingir a plenitude no século XVIII.



A mulher perdeu seus aspectos satânicos, mas conservou os que a configuravam como ser inferior, tanto no plano moral quanto no intelectual. No melhor dos casos, era vista como fútil.

Sob a forte influência de Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), apareceu então uma nova modalidade de 'especialista': o médico-filósofo. Para Rousseau, a mulher estava mais próxima da natureza que o homem, cabendo-lhe, portanto, a missão de levar a efeito os desígnios daquela. Criase assim uma doutrina segundo a qual a saúde e a beleza femininas estão indissolivelmente ligadas à sua função de procriadora e, mais especificamente, às de mãe e esposa. Suas ocupações, portanto, deviam manter-se estreitamente ligadas a tais funções, e o exercício de atividade intelectual lhe era desaconselhado.

O pensamento de Rousseau teve grande

impacto na classe intelectual e progressista: suas idéias políticas formaram o fundamento da ideologia republicana. Como Elisabeth Badinter assinala em *Paroles d'hommes*, também as mulheres letradas deixaram-se seduzir pela exaltação do retorno à natureza e à vida simples feita em *La nouvelle Héloïse*. Em 1762, quando foi lançado *Émile*, que propunha uma pedagogia e um modelo feminino extraídos da natureza, tanto as mulheres da nobreza como as da grande e da pequena burguesia os aceitaram com entusiasmo.

Em 1775 Pierre Roussel, médico e filósofo, publicou seu *Système physique et moral de la femme*. Ali, contrariando a fisiologia mecanicista, retomou o finalismo, que permite dar conta da perfeita adaptação do organismo às suas funções. "A natureza" — diz Roussel — "prepara os instrumentos que devem servir à execução de seus desígnios". Assim, a delicadeza das fibras nervosas da mulher, sua aptidão para reagir às mínimas impressões, modelam toda a sua vida interior. A mobilidade do seu espírito torna-a carente da capacidade de síntese, que exige concentração num dado problema. Feita para captar todas as mensagens que provêm do mundo que a rodeia, sua inteligência se vê assediada por grande diversidade de sensações e motivações. Seu saber procede mais da intuição que do raciocínio. Rebelde ao universal, a mulher é sensível ao particular, ao individual, ao singular.

Os limites das aptidões femininas são, portanto, determinados por sua organização física. Essa mesma debilidade revela-se, porém, uma grande virtude. A mulher é o ser menos capaz de eludir sua vocação natural, que traz inscrita em seus órgãos. Por tudo isso, Roussel declarou-se decididamente contrário ao exercício de toda atividade puramente intelectual pela mulher. Acusou de má-fé os autores feministas de seu tempo (visando implicitamente a Poulain de la Barre), que proclamavam a igualdade intelectual da mulher e do homem. A seu ver, baseavam-se numa lógica desastrosa, puramente formal, que não levava em conta a realidade fisiológica.

A BIOLOGIA É O DESTINO

Essas idéias exerceram grande influência sobre Pierre Cabanis, outro médico-filósofo, cuja obra repercutiu além das fronteiras da França. O objetivo de Cabanis foi determinar com a precisão possível a relação entre os diferentes estados físicos e morais e a influência da sexualidade sobre os fenômenos mentais. Em 1802, publicou os *Rapports de physique et du moral de l'homme*, conjunto de 12 memórias apresentadas à Seção de Ciências Morais e Po-

líticas do Instituto Nacional, na França, entre 1795 e 1796.

Na quinta memória, que trata da influência do sexo sobre o caráter das idéias e das afecções morais, Cabanis discutiu a questão da 'natureza primordial' da mulher. Para ele, a noção de feminilidade não é do domínio da ontologia, mas da fisiologia e da sociologia. A mulher, muito mais que o homem, é determinada pela sua sexualidade. Seus órgãos sexuais a predis põem a experimentar uma multiplicidade de sensações, o que limita sua capacidade cerebral. "Essa debilidade não entra somente no sistema de sua existência como elemento essencial nas suas relações com o homem, mas é, sobretudo, necessária, ou pelo menos muito útil, para a concepção, a gravidez, o parto, a amamentação do recém-nascido, os cuidados que a educação demanda nos primeiros anos da vida."

A constituição física da mulher e sua maneira de se relacionar com o homem harmonizam-se notavelmente com sua vocação de esposa, de mãe, de nutriz. Sua debilidade a prepara para suportar com coragem a servidão da gravidez, do parto, da amamentação, da subordinação à vida familiar, da dependência do marido.

Como Roussel, Cabanis era finalista e tomava a fisiologia como base para uma definição normativa da natureza intelectual e moral da mulher e, por conseguinte, da educação que lhe convinha. Contra os pensadores que atribuíam a inferioridade da mulher nas ciências e na filosofia à educação deficiente que lhes era dada, argumentava: "Trata-se de saber se outros hábitos não lhes convêm mais (...). O que é verdade, pelo menos, é que as mulheres extraordinárias que nos dão como exemplo foram ou são, quase todas, pouco aptas ao objetivo principal que a natureza lhes atribui e às funções em que é indispensável que se concentrem para realizá-lo plenamente."

Encaixando-se no pensamento progressista e libertário do Século das Luzes, esses conceitos tiveram efeito duradouro. Se houve nessa corrente pensadores que defendiam o direito das mulheres à plena cidadania e à instrução, sua voz foi pouco ouvida. Entre eles, o mais notório e de maior prestígio como cientista foi Condorcet (1743-1794). Mas suas idéias — "de uma audácia excepcional pelo seu feminismo radical", nas palavras de Badinter — praticamente não tiveram adeptos.

É preciso lembrar, porém, que a grande maioria das mulheres, além de procriar, continuava desempenhando as mesmas tarefas que nos séculos anteriores, tanto na cidade como no campo. Entretanto, o determinismo biológico estabelecido por esses médicos-filósofos dava embasamento 'científico' à noção de que a mulher só deve fazer trabalhos estreitamente ligados às

suas funções fisiológicas, sob risco de prejudicar sua saúde e, por conseguinte, o destino da espécie.

Ainda que a definição do trabalho próprio para a mulher variasse muito segundo o contexto cultural, a vinculação com o cuidado da casa e da prole era uma constante. Tarefas com a fiação, a costura e o preparo de alimentos, que podiam ser realizadas no lar, sem interferir demasiadamente nas primeiras, eram também admitidas. Se muitas mulheres trabalhavam na agricultura, no comércio, nos hospitais e, a partir do século XIX, também nas fábricas, em detrimento de sua missão precípua, era por razões obviamente econômicas. Considerava-se que assim traíam o próprio destino biológico e, recorrendo a uma lógica perversa, concluía-se que o trabalho da mulher era necessariamente inferior ao realizado pelo homem, que, este sim, tem por destino prover o sustento da família. Com a bênção dos 'especialistas', a mulher foi assim consagrada como mão-de-obra barata, recebendo muitas vezes metade do salário dos homens.

SERES MATERNAIS E OBTUSOS

Ao longo do século XIX, a biologia e a antropologia fizeram grandes progressos e ambas trataram de dar apoio experimental às teorias formuladas no século anterior. Não bastava convencer as mulheres de que seu destino biológico as obrigava a confinar-se no lar e a abandonar qualquer tentativa de atividade intelectual produtiva. Na nova ofensiva, tratava-se de demonstrar, por métodos quantitativos rigorosos, a inferioridade intelectual da mulher.

Em meados do século XIX floresceu a hoje desacreditada ciência da craniologia. Cérebros humanos foram medidos e pesados, na busca de características que provassem a inferioridade intelectual de mulheres, negros e outros grupos humanos considerados deficientes. Ao cabo de 50 anos de esforços e magros resultados, a craniologia esfumou-se. Mas cientistas de outras disciplinas continuaram — e continuam — dedicando longas horas de trabalho à tentativa de demonstrar que mulheres e negros são biologicamente programados para desempenhar o papel social que lhes foi atribuído.

Um exemplo da persistência desses esforços é a sociobiologia de E. O. Wilson. Em anos recentes, esse entomologista especializado no comportamento dos insetos estendeu o campo da sociobiologia — que se atinha ao comportamento social dos animais — ao gênero humano. Nessa abordagem, todas as formas de organização e de relação social passam a ser consideradas como biológica, genética e evolucionariamén-

te determinadas. Nosso comportamento e as características de nossas relações estão programadas nos nossos genes, tendo evoluído ao longo de milhões de anos, numa sobrevivência decorrente de sua adaptabilidade.

Além de admitir a natureza inata do racismo, essa sociobiologia explica a predisposição feminina ao confinamento no lar, tanto quanto a dos homens aos negócios e à vida profissional. Estes últimos seriam agressivos, dominantes e promíscuos, enquanto as primeiras seriam maternas, fiéis e seletivas, graças à preservação dos genes mais aptos. De fato, essa teoria nada acrescenta de novo, encaixando-se perfeitamente na linha de pensamento dos 'especialistas' do século XVIII.

As teorias ou doutrinas elaboradas por esses 'especialistas' e seus discípulos fixaram sobre bases 'científicas' a noção de 'natureza feminina' que marca a nossa cultura. Feminino tornou-se sinônimo de emotivo, brando, cálido, subjetivo, passivo, dependente e ligado à natureza. É masculino, em contrapartida, tudo que é forte, frio, objetivo, racional, ativo e dominante. Tais definições têm caráter normativo e, profundamente impregnadas na cultura, tendem a condicionar fortemente nossos comportamentos e juízos de valor.

Estas considerações estão longe de esgotar o tema. Um aspecto essencial do problema é o que diz respeito à 'natureza masculina' da ciência como processo cognitivo. Nessa linha, diversas questões têm sido propostas, particularmente pelos autores e autoras feministas: a ciência é assexuada? a ciência é masculina? Objeto hoje de um amplo debate, o assunto merece, certamente, um tratamento à parte.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- WIESNER M.E., 'Spinning out capital: women's work in the Early Modern economy', in *Becoming visible — women in european history*. Boston, R. Britenthal, C. Koons & S. Stuard/Houghton Mifflin, 1987.
- MELO V.H., *Evolução da obstetrícia: a marginalidade social das parteiras e da mulher*. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de UFMG, mimeo. Belo Horizonte, 1983.
- LARNER C., *Witchcraft and religion*. Oxford, Blackwell, 1986.
- EHRENREICH B. & ENGLISH D., *Witches, midwives and nurses: a history of women healers*. Londres, The Feminist Press, 1976.
- KNIBIEHLER Y. & FOUQUET C., *La femme et les médecins*. Paris, Hachette, 1983.
- BADINTER E., *Paroles d'hommes (1790-1793)*. Paris, POL, 1989.
- BLEIER R., *Science and gender — a critic of biology and its theories on women*. Nova Iorque, Pergamon Press, 1984.

E N T R E V I S T A S

2 LUIZ GOUVÊA LABOURIAU
SBPC: Muitas iguarias

3 NORMAN BORLAUG
Um tiro na fome

5 GREGORIO WEBER
A ciência pela ciência

W O R K S H O P S

7 DROGAS
SISTEMA VISUAL

9 COSMOLOGIA

10 TERMODINÂMICA E CINÉTICA
TECNOLOGIA SUBMARINA

11 OPTOELETRÔNICA

12 PROBLEMAS AMBIENTAIS

13 PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

14 TOXICOLOGIA DE DIOXINAS
CATÁLISE

15 METEOROLOGIA
EDUCAÇÃO

16 LITERATURA

PALESTRAS • MESAS-REDONDAS

16 ECÓLOGOS CATALOGADOS
ONDA JOVEM

17 PÂNICO • VIOLÊNCIA URBANA
A TERRA DOENTE • CULTURA

18 ARTE CONTEMPORÂNEA
GEOFÍSICA E MINERAÇÃO
AMIANTO E CÂNCER
TERAPIA DO CÂNCER
QUEBRA-PEDRA NO CÁLCULO
CULTURA DE TECIDOS

19 IMUNOLOGIA CLÍNICA
KALUNGA • ASMA
EM DEFESA DA LÍNGUA INDÍGENA

20 PRODUTIVIDADE
ARTE E CULTURA LATINO-AMERICANA
BRASIL E PROJETO GENOMA

Participaram deste encarte: Alicia Ivanishevich (coordenação), Carmen Weingrill, Luisa Mas-sarani, Margareth Marmorì, Marise Muniz, Micheline Nussenzveig, Roberto B. de Carvalho e Soraya Araujo (jornalismo), Angela Ramalho e Maria Ignez Duque Estrada (ed. texto), Silvia Steinberg e Guilherme Sarmento (ed. arte) e Regina Ferreira (coord. revisão).

A 43ª Reunião Anual da SBPC, cujo tema central 'Ciência e Sobrevivência' deu o tom ao momento particularmente crítico que a universidade e a área de ciência e tecnologia atravessam no país, iniciou-se em 14 de julho, terminando uma semana depois com uma mensagem de esperança, própria de um naufrago que, após numerosas e exaustivas braçadas, consegue chegar à terra firme: "A ciência está viva!" Este lema defendido pelo presidente da SBPC, Ennio Candotti, em seu discurso de encerramento, inspira-se no esforço descomunal que a comunidade científica vem fazendo — e que ficou patente na reunião — para, com a qualidade de seus trabalhos em pesquisas e formação de recursos humanos, manter acesa a chama da produção científica no país.

Além dos eventos tradicionais da SBPC, como os simpósios, mesas-redondas, painéis e comunicações, a grande novidade deste ano foi a introdução de 14 *workshops* de diversas áreas do conhecimento, que reuniram um público especializado de aproximadamente cem pessoas cada um. Os *workshops* contaram, para sua realização, com o apoio da Finep e do CNPq, que os avaliaram como eventos científicos independentes. A concentração na SBPC dessas atividades — que normalmente aconteceriam em diferentes épocas do ano — foi extremamente enriquecedora para os participantes, que puderam navegar num mar de ciência profícuo, de acordo com os seus próprios interesses e áreas de atuação.

Uma diversificada programação cultural acompanhou a longa lista de eventos SBPCianos. Atividades de cunho científico e artístico-cultural foram realizadas junto a 12 escolas públicas municipais, envolvendo as crianças em idade escolar e a população local. Abordaram-se temas como saneamento básico, lixo e meio ambiente, poluição da baía de Guanabara, qualificação, emprego, cidadania e o pólo petroquímico do Rio de Janeiro. Participaram das atividades diversas instituições estaduais, além de professores e pesquisadores da UFRJ, UERJ e UFF, Escola Nacional de Saúde Pública e Unicamp.

O local cogitado para a próxima reunião da SBPC é o Museu de Arte Moderna de São Paulo, onde se realiza a Bienal de Artes. À reunião — cujo tema central é o encontro entre o Velho e o Novo Mundo — não se imprimirá caráter comemorativo. Ao contrário, a 44ª SBPC será um espaço aberto para discutir as relações entre Europa e América e as velhas-novas questões indígena e ambiental. O nome geral do encontro sugerido por Candotti — mas ainda não definido — é 'Os 500 anos de devastação'.

Neste encarte, pretendemos reunir algumas das pinceladas que compuseram o quadro da reunião. Certos de que muitos trabalhos importantes ficaram fora de nosso alcance, tentamos apenas fazer um retrato — certamente incompleto — de forma a deixar registrada a qualidade da produção científica brasileira.

SBPC: Muitas iguarias

LUIZ GOUVÊA LABOURIAU

Entrevista concedida a Carmen Weingrill e Alicia Ivanishevich (*Ciência Hoje*)

Homenageado da 43ª Reunião Anual, Luiz Gouvêa Labouriau, aos 70 anos, continua trabalhando na Universidade de Brasília, da qual teve que se ausentar durante 13 anos, a partir de 1973, por motivo de perseguição política. Começando no Museu Nacional e no Instituto Oswaldo Cruz, Labouriau trabalhou em diversas instituições brasileiras e do exterior, como o Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), onde se doutorou em fisiologia vegetal em 1958. Autor de 70 trabalhos importantes em fotoperiodismo, termoperiodicidade, fisiologia ecológica e germinação de sementes, ele trabalha atualmente na área de termobiologia, estudando os efeitos da temperatura e suas interações com a luz no desenvolvimento das plantas, especialmente na germinação das sementes. Durante a reunião da SBPC, ele falou a *Ciência Hoje* sobre 'Ciência e sobrevivência'.

No atual contexto em que se insere a ciência brasileira, como o senhor avalia esta reunião da SBPC?

É difícil avaliar. Não estive presente em muitos dos eventos, o que me frustra bastante. A sensação é a de um gulo diante de muitas iguarias. Mas considero que a reunião foi muito boa, com trabalhos de importante valor científico. A SBPC é fundamental enquanto fórum de discussão de questões interdisciplinares, o que não é possível em nenhum encontro de sociedades especializadas. Um exemplo desse tipo de abordagem que exige uma participação maior é o problema educacional, hoje discutido por qualquer pesquisador. Outro exemplo é o esforço que está sendo feito, em várias de nossas revistas, para adaptá-las a um intercâmbio mais fluente com a pesquisa mundial.

Como o senhor vê a sobrevivência da ciência no Brasil?

Nós, pesquisadores, sempre fomos pessimistas em relação aos governos porque eles nunca demonstraram interesse pela ciência. Até a imprensa dá pouca importância aos fatos científicos. Estamos vivendo um momento de sérias dificuldades nas instituições, com greves nas universidades e institutos de pesquisa, mas os jornais dão pouca cobertura ao assunto. Isto mostra que há todo um grupo de dirigentes desinteressado em olhar de frente essas questões. Mas é uma atitude que está mudando. As pessoas começam a perceber que não se pode avançar na pesquisa ignorando os problemas da educação. Até porque é preciso formar novos pesquisadores. Minha avaliação então é que a reunião da SBPC foi positiva porque a comunidade está menos preocupada em arrancar diplomaticamente alguma coisa do governo e mais interessada em fazer uma afirmação precisa de que nós fazemos parte das forças produtivas do país, contribuindo com resultados intelectuais importantes.

Minha opinião é que devemos manter um diálogo sério, sem grosserias ou exageros, mas também sem rapapés. Para isto é preciso chamar as pessoas à responsabilidade e a uma atitude combativa. O encontro deste ano, para mim, só se compara ao de 1976, quando as pessoas tinham chegado ao mínimo de sua paciência e ao máximo de sua irritação. Este ano o dinheiro não faltou, mas só foi liberado à última hora, o que causou dificuldades de organização.

Muitos hoje acreditam que estamos vivendo o pior momento da universidade brasileira. O senhor, que já viveu momentos tão difíceis, concorda com isso?

O momento é muito ruim, mas não acho que seja o pior. Atualmente temos o direito de expressar nossa discordância, o que não ocorria em pleno regime militar. Naquela época, existiam verbas, mas direcionadas para a pesquisa tecnológica, com fins sobre os quais não podíamos opinar. Nosso maior medo era que as pessoas, com a ilusão de uma vantagem temporária, vendessem a alma ao diabo em troca de pequenas coisas, sacrificando sua posição frente aos problemas do país. Aquele foi um dos piores momentos, porque se criou um falso otimismo e um falso auxílio apoiava projetos que não eram do interesse da maioria. Muitas pessoas foram corrompidas, esquecendo da nobreza de seus objetivos. Agora enfrentamos outro tipo de dificuldades. A indústria, por exemplo, ainda não percebeu que a pesquisa básica é a garantia de seu próprio futuro; ela acredita que pode sobreviver e progredir indefinidamente pela importação de pacotes completos. É um ponto de vista inteiramente equivocado. Então, ainda não podemos contar com a indústria. Também não podemos contar com o grande público, com os que estão na miséria, porque eles não entendem o valor da pesquisa e da universidade. Só podemos contar com a nossa coragem e com uma parcela da classe média, que tem condições de pensar.

Como a ciência poderia colaborar para a solução dos grandes problemas nacionais? Gostáramos que exemplificasse com sua própria contribuição.

É bem sabido que a ciência pode resolver muitos problemas práticos, sendo suficiente lembrar alguns exemplos, como o da erradicação da febre amarela no Rio de Janeiro, no tempo de Oswaldo Cruz, e o episódio mais recente da erradicação da ferrugem do café. Quando eu era menino, repetia-se que no Brasil não era possível produzir trigo em grande escala, hoje isso soaria ridículo. Também se dizia que a saúde era invencível, e que o país não tinha petróleo.

Ínúmeros problemas de prospecção, produção e transformação de materiais diversos, assim como de saúde, habitação e qualidade de vida podem ser resolvidos quando encarados cientificamente, com fundamento sólido e determinação. Contudo, esses resultados muitas vezes não são alcançados por causa de impedimentos básicos, que criam

círculos viciosos. Um deles, claramente, é o baixo nível de educação da maioria, que dificulta a assimilação do progresso. Outro é a distribuição, violentamente desigual, da riqueza, que perpetua a ignorância, estimula a natalidade irresponsável e nutre a criminalidade. Há também o desperdício de valores humanos potenciais e a deficiência de circulação de informações.

Tudo isso, a meu ver, tem remédio. A dedicação é necessária, mas não suficiente. É preciso agir de forma organizada, e isso requer uma visão clara, perspectiva social e atuação oportuna, em escala adequada. Em 1942, numas férias, fundei duas escolas rurais em Areal, estado do Rio, onde muitas crianças foram alfabetizadas. Mas logo percebi que isso era uma gota d'água no oceano. Logo que comecei a trabalhar independentemente em pesquisas de fisiologia vegetal, procurei inverter a atitude de usar o estudante para ajudar a fazer o trabalho, usando a investigação para cuidar da formação do estudante. Com essa disposição, mesmo que o resultado da pesquisa não chegasse a ser sensacional, a contribuição para o progresso do estudante ampliava, de maneira imprevisível, o alcance do que se fazia, porque iniciava uma 'reação em cadeia' de criatividade. Nesse sentido, creio que fiz algo útil nos meus estudos, que versavam sobre a estrutura e o desenvolvimento das plantas. Esses dados servem ao progres-

so da agricultura e a muitas aplicações. Os que os continuam, em muitas direções diferentes, poderão ir longe.

Em que consiste o seu trabalho atual?

Estou estudando os efeitos da temperatura e suas interações com a luz no desenvolvimento de sementes. Isso, como ponto de partida para entender alguns fenômenos específicos das sementes.

Minha orientação de pesquisa consiste em investigar um processo fisiológico em várias espécies diferentes, procurar o que há de comum nos resultados, tentar uma análise quantitativa físico-química, e daí partir para a procura de uma generalização para os processos fisiológicos num âmbito mais geral, válido para plantas, animais e microorganismos. Isso obriga a muitos contatos interdisciplinares. Adoro experimentos simples e busco aumentar-lhes o alcance usando instrumentos lógicos de preferência a uma aparelhagem complicada. Felizmente tenho bons vizinhos que têm esse instrumental, quando ele se torna indispensável.

Qual a mensagem que o senhor daria para os jovens que agora estão se iniciando na vida científica?

Eu diria que não se impressionem demais com as dificuldades. Elas passam e nós continuamos.

Um tiro na fome

NORMAN BORLAUG

Entrevista concedida a Ernesto Paterniani (Universidade de São Paulo), Roberto Barros de Carvalho e Alicia Ivanissevich (*Ciência Hoje*)

Embora na juventude tenha se dedicado com sucesso à luta livre, foi nos campos de cultivos agrícolas que o norte-americano Norman Borlaug, prêmio Nobel da paz de 1970, aplicou seus melhores golpes. No início dos anos 40 trocou seu país pelo México para trabalhar num programa cooperativo de agricultura. De lá para cá não mais parou de emprestar ao Terceiro Mundo seu talento de especialista em patologia vegetal e genética, lapidado a partir da escola de Engenharia Florestal da Universidade de Minnesota (EUA), onde se graduou. As sementes de trigo melhoradas em laboratórios e testadas em campos de cultivo mexicanos pela equipe de Borlaug não demorariam a florescer em terras da Índia e do Paquistão e a produzir nesses países um fenômeno que entrou para a história com o nome de 'revolução verde', tal o aumento de produtividade verificado. Hoje, aos 77 anos, Norman Borlaug continua preocupado com o destino das expressivas massas humanas que ano a ano se somam à população do globo e correm o risco de morrer de fome. Em sua passagem pelo Brasil, para participar do workshop 'Produtividade Agrícola' promovido pela SBPC, ele concedeu esta entrevista a *Ciência Hoje*.

Como se deu seu envolvimento com a área agrícola?

Pouco antes de me formar, vi na universidade o anúncio de que o professor Stakman ia fazer uma conferência sobre os inimigos dos cereais. Por curiosidade, fui ouvi-lo e achei fantástico. Quando saí, pensei: se algum dia for fazer pós-graduação, será com ele. Naqueles dias eu iria começar a trabalhar num posto permanente no serviço florestal. Mas pouco depois soube que deveria esperar mais algum tempo. Achei então que seria melhor estudar e me matriculei no departamento do professor Stakman. Isso foi em 1938 e mudou completamente minha carreira. Comecei meu curso de pós-graduação em patologia vegetal e genética e obtive os títulos de mestre e doutor nessas disciplinas.

Quando e por que o senhor se transferiu para o México?

Pouco antes de os Estados Unidos entrarem na Segunda Guerra, aceitei um emprego para trabalhar com produtos químicos para a agricultura e áreas florestais num laboratório da Du Pont, que havia sido classificado como essencial aos serviços da marinha, do exército e da força aérea. Prefiri trabalhar ali do que fazer o serviço militar. Convidaram-me nessa época para ir ao México participar de um programa cooperativo de agricultura. Aceitei o convite e fui trabalhar no ministério de Agricultura mexicano. Atuamos em diferentes zonas e meu trabalho era com o trigo. Os resultados deveriam ser levados ao campo. Treinei um

grupo de jovens mexicanos em diferentes disciplinas relacionadas a pesquisas com esse cereal e suas aplicações na produção. Muitos diziam que era necessário verificar se o que tinha sido desenvolvido no México não se aplicaria a outros países. Em 1959 estive na América Latina e, a partir de 1960, visitei o norte da África e o Oriente Próximo. Decidi treinar jovens de outros países usando o programa mexicano, razão pela qual a partir de 1971 começamos a trazê-los para o México. Começávamos fazendo o que chamamos ensaios internacionais. Conseguimos 200 gramas de sementes das variedades mais importantes de cada país. Tratamos e multiplicamos essas sementes, preparamos ensaios uniformes e passamos a enviá-las aos diferentes países. Os dados começaram a voltar. Vimos então que os primeiros trigos mexicanos, baixinhos ou anões, eram revolucionários em matéria de produtividade. Os altos tinham boa resistência às enfermidades mais importantes, mas quase sempre caíam quando eram fertilizados. Havíamos buscado genes para reduzir a altura e aumentar a produtividade. Em lugar de produzirem 4,5 toneladas por hectare, às vezes produziam sete. E já começávamos a semeá-los nos campos do México. Quando regressavam a seus países, os jovens levavam amostras dos melhores trigos experimentais, depois de terem aprendido também a manejá-los do ponto de vista agrônomo.

Como essas sementes foram parar na Índia e no Paquistão?

Por volta de 1963, muita gente morria de fome na Índia e no Paquistão. Passamos então a atuar de maneira mais agressiva junto ao governo desses países. Um ano depois se estabeleceu no México o Centro Internacional de Milho e Trigo, e começamos a colaborar sobretudo com a Índia, o Paquistão e a Turquia. Havia um pressuposto de que nesses países só prosperavam trigos muito altos. Na verdade, além dos problemas reais, biológicos, havia outros também, de ordem psicológica e econômica. Tivemos que apresentar os melhores tipos de trigo mexicanos, ensinar como semeá-los, como restaurar a fertilidade dos solos etc. Era preciso convencer os pequenos agricultores, mostrando-lhes que era possível plantar dois ou três cultivos por ano na mesma terra de suas pequenas propriedades. Dizia-se que os camponeses não eram receptivos a idéias novas. Mas quando demonstramos que em lugar de colher 750 quilos por hectare podiam-se colher seis ou sete toneladas, eles se entusiasmaram.

Parece que a Índia obteve os melhores resultados, não?

No período de 1960 a 1966, a produção anual média de trigo na Índia era de 11 milhões de toneladas. Em 1972 o país já era auto-suficiente nesse cereal e, três anos depois, já o era também na produção de arroz. Em 1989 a Índia produzia 56 milhões de toneladas de trigo, quantidade suficiente para fornecer 65% das calorias necessárias à dieta *standard* das Nações Unidas. Mas, além disso, havia o arroz, cuja produção também foi rapidamente aumentada. Em 1965, quando começamos essa campanha, a Índia tinha uma população de 450 milhões de habitantes e, apesar disso, era auto-suficiente. Mas para onde vai o país agora? Dentro de dez ou 15 anos a Índia terá uma população superior à da China. Com a morte de Rajiv Gandhi, o governo passou a ser controlado por gente muito conservadora e não sei como ficará o problema de alimen-

tar tanta gente. Sem dúvida, foi na Índia que o impacto da produtividade de alimentos foi maior. Mas houve impacto também em outros países.

Como foi para o senhor receber o prêmio Nobel da paz?

A única maneira de se reconhecer um trabalho na área de produção de alimentos para o Terceiro Mundo é pela janela da paz. Muita gente não entende por que não há um prêmio para agricultura e alimentos. É que quando Alfred Nobel escreveu seu último testamento, em 1895, não havia escassez de alimentos na Europa. Recebi o prêmio da paz porque não havia um prêmio para a agricultura. Foi o que aconteceu com Lorenz, Frish e Tinbergen, que se ocupavam de estudos comparativos do comportamento e receberam o Nobel de medicina. Já há algum tempo venho lutando por um prêmio para os que se empenham em resolver os problemas da fome no mundo, seja no campo da genética, da agronomia, da conservação de alimentos, dos transportes...

Quem usou pela primeira vez a expressão 'revolução verde'?

Quando começamos a trabalhar com trigo na Índia, por volta de 1964, muita gente achava que seria impossível obter sucesso. Em 1968 os resultados positivos já eram óbvios. Podiam-se medir as diferenças nos mercados. Primeiro via-se mais claramente o resultado no Paquistão, que se tornou auto-suficiente em 1968. Depois na Índia. O senhor William Daud, que dirigia uma agência voltada para o desenvolvimento internacional, comentou com um repórter que estava havendo uma mudança evidente na produção de trigo, destacando também as novas modalidades de arroz das Filipinas, que começavam também a dar bons resultados. "Parece que está havendo uma 'revolução verde'", disse Daud. E a expressão pegou! Recordo-me de quando a imprensa me encontrou em 1970 e perguntou: "O que significa esse prêmio? Com essa 'revolução verde' o problema da fome está resolvido para sempre?" Até aquele momento a Fundação Nobel ainda não me havia dado a notícia do prêmio. A imprensa me encontrou primeiro. Respondi que não sabia. Talvez a escolha possa ser interpretada como um modo de a fundação reconhecer o problema da fome no mundo e a luta de algumas pessoas para combatê-la.

O presidente da SBPC, Ennio Candotti, defende que não deve haver patentes para regular as informações científicas relacionadas à produção de alimentos. Ele sugere que esses dados sejam considerados patrimônio da humanidade. Como o senhor vê essa proposta?

Durante quase toda a minha vida trabalhei com plantas autógamas [em que a polinização de uma flor é feita por seu próprio pólen], como trigo e cevada, muito diferentes do milho, que é alógamo. De modo geral, as empresas privadas não participaram muito do melhoramento daqueles cultivos. Mas com o milho é diferente. No que se refere a esse cereal, houve um impacto muito grande graças à participação do setor privado, que desenvolveu linhagens autofecundadas usadas na obtenção de híbridos. Mas a maior parte das pessoas que trabalham atualmente com melhoramento o fazem com fundos públicos. Aí é diferente. Tenho medo de que se comecem a patentear todos os genes de cultivos como trigo, arroz, cevada...

Parece que já há empresas privadas trabalhando para obter trigo e arroz híbridos. Nesse caso, não será como o milho hoje?

Já trabalhamos tentando explorar o trigo híbrido. Mas é muito mais complexo. Ao contrário do milho, o trigo tem pouco pólen. Creio que se gastaria muito dinheiro para pouco resultado. Alguns laboratórios do governo norte-americano investiram muito dinheiro em pesquisa básica. Há patentes, mas elas não se estendem à produção. Existe uma brecha entre pesquisa e produção. Os japoneses é que são espertos. Eles estudam um problema antes de visitar os laboratórios norte-americanos e, ao retornar ao seu país, produzem o que viram, mas de maneira diferente. Obtêm uma patente e começam a produzir. E os americanos ficam chupando os dedos, porque uma coisa é fazer pesquisa básica e ter patentes... Mas a meta de todos é a produção, que gera emprego. Os empregos estão nas fábricas, não nas bancadas dos laboratórios. Os japoneses obtêm os dados, calculam as possibilidades de êxito e seguem adiante.

O senhor continua trabalhando?

Desde 1979 trabalho em tempo integral no Centro Internacional do Trigo. Há alguns anos comecei a trabalhar também com os países ao sul do Saara, na África, tentando aumentar a produção de milho e sorgo. Havia dados importantes nos laboratórios e nos campos experimentais que não chegavam aos campos de produção. Organizamos um *workshop* em Genebra, em 1984, e iniciamos nosso trabalho em 1985. Eu havia lido que essa região tinha pouco

potencial. Mas isso não é verdade. Não estou me referindo à parte mais seca, próxima ao deserto, mas mais ao sul.

Em maio participamos de um segundo *workshop* com a presença dos técnicos que lá trabalham. Aos poucos fui-me convencendo de que a região tem bastante potencial. É muito difícil trabalhar ali, muito mais que na Índia, no Paquistão ou em Bangladesh. Nesses países havia pelo menos estradas de ferro, caminhos, escolas rurais. Em muitos países ao sul do Saara não há nada disso. Sem falar no paludismo, na febre amarela e em outras enfermidades tropicais.

Que mensagem o senhor mandaria aos jovens que iniciam sua carreira científica?

Atualmente há uma tendência de os jovens se especializarem demasiadamente cedo. Deve-se estudar um pouco de tudo antes de escolher uma carreira específica. E, depois disso, envolver-se com entusiasmo, procurando explorar ao máximo seu talento. Há hoje no mundo uma superprodução de mediocridade. Com potencial latente, entendam, que não está aproveitado. É preciso que se tente alcançar as estrelas, mesmo sabendo que isso é impossível. No México havia um garoto muito vivo que trabalhava nos campos de trigo espantando pássaros. Como havia deixado a escola, insistimos para que ele voltasse a estudar à noite. Terminado o secundário, nós o empregamos como auxiliar de laboratório. Acabou estudando agronomia e é hoje um dos maiores especialistas em trigo do México.

A ciência pela ciência

GREGORIO WEBER

Entrevista concedida a Adalberto Vieyra (UFRJ), Sérgio T. Ferreira (UFRJ), Carmen Weingrill e Alicia Ivanisovich (*Ciência Hoje*)

Gregório Weber é conhecido pelo desenvolvimento de técnicas de fluorescência, ferramenta fundamental para as pesquisas em bioquímica. Durante a 43ª Reunião Anual da SBPC, ele recebeu o título de *Doutor Honoris Causa* da UFRJ e foi homenageado no *workshop* sobre 'Termodinâmica e Cinética em Sistemas Biológicos'. Formado em medicina em 1942 pela Universidade de Buenos Aires (Argentina), obteve o doutorado em Cambridge (Inglaterra), onde iniciou seus estudos em fluorescência de compostos orgânicos, visando sobretudo a sua aplicação ao estudo de proteínas. Dedicou-se ao aprofundamento dessa técnica durante 20 anos. Aposentado pela Universidade de Illinois (EUA), Weber ainda realiza pesquisas no Departamento de Bioquímica. *Ciência Hoje* teve oportunidade de ouvir o seu depoimento sobre as perspectivas bioenergéticas para este fim de século.

Hoje as técnicas que se baseiam no fenômeno de fluorescência são consideradas básicas em bioquímica...

Claro, seu uso se expandiu. Fizeram-se instrumentos. Eu mesmo tive que fazê-los para medir a fluorescência. Depois, o horizonte de suas aplicações se ampliou enormemente com o progresso da eletrônica e da computação. Outro fator que contribuiu para a expansão do uso de fluorescência foi sua aplicação à bioquímica clínica, em diagnósticos, pois sua sensibilidade, comparável à das técnicas de radiação, permite distinguir as situações normais das patológicas. Em muitos casos, os testes com fluorescência substituíram os que utilizavam radiação, porque sua manipulação não representa risco para a saúde.

O senhor realizou todo o trabalho na Inglaterra?

Não. Estive na Inglaterra por 18 anos. Depois que obtive o doutorado, obtive bolsa para desenvolver os métodos de fluorescência. Fiquei cinco anos em Cambridge e depois fui convidado por um famoso professor de bioquímica inglês, Hans Krebs, para lecionar em Sheffield, onde fiquei de 1953 a 1962, quando fui para a Universidade de Illinois, nos Estados Unidos. Ali lecionei até 1986.

O senhor continua mantendo contatos, fazendo conferências?

A Universidade de Illinois permitiu-me ficar num laboratório no Departamento de Bioquímica. Assim, nos últimos anos pude me dedicar mais à pesquisa porque deixei muitas atividades, como dar aulas, ir às famosas reuniões que tomam tanto tempo e produzem tão pouco, e tenho condições muito apropriadas para produzir.

Hoje o senhor mantém colaboração com diversos laboratórios da UFRJ. Como iniciou o intercâmbio com os brasileiros?

Os contatos são relativamente recentes. Enquanto eu estava na Inglaterra, conheci José Moura Gonçalves com quem tive relações mais pessoais do que científicas. Depois conheci Leopoldo De Meis, do Departamento de Bioquímica da UFRJ. Tínhamos alguns interesses comuns porque, para estudar proteínas por fluorescência, eu precisava conhecer certas propriedades físicas das proteínas.

A partir de 1970, comecei a ter um contato maior com a América do Sul e, nos últimos anos, com o Brasil. A primeira pessoa que estive em meu laboratório foi Eleonora Kurlenback, aluna de Sergio Verjovski de Almeida, depois Sérgio Teixeira Ferreira e diversos outros. Agora, o intercâmbio é contínuo.

Como o senhor vê as perspectivas na área de bioenergética neste final de século?

As especialidades da biologia, como a biologia celular, a biofísica, a bioquímica, estão avançando muito rapidamente. Isso vai possibilitar um maior controle sobre nós mesmos, sobre os animais e as plantas. Mas, junto com o controle, aumenta a nossa responsabilidade. As decisões já não cabem apenas aos cientistas mas à sociedade como um todo.

Há, na sua opinião, alguma ética a seguir nessa área?

Somos todos partes envolvidas nas decisões científicas. É muito difícil dar conselhos à sociedade sobre como agir. As pessoas têm crenças, emoções, que fogem à questão científica e isto deve ser levado em conta. É muito necessário que as pessoas estejam informadas, que haja mais difusão da cultura científica. Da mesma forma que a ciência está interferindo cada vez mais na vida das pessoas, elas também devem começar a participar politicamente das decisões sobre a ciência.

Ao mesmo tempo que a ciência tende a se especializar cada vez mais, surge a necessidade de uma comunicação maior entre as diversas áreas. O senhor concorda com isso?

Sim, vejo claramente o processo de superespecialização. Quando estava em Cambridge, as reuniões da Sociedade de Bioquímica contavam com no máximo cem participantes, com um total de 20 trabalhos. Falávamos todos a mesma linguagem, éramos capazes de entender o trabalho de cada um, sabíamos do que se tratava. Hoje, a atomização da ciência impede essa intercomunicação, tão rica no passado. Mas não vejo como mudar isso, pois não podemos ser todos enciclopédicos. Entretanto, acho que temos que nos encontrar em algumas coisas. Por um lado, nos fundamentos científicos, na construção da cultura geral científica

ca e, por outro, no direcionamento do uso da ciência pela sociedade. Por mais especialistas que sejamos, temos que nos comunicar, escutar o que os outros dizem.

Qual seria a mensagem que o senhor daria aos estudantes que hoje estão vendo que a carreira de cientista em países como o nosso é cheia de sacrifícios, com perspectivas sombrias?

Eu diria que há duas classes de ciência. Uma é a ciência-cultura, a que a pessoa faz pela satisfação de conhecer, que é a origem de toda a ciência. A outra é a ciência-profissão, muito próxima da ciência-poder, do poder de fazer. O médico que vai atender um doente utiliza sobretudo a ciência-profissão. Minha mensagem é que a ciência-poder só se torna possível porque há por trás uma ciência-cultura, porque há uma ciência pela ciência. Não se pode intervir em outros indivíduos ou na sociedade a menos que se tenha um conhecimento suficiente, e isso só se pode obter aprofundando a ciência-cultura, a ciência como conhecimento alheio a toda a prática.

Em recente artigo na Annual Review of Biophysics, o senhor diz que, se abordássemos os problemas da biologia tanto do ponto de vista microscópico como do macroscópico, chegaríamos a um entendimento completo dos sistemas vivos...

Sim, fiz notar que em bioquímica e biofísica há dois aspectos: o microscópico (moléculas e átomos) e o macroscópico (os sistemas); e que a intenção é chegar a entender o conjunto formado pelo grande e o pequeno. E que não é possível ser cada vez mais detalhista esquecendo do todo, nem pensar que, porque se conhece o pequeno, o grande está explicado. É preciso que se pense pelos dois lados.

O senhor também afirma que, apesar dos avanços em termodinâmica de proteínas, certas idéias ou concepções têm resistido a mudanças...

Para relacionar o macroscópico ao microscópico precisamos de novas idéias, e estas são mais difíceis de conseguir do que métodos. Os novos métodos são facilmente aceitos. As novas idéias têm que lutar contra as velhas. Max Planck disse que as novas idéias não são aceitas: o que acontece é que os que têm idéias velhas morrem. Há muito de certo nisso.

A bioquímica e a biofísica adaptaram idéias e atitudes que vieram de outras ciências, como física e matemática. A esse respeito, o senhor falou dos perigos de certos reducionismos ...

O reducionismo é de fato um grande problema. Pode-se saber cada vez mais e mais sobre menos e menos. Na medida em que se separa uma pequena parte, sabe-se mais sobre a menor. O reducionismo pressupõe que finalmente chegamos a um estado em que as coisas muito pequenas explicam tudo, que podem ser aplicadas aos sistemas. Mas, à medida que os níveis de organização se tornam mais complexos, surgem novos problemas à serem desvendados. A questão do macro e do micro ainda não está resolvida e talvez nunca possamos resolvê-la. Talvez seja uma limitação da mente humana. O universo é muito grande e, dentro de nossas cabeças, temos apenas uma espécie de gelatina. Se ela é capaz de compreender o universo, eu não sei.

DROGAS

Uso ritual da *hoasca*

A classificação como substância alucinógena do chá *hoasca*, bebida resultante da decocção do cipó amazônico mariri (*Banisteriopsis caapi*) e da folha de chacrona (*Psychotria viridis*), foi questionada pelo jurista Domingos Bernardo Gialluisi, do Conselho Federal de Entorpecentes (Confen), durante debate sobre seu uso ritualístico pelas comunidades União do Vegetal e Santo Daime, no *workshop* sobre Drogas, coordenado por Edward MacRae, do Instituto de Medicina Social e Criminologia de São Paulo.

"A busca peculiar de percepção empreendida pelos usuários da *hoasca* não parece alucinação, se tomado o termo na acepção de desvario e insanidade mental", argumentou o jurista, segundo o qual não se pode adotar o fatalismo farmacológico ou o determinismo químico como critérios para a orientação dos passos da administração pública em questão da política de drogas.

Gialluisi, presidente do grupo de trabalho do Confen que em 1986 decidiu excluir o chá da lista de substâncias proibidas pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária (Dimed), lembra que, decorridos cinco anos da decisão, seu uso se mantém nos limites ritualísticos praticados pelas duas comunidades, sem que se registrassem comportamentos anti-sociais, lesivos a direitos de terceiros. Segundo ele, o uso ritual do chá parece não ter conseqüências adversas na vida social dos usuários. "Houve, isto sim, a constatação de um projeto rigorosamente comum aos dois grupos estudados: a busca de autoconhecimento e do sagrado", salientou.

Na avaliação do jurista, entretanto, o ritual não se justifica pelo ritual, "mas na medida em que esteja prenhe de conteúdo simbólico". Numa época que ele define como de vacuidade e insignificância, o ritual da *Hoasca* surge nos grandes centros urbanos como veículo capaz de "viabilizar o reencontro de seus fiéis consigo próprios, com o outro e com Deus". Embora não seja um fim em si mesmo, a bebida é entendida como condição indispensável à existência das comunidades que a usam como instrumento de consecução de seus objetivos espirituais.

Abuso de drogas

Um programa preventivo ao uso de drogas dirigido ao ambiente de trabalho foi proposto pela socióloga Beatriz Carlini Cotrim, pesquisadora do Centro Brasileiro de Informação sobre Drogas Psicotrópicas da Escola Paulista de Medici-

na. Ao abordar o uso indevido de drogas pela população trabalhadora adulta, ela enfocou quatro teorias. A primeira analisa o ambiente de trabalho em que se valoriza o uso abusivo de alguma substância tóxica, como ocorre com a cocaína entre alguns segmentos de jovens executivos, com o consumo regular do álcool em categorias ligadas à área de comunicação e do cigarro em ambientes de trabalho burocrático.

Um segundo enfoque trata de profissões em que o uso de drogas se torna mais propício, "como acontece com o motorista autônomo e o vendedor ambulante". Beatriz Cotrim também inclui nessa categoria "profissões em que o produto do trabalho é pouco palpável, como a de vigia". A terceira abordagem, segundo a socióloga, "se remete à teoria marxista, que define o trabalho na sociedade urbano-industrial como algo alienante, exaustivo e desprovido de criação". Isso explicaria, na sua opinião, o grande número de pessoas que encontram na droga uma válvula de escape. A explicação é também aplicável a uma quarta categoria de trabalhadores com atividades estressantes, perigosas ou executadas em condições insalubres.

Segundo estatísticas disponíveis, 10% da população brasileira adulta trabalhadora consomem abusivamente o álcool, que ocupa hoje papel de destaque entre as substâncias psicotrópicas. Para a socióloga, a forma mais eficiente de prevenção do uso de drogas entre trabalhadores é a atuação no próprio ambiente de trabalho, onde seus efeitos podem ser medidos objetivamente, por meio das oscilações nos índices de produtividade. Ela propõe que o aconselhamento e a orientação dos indivíduos cujas funções são afetadas pela droga sejam feitas sobretudo pelos colegas de trabalho, a partir de projeto supervisionado por técnicos especializados.

Aids entre drogados

Os usuários de drogas injetáveis constituem hoje o grupo de risco mais importante na transmissão da Aids em São Paulo, onde se concentram 62% dos casos da doença no Brasil. Estudos divulgados pela pesquisadora Ana Carolina Issler Ferreira, do Centro de Referência e Tratamento de Aids (SP), indicam que 33,2% dos casos notificados em 1990 decorrem do uso de drogas injetáveis, enquanto 32,7% são atribuídos à transmissão sexual, responsável por chegarem a 60% no início da epidemia. "As estatísticas mostram que mudou o padrão epidemiológico", salientou a pesquisadora durante mesa-redonda que discutiu a prevenção ao uso indevido de drogas.

O primeiro caso de Aids em usuário de drogas diagnosticado em São Paulo ocorreu em 1983, correspondendo na

época a 4,3% do total de casos notificados naquele estado. A partir daí, a doença disseminou-se rapidamente nesse grupo, no qual os índices se quadruplicaram em apenas dois anos. Segundo estatísticas oficiais, o uso de drogas injetáveis responde hoje por 50% da transmissão da Aids em São Paulo.

Entre os homossexuais, a redução de casos é atribuída à adoção de medidas preventivas, graças às campanhas educativas. Além disso, ao contrário do que se observa entre os consumidores de drogas, os homossexuais se identificam como uma categoria social. Embora não se tenha notícia de estudo de soroprevalência de anticorpos para o HIV em relação aos usuários de drogas antes e depois de uma intervenção educativa, pode-se afirmar que eles constituem um grupo de difícil acesso, por ser clandestino, e mais resistente à adoção de medidas preventivas. "O ato de compartilhar seringas" — observou Ana Carolina — "revela uma comprometedor relação de cumplicidade entre os usuários". ■

SISTEMA VISUAL

Desenvolvimento cerebral em sincronia

As células precursoras das diversas regiões do cérebro do macaco *Rhesus* muito cedo estão determinadas a dar origem aos diferentes tipos celulares que compõem o sistema nervoso — neurônios e células de apoio metabólico (glia). A afirmação feita durante o *workshop* de Sistema Visual coordenado por Roberto Lent, do Instituto de Biofísica da UFRJ, é de Pasko Rakic, da Universidade de Yale (EUA). Rakic mostrou que, ao contrário do que se pensava há pouco, os neurônios embrionários iniciam a formação dos circuitos cerebrais ainda enquanto estão se dirigindo aos locais onde se estabelecerão durante a maturidade. A contribuição mais interessante de Rakic, entretanto, foi a demonstração de que alguns processos de desenvolvimento são disparados sincronicamente em todas as regiões do córtex cerebral. A formação das sinapses do córtex do macaco, por exemplo, começa simultaneamente nas regiões corticais visuais, motoras, auditivas e também naquelas de função complexa, como a memória, o reconhecimento espacial etc. Em todas essas regiões, cresce ao mesmo tempo o número de sinapses, até um máximo que excede em muito o número do adulto. Segue-se um processo também sincrônico de elimina-

ção de grande parte dessas conexões, possivelmente para realizar o ajuste fino dos circuitos. Esses resultados indicam que o comando desses processos, possivelmente genético, está presente em todos os neurônios corticais, sendo ativado simultaneamente.

Retina

O desenvolvimento das células e dos circuitos da retina, o 'filme fotográfico' que existe no interior do olho dos animais e que dá início aos processos visuais, foi um assunto polêmico. Ruben Adler, do Instituto Wilmer de Pesquisas sobre o Olho, da Universidade Johns Hopkins (EUA), apresentou evidências de que todas as células da retina são, em princípio, programadas para se transformar em fotorreceptores, neurônios que convertem a energia luminosa incidente em um padrão de impulsos elétricos capazes de serem transmitidos ao cérebro. De acordo com Adler, esse seria o sentido 'default' (em linguagem de computação) do desenvolvimento das células retinianas. Os demais tipos celulares da retina seriam desviados desse caminho fundamental, através da modulação do seu programa genético.

Rafael Linden, do Instituto de Biofísica da UFRJ, mostrou evidências obtidas em seu laboratório de que as células ganglionares da retina competem por moléculas tróficas (capazes de garantir a sua sobrevivência) secretadas por outras células, exatamente aquelas que as precedem no circuito neural retiniano. As células ganglionares são as que enviam ao cérebro a informação codificada da imagem visual. O conceito de que, para sobreviverem, os neurônios competem por moléculas secretadas pelos precedentes foi criado por Linden e seus colaboradores para explicar a morte celular seletiva que ocorre naturalmente na retina dos animais recém-nascidos.

Retrovírus e córtex cerebral

Jamais imagináramos que os tão temíveis retrovírus pudessem ser usados na investigação das linhagens de desenvolvimento do córtex cerebral. Mas esta foi a idéia inovadora de Maria Luskin, da Universidade de Emory (EUA), que utilizou um tipo de vírus artificialmente incapacitado para se reproduzir no interior das células. Esse vírus inativo, da família dos retrovírus (cujo material genético é o ARN em vez do ADN) foi geneticamente modificado: no interior das células infectadas, seu material genético torna-se capaz de comandar a síntese de uma certa proteína que pode ser identificada facilmente por uma reação citoquímica que cora o citoplasma da célula. Usando a diluição correta do vírus, Luskin infectou uma célula precursora do córtex cerebral de embriões de ratos. O vírus inativado

não se dividia, não danificando a célula hospedeira, mas seu material genético era incorporado ao da célula, transmitindo-o às células filhas em cada divisão celular. Após um certo tempo, foi possível identificar, pela cor do citoplasma, a linhagem das células originadas da que havia sido infectada. Com seus experimentos, Luskin demonstrou que há precursores específicos para cada tipo celular do córtex do animal adulto. Os clones produzidos por cada um desses precursores apareciam aglomerados em uma mesma coluna cortical ortogonal à superfície, resultante da migração dos neurônios jovens a partir da profundidade do cérebro, onde estão situados os precursores.

Moléculas controladoras

No sistema nervoso dos vertebrados há moléculas que marcam os caminhos migratórios que os neurônios percorrem durante o desenvolvimento embrionário, e outras que modulam a diferenciação desses mesmos neurônios, isto é, sua gradual maturação bioquímica, morfológica e funcional. Foi o que demonstraram Rosalia Mendez Otero e Fernando Garcia de Mello, do Instituto de Biofísica da UFRJ, e Max Cynader, da Universidade da Colúmbia Britânica (Canadá). Utilizando retinas de embriões de ratos e células cultivadas desses embriões, Mendez Otero descreveu a ação de um certo gangliosídeo presente em neurônios e células de glia, capaz de orientar os movimentos das células nervosas da retina em busca do local em que se fixarão para estabelecer suas conexões.

Garcia de Mello, por outro lado, mostrou a presença de neurotransmissores na retina, muito antes que se estabeleçam os circuitos neurais intra-retinianos. Como a função clássica dos neurotransmissores da retina é transferir a mensagem visual de uma célula a outra através das sinapses (a região especializada de contato entre dois neurônios), a presença dessas moléculas antes que as sinapses existam indica uma função diferente. Segundo Garcia de Mello, os experimentos realizados em seu laboratório indicam que essa função é a de modular a diferenciação dos neurônios da retina, inclusive controlando a emissão e o crescimento de seus prolongamentos. Conclusões semelhantes a essas foram sugeridas pelos experimentos de Cynader, realizados no córtex visual de gatos recém-nascidos, e que mostraram a presença transitória das moléculas receptoras de vários neurotransmissores em certas camadas corticais. As moléculas receptoras, como se sabe, estão presentes nas sinapses e 'reconhecem' os neurotransmissores, possibilitando, no animal adulto, a passagem da informação de uma célula a outra.

Evolução do cérebro

O estudo da evolução do cérebro pode se fazer por comparação entre diferentes animais ou entre diferentes regiões cerebrais do mesmo animal. A primeira abordagem foi realizada pelos brasileiros Cristóvam Picanço Diniz e Luiz Carlos Silveira, da UFPÁ, associados a Eduardo Oswald Cruz, do Instituto de Biofísica da UFRJ. O grupo analisou a distribuição de células ganglionares de diferentes animais cujos olhos são lateralizados, entre eles os grandes roedores da Amazônia (cutia, paca e capivara), e comparou-a com a representação do mundo visual no córtex cerebral. Encontraram uma incongruência entre ambas as curvas, o que os levou a concluir que a acuidade visual desses animais não podia ser atribuída inteiramente às células da retina, como é o caso dos gatos e dos macacos.

Uma segunda abordagem, adotada por Roberto Lent, comparou as estratégias de desenvolvimento dos circuitos neurais de regiões antigas e regiões recentes do córtex cerebral. Descobriu que enquanto as mais recentes empregam mecanismos de adição de elementos (neurônios, sinapses etc.), seguidos de processos de eliminação seletiva dos mesmos elementos, as regiões mais antigas do córtex empregam unicamente os primeiros mecanismos chamados progressivos. A conclusão de Lent foi de que o aparecimento do neocórtex durante a evolução trouxe consigo mecanismos mais sofisticados de desenvolvimento, capazes de acentuar a maior variabilidade individual das capacidades cerebrais dos animais.

Neurônios gnósticos

Descobertos e estudados por um grupo de pesquisadores da Universidade de Princeton, chefiados por Charles Gross, os neurônios gnósticos são capazes de reconhecer formas complexas para cuja identificação se acreditava ser necessária a ação conjunta de numerosos circuitos neuronais. Gross relatou as características de um tipo específico de neurônio gnóstico do macaco *Rhesus*, capaz de reconhecer faces frontais ou de perfil de animais da mesma espécie. O neurônio dispara impulsos em alta frequência, quando o pesquisador projeta sobre uma tela na frente do animal a fotografia da face de um outro animal. Gross se colocou a questão de se esses neurônios seriam determinados geneticamente ou se sua função dependeria de influências do ambiente, isto é, do aprendizado visual. Para resolver esse problema, ele estudou neurônios em macacos recém-nascidos e jovens e descobriu que eles aparecem desde o início da vida do animal, bem antes que este seja exposto à visão de outros macacos. ■

COSMOLOGIA

Relíquia do Big Bang

O processo de formação das galáxias não pode ter sido violento, declarou R.B. Partridge, do Haverford College, Pennsylvania (EUA), durante o *workshop* sobre cosmologia, coordenado por Reinaldo Carvalho, do Observatório Nacional. Partridge baseou-se em medidas do espectro da radiação cósmica de fundo de microondas — relíquia do *Hot Big Bang* de dez a 20 bilhões de anos atrás — feitas recentemente por um engenho espacial americano, o *Cosmic Background Explorer* (COBE). Essa radiação indica que o universo começou a uma temperatura muito alta, fato já confirmado pelas observações da abundância dos elementos químicos nas estrelas mais velhas. As observações do COBE confirmam que se trata do espectro de um corpo negro, como era de esperar, no caso de uma radiação produzida no universo primitivo, quente e denso. Se o processo de formação de galáxias tivesse sido violento, o espectro se apresentaria distorcido.

Limitações mais diretas sobre a formação das galáxias podem ser estabelecidas pela observação da distribuição angular (grau de isotropia) da radiação. Ao estudarmos a radiação de fundo, explica Partridge, estamos observando uma época em que o universo era muito jovem (cerca de um milhão de anos) em comparação com a idade atual (dez a 20 bilhões). Observações feitas ao longo dos anos em muitos países, incluindo o Brasil, não mostram evidências de anisotropia, ou seja, de variações na intensidade da radiação de fundo com a direção. Daí se deduz que, na época primordial, a matéria tenha se distribuído de forma muito suave, porque uma não homogeneidade na distribuição da matéria ou no seu movimento teria produzido uma anisotropia na radiação cósmica de fundo de microondas maior do que a detectada. Destas observações, portanto, resulta um sério problema: de que forma todas as estruturas (galáxias com suas estrelas) que vemos hoje no universo emergiram de uma tal distribuição da matéria? Segundo Partridge, nenhum modelo simples para a formação de estruturas no universo fornece uma resposta aceitável.

Uma anisotropia que é detectada é do tipo dipolar, por causa do movimento da Terra. A partir dela, sabemos que a Terra se move a uma velocidade de 360 km/seg na direção das coordenadas 'Ascensão Reta' (AR = 11h) e 'Declinação' (DEC = -7°). Este movimento resulta da velocidade de translação da Terra ao redor do Sol, da velocidade do Sol em torno do centro da galáxia e da velocidade da própria galáxia (600 km/seg).

Não são detectadas flutuações com amplitude maior do que 10^{-4} , valor comparável à razão entre a altura do Pão de Açúcar e o raio da Terra.

Matéria negra fria

A teoria CDM (*Cold Dark Matter*) é o modelo padrão atual para a origem de todas as estruturas no universo, desde pequenas galáxias até grandes aglomerados de galáxias. Esta teoria postula que a componente dominante da massa do universo é formada por partículas que eram não relativísticas (velocidade da partícula muito menor que a velocidade da luz) no universo primitivo. A identidade dessas partículas ainda é desconhecida, mas como para a formação de estruturas a única propriedade importante é que elas tenham massa, este desconhecimento não traz grandes dificuldades para os estudos astrofísicos, comenta Raymond Carlberg, da Universidade de Toronto (Canadá). As previsões específicas desta teoria são que a densidade média da massa do universo deve ser igual à densidade crítica (densidade limite para eliminar um colapso do universo seguindo-se a uma expansão máxima) e que as estruturas se formam a partir de pequenas flutuações de densidade que crescem com o tempo e colapsam sob o efeito da sua própria gravidade, criando assim galáxias e aglomerados.

Simulações em computadores de grande porte fornecem previsões precisas para compará-las com observações das propriedades do universo. As novas observações feitas no decorrer do último ano, usando galáxias detectadas por observatórios de satélites, foi vinculado o modelo CDM, levando a descartar uma primeira versão da teoria. Uma grande dificuldade na comparação das teorias com as observações de galáxias é que estas são reconhecidas como amostras pouco representativas das propriedades da maior parte da massa (matéria negra) do universo (contêm menos de 1% da massa).

Carlberg conclui, portanto, que a teoria CDM é uma descrição viável da origem da estrutura no universo e que ela se baseia na física fundamental dos eventos no universo primitivo. Ele coloca como as principais incógnitas a identidade da matéria negra e a compreensão do processo de formação das galáxias. Ambas constituem atualmente uma área muito estudada por astrônomos e físicos, que se utilizam de telescópios situados no espaço e na Terra, computadores, aceleradores e detectores de partículas.

Propriedades das galáxias

Galáxias de diferentes famílias (elípticas, espirais ou anãs) formam seqüências bidimensionais no espaço tridimensional, cujos eixos são a massa (ou luminosidade ou raio), a densidade e alguma medida de uma velocidade característica. Isto significa que há correlações entre pares de variáveis que associam as propriedades das galáxias de forma sistemática. Tais correlações podem ser usadas para esclarecer a formação e a evolução das galáxias, como também para medir distâncias relativas às galáxias.

Entretanto, adverte Stanislaw Djorgovski, do Caltech (California Institute of Technology, EUA), aparentemente estas correlações apresentam ligeiras variações de acordo com o ambiente em que se encontra a galáxia: por exemplo, não são exatamente iguais numa galáxia de campo ou num rico aglomerado. Segundo Djorgovski, essas variações indicam provavelmente diferenças sutis nos processos de formação de galáxias em diferentes ambientes.

Populações estelares

O objetivo da síntese de populações estelares é deduzir a distribuição (número) de estrelas de cada tipo espectral e classe de luminosidade que estão presentes em um sistema estelar dado (galáxia, aglomerado). A população assim construída (ou sintetizada) nos permite prever as propriedades observacionais esperadas em uma galáxia, isto é, sua luminosidade e o espectro da radiação emitida (sua distribuição em função do comprimento de onda).

Estas grandezas variam em função do tempo, o que no contexto cosmológico se traduz por variações destas propriedades em função do desvio para o vermelho (z) das galáxias. Por isto, para se compreender as propriedades observadas de sistemas estelares (galáxias) distantes é necessário dispor de um esquema teórico (modelo) que permita prever estas propriedades para qualquer tipo de galáxia. Gustavo Bruzual, Centro de Investigaciones de Astronomía, Mérida (Venezuela), apresentou o desenvolvimento das propriedades de um tal conjunto de modelos que predizem a evolução, no tempo, do espectro de galáxias de qualquer tipo morfológico. Trajetórias evolutivas atualizadas, assim como uma biblioteca de espectros estelares bastante completa, são incorporadas nos modelos. Os espectros resultantes predizem muito bem os de galáxias próximas, assim como a fotometria de galáxias afastadas, para diferentes valores do desvio para o vermelho (z). ■

TERMODINÂMICA E CINÉTICA

Um workshop para Weber

O workshop 'Termodinâmica e cinética em sistemas biológicos', realizado em homenagem ao cientista argentino Gregório Weber (ver entrevista nesta edição), reuniu 26 trabalhos divididos em quatro simpósios. Entre os assuntos abordados, tiveram destaque as novas perspectivas na manipulação genética de leveduras e suas aplicações biotecnológicas; os mecanismos moleculares de processos que afetam membranas biológicas; os fenômenos biológicos que envolvem proteínas e ácidos nucleicos; e o impacto das idéias e conceitos da física nas ciências biológicas neste fim de milênio. Em seu testemunho sobre as perspectivas bioenergéticas, Gregório Weber mostrou que, após um século de 'congelamento de idéias' da termodinâmica aplicadas à bioquímica, o quadro começa a se alterar. Como exemplo, citou a importância que passou a ser atribuída à variável tempo.

Fluorescência e dinâmica de proteínas

Os métodos de fluorescência têm sido amplamente empregados no estudo da dinâmica de proteínas, e as informações a esse respeito derivam, na maioria das vezes, de medidas de polarização. As informações acerca dos movimentos internos dessas substâncias — cuja estrutura dinâmica é extremamente complexa — são fornecidas tanto pelo decaimento da intensidade de fluorescência quanto pela anisotropia da emissão. A equipe do pesquisador Enrico Gratton, da Universidade de Illinois (EUA), desenvolveu recentemente técnicas de fluorescência e métodos de análise que revelaram novos e importantes aspectos dos movimentos internos das proteínas. Esses métodos, baseados em fluorimetria no domínio de frequências ultra-elevadas, permitem medidas na faixa temporal do pico-segundo. Essa resolução temporal aprimorada possibilita comparações diretas com cálculos da dinâmica de proteínas. Graças à exatidão dos métodos empregados na determinação dos dados sobre o decaimento da intensidade de fluorescência, foi possível detectar múltiplos estados conformacionais e a interconversão entre subestados.

Da levedura à bioquímica

O desenvolvimento da bioquímica sempre esteve associado à levedura, cuja capacidade de fazer crescer o pão ou

borbulhar a cerveja é conhecida desde a Antiguidade. Em tempos mais recentes, ela foi tomada como célula universal, modelo para estudos de fenômenos biológicos. No trabalho 'Levedura: cem anos de contribuição à bioquímica', Anita Panek, do Instituto de Química da UFRJ, destacou o papel que as leveduras desempenham e podem vir a desempenhar na biotecnologia de ponta.

Álcool versus pirassóis

Usados habitualmente nos EUA como eficientes drogas para reverter quadros de intoxicação por substâncias como o etilenoglicol (presente em produtos anti-freezer) e o metanol (cuja importância social toxicológica tem crescido na proporção de sua utilização como combustível), os medicamentos à base de pirassol não são recomendados nos casos de intoxicação por álcool. O alerta é da pesquisadora Yasco Aracava, do Instituto de Biofísica da UFRJ, que atualmente investiga a ação do etanol nos receptores responsáveis pela memória e aprendizado.

Nos dois primeiros casos, os pirassóis são extremamente úteis, pois alteram a

metabolização da substância tóxica, ao inibir a enzima chamada álcool-desidrogenase. O mesmo não ocorre na intoxicação por álcool, cujas ações tóxicas centrais que podem levar ao coma e até a morte são provocadas pelo próprio álcool. Segundo Aracava, o impedimento dessa metabolização pode, ao contrário do que ocorre com o PCP e o metanol, complicar o quadro. A pesquisadora esclarece: no caso em que o álcool aparece como vilão, o pirassol atua também bloqueando o receptor do sistema nervoso central, criando-se um efeito somatório que concorre para agravar a intoxicação.

Chumbo e toxicidade

Chumbo, inseticidas e outros poluentes ambientais, bem como várias drogas usadas abusivamente, como o álcool e o PCP, modificam o comportamento dos animais e do homem, alterando o funcionamento de receptores e canais iônicos responsáveis pela transmissão da informação pelos neurônios de diferentes áreas do cérebro. O sistema de receptores/canais iônicos ativados pelo glutamato participa da mediação da excitação produzida pelo sistema nervoso central;

TECNOLOGIA SUBMARINA

A perfuração de um novo poço de petróleo a 750 m de profundidade na bacia de Campos comprova que o Brasil já tem tecnologia para alcançar a tão sonhada auto-suficiência na produção petrolífera até o ano 2000, estimada em 1.800 mil barris por dia. Para atingir essa meta, a Petrobrás pretende investir 17 bilhões de dólares e abrir 300 novos poços de petróleo até 1995. Os levantamentos feitos pela empresa mostram que 20% dessa produção diária vêm da exploração em terra, 22% de águas rasas (menos de 400 m), e 58% vêm de áreas a mais de 400 m de profundidade, que no Brasil atingem 313 mil km².

Nessa perspectiva, o Brasil será o primeiro país do mundo a explorar petróleo a 1.000 m de profundidade, assunto abordado no workshop de tecnologia submarina-robótica, coordenado por Sandoval Carneiro Júnior, da Coppe/UFRJ. A tecnologia de operação em águas profundas vem sendo desenvolvida pela Coppe/UFRJ em colaboração com o Centro de Pesquisas (CENPES) da Petrobrás desde 1977. Trata-se do maior convênio já realizado no país entre uni-

versidade e empresa. Entre os estudos realizados pelo convênio destacam-se o comportamento estrutural de torres para exploração e produção, a proteção catódica (contra ferrugem) de plataformas, a geração de mapas geológicos e a análise dos sistemas elétricos das plataformas via computador, a realização de testes de carga e modelos reduzidos, o desenvolvimento de técnicas experimentais para estudos de comportamento do solo submarino, de técnicas de automação em operações de alto risco e de Veículos de Operação Remota (VORs). Esses veículos são fundamentais para a observação, inspeção e avaliação dos danos causados nas estruturas submarinas, atividades que podem ser desempenhadas por mergulhadores apenas em águas rasas. No momento, o CENPES/Coppe se esforça por aprimorar a tecnologia dos manipuladores acoplados aos VORs para desempenhar tarefas cada vez mais precisas, como reparos submarinos, abertura e fechamento de válvulas no fundo do mar etc. Dentro de uma visão prospectiva, pode-se afirmar que, em breve, essas máquinas virão a incorporar capacidades humanas. ■

o subtipo denominado receptor do NMDA (N-metil-D-aspartato) vem sendo estudado no laboratório de Yasco Aracava pelos seus efeitos sobre importantes funções cerebrais, como o aprendizado e a memória.

O bloqueio da atividade dos receptores, causado por chumbo, álcool e PCP, produz um déficit dos processos cognitivos. A maior toxicidade do chumbo manifesta-se em crianças mais jovens, nos fetos e recém-nascidos. O déficit intelectual causado pelo chumbo pode ser irreversível. Mais ainda: como metal pesado de difícil eliminação, ele se acumula no organismo, exercendo efeitos tóxicos durante muito tempo. A hiperatividade dos receptores do NMDA também é lesiva para o cérebro. Está associada a quadros de neurodegeneração progressiva que muitas vezes acompanham desordens como a doença de Alzheimer. O emprego sistemático de drogas e medicamentos, assim como a exposição continuada a substâncias tóxicas, pode desencadear essas anomalias cujos efeitos num, primeiro momento, são imperceptíveis.

Metanol menos poluente

Em colaboração com a Universidade de Livre de Berlim, o Instituto Nacional de Controle de Qualidade e Saúde da

Fundação Oswaldo Cruz iniciou projeto de pesquisa sobre toxicidade reprodutiva e imunotoxicidade do metanol e seus metabólicos, diante da possibilidade de seu emprego como alternativa para a gasolina e o diesel. O projeto pretende fazer ampla avaliação dos riscos que o novo combustível pode trazer à saúde humana quando usado em larga escala.

Em relação à toxicidade aguda, seus riscos já são bastante conhecidos, mas há escassez de dados em relação à toxicidade crônica. Os resultados obtidos até agora indicam que aparentemente o efeito tóxico do metanol é mais baixo do que os índices descritos na literatura. Segundo o coordenador do projeto, Francisco Paumgarten, a experiência com o metanol como combustível, feita no Brasil no ano passado, revelou enorme desinformação sobre seus efeitos. Em sua opinião, ao contrário do que afirmaram na época muitos ecologistas, o metanol é visto em outros países como um combustível mais limpo do que os derivados do petróleo, poluindo menos a atmosfera.

De acordo com Paumgarten, o risco oferecido por uma substância não é idêntico à sua toxicidade intrínseca: depende das condições de uso. Se usada com determinados cuidados, uma substância muito tóxica pode representar risco muito pequeno à saúde.

Subnutrição e álcool

Pesquisa desenvolvida no Laboratório de Teratologia Experimental do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal Fluminense, com o objetivo de estudar os efeitos do álcool sobre fetos de mulheres subalimentadas, confirmaram que a desnutrição potencializa a ação tóxica do álcool. Segundo a coordenadora do projeto, Vilma Aparecida da Silva, experiências com animais indicaram que doses não tóxicas para gestantes bem nutridas são tóxicas para indivíduos desnutridos. Esses efeitos tóxicos são mais graves nos casos de desnutrição protéica, em que há redução da atividade da principal enzima metabolizadora do álcool, podendo ser dramáticos para a mãe que está amamentando: os níveis de álcool sobem exageradamente em apenas dois dias de dieta pobre em proteínas.

Na opinião da pesquisadora, esses resultados crescem de importância quando se leva em conta que 8% das crianças brasileiras nascem com baixo peso, e que em 90% dos casos isso acontece porque as mães são subnutridas, principalmente em proteínas. A ingestão de álcool por mulheres ocasiona um efeito somatório que concorre para agravar a intoxicação. ■

OPTOELETRÔNICA

Os princípios de funcionamento do *laser* semicondutor, as técnicas de fabricação, algumas aplicações e os desafios presentes nessa tecnologia foram discutidos durante a aula de Govind Agrawal, da Universidade de Rochester (EUA), que inaugurou o *workshop* de Optoeletrônica, coordenado por Walter Margulis, da PUC-RJ. A. C. Bordeaux Rego apresentou o programa de optoeletrônica do CPqD da Telebrás, onde são fabricados *lasers*, fibras ópticas, fotodetectores e demais componentes utilizados nos sistemas de telecomunicações ópticas do país. Os programas e planos de desenvolvimento tecnológico de duas empresas, a Optoeletrônica e a ASGA, também foram discutidos, assim como os obstáculos encontrados por cientistas e empresários que se propõem a criar uma companhia de alta tecnologia no Brasil.

Foram relatadas pelos professores C.H. Brito Cruz e H. Fragnito algumas das atividades em optoeletrônica desenvolvidas na Unicamp, como o sistema de *laser* de femto-segundo e aplicações de pulsos de luz ultracurtos no estudo de propriedades fundamentais de semicondutores e na caracterização de transientes elé-

tricos de altíssima velocidade, produzidos pelos componentes optoeletrônicos mais rápidos do homem conhece. Um resumo das linhas de pesquisa da UFPE na área de optoeletrônica foi apresentado por A.S.L. Gomes, que ilustrou a enorme produção científica do grupo descrevendo o chaveamento de luz com vidros especiais dopados com microcristais de semicondutor, bem como os estudos das propriedades destes vidros.

Os efeitos não lineares em fibras, que têm importantes aplicações em comunicações ópticas, foram expostos por Agrawal. Resultados experimentais e teóricos sobre o tema foram apresentados por A. Gouveia-Neto, da UFAL, que discutiu alguns fenômenos como instabilidade modulacional e propriedades espectrais de ondas solitárias em fibras.

A. Sergio Sombra, da UFCE, relatou os avanços obtidos, em colaboração com a Unicamp, na pesquisa e caracterização de novos materiais para optoeletrônica. Nilson Vieira falou sobre o programa do IPEN de pesquisa em materiais, como vidros e cristais, no desenvolvimento de protótipos de sistema de *lasers* e propriedades desses sistemas. Os participantes

do *workshop* fizeram uma visita ao reator da PUC-RJ, guiados por P. Lessa Bastos, que falou sobre o programa de epitaxia de semicondutores III-V dessa universidade.

As propriedades, processos de fabricação e uso de guias de onda em vidros foram apresentados por Ramakant Srivastava, da Universidade da Flórida (EUA). Os professores J.P. von der Weid e Walter Margulis, da PUC-RJ, discutiram algumas áreas de atuação em optoeletrônica, como sensoriamento com fibras ópticas em meios submarinos, o problema da dobra de frequência em fibras e a geração e detecção de pulsos curtos com *lasers* de semicondutor.

A partir de dados levantados por pesquisa da Sociedade Brasileira de Física junto a diversos grupos do país, Cid B. de Araújo, da UFPE, conduziu o debate sobre as perspectivas da optoeletrônica no país e as possibilidades efetivas de atuação na área. ■

PROBLEMAS AMBIENTAIS

S.O.S. Mata Atlântica

Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo são os estados brasileiros com o maior número de espécies animais ameaçadas de extinção, de acordo com dados apresentados no *workshop* 'Problemas Ambientais' pelo zoólogo Ângelo Machado, coordenador da comissão de 14 especialistas da Sociedade Brasileira de Zoologia, responsável pelos estudos que serviram de base ao Ibama na elaboração da lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçada de extinção. O Rio de Janeiro detém 84 dessas espécies ameaçadas, São Paulo 80 e o Espírito Santo 78. "Os três estados", ressaltou Machado, "são exatamente aqueles que, na sua quase totalidade, eram cobertos pela Mata Atlântica, hoje reduzida a aproximadamente 7% da área original". O Espírito Santo e o Rio de Janeiro detêm ainda cinco das sete espécies (duas aves, quatro borboletas e uma libélula) consideradas como provavelmente extintas pela lista do Ibama, uma vez que pertencem a grupos bem estudados e nos últimos 50 anos não foram mais vistas na natureza. "É importante lembrar que esses dados se referem apenas às espécies já conhecidas e bem estudadas", diz Machado, sugerindo que um número muito maior já tenha se extinguido antes mesmo de serem conhecidas, especialmente naqueles estados em que houve destruição de florestas. Essas informações levaram o zoólogo da UFMG e da Fundação Biodiversitas a uma conclusão tão original quanto polêmica: "Embora a floresta Amazônica detenha a maior biodiversidade do Brasil e provavelmente do planeta, a Mata Atlântica detém a maior biodiversidade ameaçada, o que torna sua proteção absolutamente prioritária".

Teoria dos refúgios

De acordo com a teoria dos refúgios, apresentada por Aziz Ab'Saber, do Instituto Astronômico e Geofísico da USP, a biodiversidade no Brasil está associada a transformações climáticas que ocorreram durante e depois das glaciações, período em que o continente sul-americano passou de uma expansão da semi-aridez a uma posterior retropicalização. Durante o período de semi-aridez, a caatinga tornou-se a vegetação dominante, enquanto a mata tropical ficou restrita a pequenas regiões isoladas entre si e denominadas refúgios, até se expandir novamente durante a retropicalização.

Nos estados da paisagem tropical, Ab'Saber descobriu que a vegetação de São Paulo, entre as serras da Mantiquei-

ra, do Mar, do Japi e do Jardim, era de caatinga. Ainda em São Paulo, observou resquícios de uma vegetação de caatinga próximos a vertentes onde há registro de uma mata tropical nas cidades de Valinhos e Sorocaba. Analisou também brejos e vegetações do Nordeste, acumulando dados favoráveis à elaboração da teoria e à contestação da idéia de que as glaciações no continente sul-americano teriam sido marcadas por intensas tempestades.

Segundo a teoria, a diversidade e a distribuição diferencial das espécies em matas tropicais hoje contínuas decorrem do tempo em que estas mesmas espécies estiveram isoladas, submetidas a pressões seletivas particulares e, portanto, a diferentes processos de subespecialização. Descobrir a região original destes refúgios pode fornecer importantes subsídios para compreensão da tropicalidade em políticas de conservação ambiental.

Urbanização e migração

Poucas décadas foram necessárias para o Brasil se transformar em um país urbano. Além de acelerada, a urbanização teve âmbito nacional. Entre 1950 e 1980, o número total de cidades dobrou e até as áreas de baixa densidade demográfica, como o Centro-Oeste e a Amazônia, cresceram. A população urbana absoluta passou de 36,2% em 1950 para 67,6% em 1980. O número de cidades com mais de cem mil habitantes passou de 11 para 95, reunindo, em 1980, 48,7% da população urbana. Segundo Bertha Becker, do Departamento de Geografia da UFRJ, o significado da urbanização e da migração no Brasil só pode ser compreendido no contexto das transformações decorrentes da "modernização conservadora" dos últimos 20 anos, que resultaram numa estrutura híbrida ambivalente, instável porém dinâmica. Para explicar o processo de urbanização e de migrações internas, a pesquisadora da UFRJ usa o conceito de 'semiperiferia' (áreas em que se combinam processos tanto de centro como de periferia, formando uma estrutura heterogênea).

"Os núcleos urbanos exerceram um duplo papel: o de nó da malha programada que recortou o território nacional, envolvendo políticas explícitas de urbanização e de expansão do ambiente construído, e o de organizadores de novos mercados de trabalho, atraindo e redistribuindo migrantes", afirma Becker. A formação de mercados de trabalho para atender aos novos pólos de investimento e à expansão da fronteira agrícola implicou a indução da migração por todo

o território e, simultaneamente, a criação imediata de uma força de trabalho versátil e apta às várias tarefas exigidas pelas novas condições de produção.

Para Becker, o processo migratório resultou não só na ampliação da margem da pobreza, mas também na emergência de novas frações sociais que compõem o universo da sociedade capitalista: intensificaram-se a rotatividade de emprego e o exercício de múltiplas tarefas por um mesmo indivíduo. Na sua opinião, os critérios convencionais para análise das migrações não conseguem explicar a diversidade e a amplitude da mobilidade do trabalho hoje. Daí, a necessidade de um conceito novo e abrangente: a mobilidade da força de trabalho entendida como processo espacializado de fracionamento social, que transforma o camponês em trabalhador assalariado rural e/ou urbano e, além disso, em integrante das camadas intermediárias que complementam a configuração capitalista.

No processo descontrolado da 'semiperiferia', a geógrafa destaca algumas tendências. Primeiro, diante da retração dos projetos governamentais e da indução da migração, é possível supor que a mobilidade se reduza na escala nacional e passe a se circunscrever a movimentos espontâneos, comandados pela busca de uma saída para a crise, como é o caso dos garimpos e da droga na Amazônia. Segundo, é provável que se acentue a crise urbana, particularmente nas metrópoles do Centro-Sul, onde as vantagens comparativas são maiores. Terceiro, na nova geopolítica, rompida a centralização do planejamento e da gestão, não é mais o território do Estado que está em jogo, mas as zonas delimitadas por um conjunto de relações sociais localizadas e o poder implícito nessas relações sociais. Finalmente, no quadro de fragmentação e desigualdades intra-regionais muito mais complexas e explícitas, altera-se a gestão do território. Ela assume caráter fragmentário e competitivo, à medida que os mecanismos institucionais articuladores das arenas políticas se tornam produto da negociação e do jogo de poder político dos diferentes setores comprometidos.

Ecologia para o futuro

Pensar o futuro ecológico de um país tendo como referência o ano 2000 ou 2015 é uma idéia criminosa, na concepção do conferencista Aziz Ab'Saber. Para ele, qualquer planejamento ecológico sério requer projeções em termos de séculos, bem como uma avaliação crítica do presente. Isso pressupõe o conhecimen-

to dos fatos históricos que ocasionaram modificações nas diferentes paisagens e ecologias de um país. Por isso, propor soluções à Amazônia implica conhecer o espaço ecológico da região, suas variações e formas de ocupação, desde a colonização até os megaprojetos hidrelétricos de hoje.

Ao falar sobre o futuro do Brasil do ponto de vista ecológico-social, Ab'Saber frisou que um dos mais graves problemas diz respeito ao enorme estoque de pessoas concentrado nos centros urbanos, reflexo de uma forma de ocupação feita sem qualquer planejamento sobre os prejuízos causados ao meio ambiente. "O que será do futuro se as cidades começarem a se emendar caoticamente umas às outras, avançando sobre os espaços agrícolas?", questionou.

Para Ab'Saber, qualquer planejamento ecológico tem que ser também ético e independente das idéias tecnocratas que em geral norteiam as decisões econômicas. Ele cita o exemplo de um empresário que solicitou incentivos fiscais milionários para plantar o dendê como alternativa ao uso do diesel, reivindicando para isso 700 mil km² na Amazônia. "Não podemos abrir mão de uma única árvore", protestou ele, lembrando que já foram devastados 400 mil km² na região, sem que a maioria dos espaços vazios tivesse sido aproveitada para qualquer atividade econômica. A proposta extrativista, em sua opinião, é uma alternativa compatível com as características da Amazônia, pois não devasta a floresta e preserva o homem dentro de seu ambiente. ■

PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Coordenado por Ernesto Paterniani, da ESALQ/USP, o *workshop* sobre Produtividade Agrícola teve o objetivo de mostrar a importância do aumento da eficiência na produção de alimentos e destacar os progressos obtidos pela pesquisa científica e que já estão sendo aplicados pelos agricultores (ver 'Um tiro na fome', nesta edição). A questão da produtividade agrícola é relevante no Brasil, não apenas pela necessidade de obter maior disponibilidade de alimentos para a população urbana, como também para consolidar a permanência do homem rural no campo.

Durante o *workshop* foram descritos os avanços obtidos com o melhoramento genético de plantas cultivadas, salientando-se que as maiores produções vêm sendo obtidas em áreas menores e com o uso reduzido de defensivos agrícolas. Santin Gravena, da Unesp, apresentou o programa integrado de combate às pragas, que se baseia no uso controlado e minimizado de defensivos agrícolas, bem como no emprego de técnicas de controle biológico. Aspectos da fisiologia vegetal relacionados à produtividade foram amplamente discutidos por Paulo de Tarso Alvim, do Centro de Pesquisas do Cacau.

O uso de uma adubação criteriosa e de corretivos do solo foi debatido por Euripedes Malavolta, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, que apresen-

tou grande quantidade de resultados, obtidos pela experimentação agrônômica, e destacou a importância da matéria orgânica. Mereceu ênfase o estudo de técnicas modernas de preparo do solo, em especial o uso de plantio direto, que consiste essencialmente em evitar a movimentação do solo por meio de aração e gradagem, de tal maneira que as sementes sejam colocadas num pequeno sulco aberto diretamente na superfície. Evita-se, dessa forma, a erosão, e mantém-se uma constante cobertura de matéria orgânica, que favorece a retenção da umidade e a atividade e desenvolvimento das minhocas. Trata-se de uma técnica moderna, apresentada por Carlito Jacob Los, da Fundação ABC do Paraná, que está sendo aplicada por agricultores na região de Ponta Grossa (PR) e em algumas áreas do estado de São Paulo. Como os resultados obtidos até agora são promissores, a técnica vem sendo adotada progressivamente pelos agricultores.

Finalmente, em mesa-redonda coordenada por Ney B. de Araújo, da Semente Agrocere S.A., discutiu-se a importância da política agrícola e da economia na produtividade. Concluiu-se que a falta de uma política governamental agrícola impede o aumento da produtividade e leva à necessidade de importação de alimentos, como está ocorrendo este ano. ■

INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

No contexto programático da Reunião Anual da SBPC, a atividade *workshop* tem por finalidade divulgar e debater temas considerados de ponta, mas cujo escopo e natureza, bem como o papel que a sociedade científica deve neles desempenhar, ainda precisam ser definidos. Neste sentido, podemos afirmar que o *workshop* 'Informática na Educação' foi muito bem-sucedido, pois contou durante os três dias de sua realização com a participação de parcela significativa da comunidade brasileira de pesquisadores, educadores, psicólogos e profissionais de informática. Além da participação representativa, outros pontos importantes do *workshop* que merecem destaque foram:

A programação do *workshop* 'Infor-

mática na Educação', organizada por Marcos da Fonseca Elia, da Coordenação de Informática na Educação Superior (CIES/EDUCOM) da UFRJ, contemplou diversos aspectos da Política Nacional de Informática Educativa que este ano completa dez anos, tais como educação formal, educação especial, treinamento de professores e engenharia de *software* educacional.

Bruno Vitale, da Universidade de Genebra (Suíça), defendeu um decálogo de teses que ressalta a integração da informática às práticas pedagógicas, e não o contrário. Ele concorda com diversos trabalhos que estão sendo realizados no Brasil sobre o ensino de algumas linguagens de programação para o 1º e 2º graus, não

a nível profissionalizante, mas como ferramenta para solução de problemas.

Enfatizando a importância da informática na educação, foi aprovada por aclamação, na sessão de encerramento da SBPC, uma moção endereçada ao ministro Carlos Chiarelli, em protesto à atual posição do governo de colocar 'sob contingenciamento' as verbas para essa área, quando na Reunião Interamericana de Informática Educativa, realizada em Brasília em abril último, ele se comprometeu publicamente a acabar com a política do 'verbo sem verbas'. Segundo Fonseca Elia, a atual posição de Chiarelli implica a perda irreparável de mais de dez anos de pesquisa, recursos humanos e resultados obtidos. ■

TOXICOLOGIA DE DIOXINAS

Dioxinas: avaliação e risco

Os efeitos tóxicos das dibenzo-p-dioxinas e dibenzofuranos policlorados (PCDDs e PCDFs), presentes nos processos de combustão e responsáveis pela poluição do ar nas cidades, foram discutidos durante *workshop* sobre Toxicologia das 'Dioxinas', coordenado por Francisco Paumgarten, do INCQS, Fiocruz. Segundo dados levantados por Diether Neubert e Ibrahim Chahoud, da Universidade Livre de Berlim, Hans Beck, da Agência Federal de Saúde da Alemanha, e Paumgarten, a grande variação dos efeitos tóxicos dos PCDDs e PCDFs sobre animais torna difícil uma extrapolação para o homem. As manifestações tóxicas mais inquietantes afetam a reprodução e o crescimento, sendo possíveis os efeitos carcinogênicos e sobre o sistema imunológico. Estudos com primatas não mostraram efeitos teratogênicos. Até agora, estes se limitaram à indução de fenda palatina em camundongos. O potencial carcinogênico do TCDD (2,3,7,β-tetra-clo-ro-dibenzo-dioxina) parece se restringir ao desenvolvimento de tumores, pois esse composto não mutagênico mostrou-se incapaz de desencadear a transformação maligna. O sistema imunológico parece ser o alvo mais suscetível aos efeitos nocivos da TCDD. Estudos recentes mostram que doses extremamente baixas de TCDD (dose única de 10 ng/kg peso) induzem no sistema imunológico de primatas *Calithrix jacchus* alterações que se manifestam pela redução de subpopulações de linfócitos CO4+ CDW29+. A relevância dessas alterações para o homem ainda deve ser avaliada em estudos clínico-epidemiológicos de populações expostas a altas concentrações desses poluentes. A conclusão geral das discussões foi que o homem não está entre as espécies mais ameaçadas pelos efeitos adversos induzidos dos PCDDs e PCDFs.

Leite materno

Enquanto existem na Europa e nos EUA muitos dados sobre a contaminação ambiental pelas dioxinas e seus efeitos nocivos ao ser humano, bem como sobre as fontes desses poluentes, no Brasil faltam dados que permitam dimensionar o problema. "Problemas como este exigem uma análise caso a caso e os dados europeus podem não ser extrapoláveis para o Brasil na sua totalidade", concordam Chahoud, Beck, Neubert e Paumgarten. "Como os processos de combustão são fontes conhecidas de dioxinas, e a prática de queimadas é generalizada entre

nós, o problema é possivelmente relevante no Brasil", admitem os pesquisadores. Segundo eles, é prioritário identificar as principais fontes de contaminação ambiental no nosso país a determinar os níveis de PCDDs e PCDFs na população. Para isso, um projeto conjunto Brasil/Alemanha está em andamento. Amostras de leite de mulheres de diferentes regiões estão sendo coletadas no Brasil por técnicos da Fiocruz e serão enviadas para análise em Berlim pelo professor Beck. Esses dados permitirão uma avaliação da exposição da população brasileira a PCDDs e a PCDFs. Além disso, a Alemanha ofereceu ajuda para criar no Brasil a metodologia analítica necessária a essas análises.

Contaminação ambiental e humana

Detalhes técnicos da determinação analítica das PCDDs e PCDFs em amostras de solo, ar, água, alimentos e material biológico, bem como os custos des-

sas análises, foram discutidos pelos pesquisadores da Alemanha e da Fiocruz. Além das indústrias químicas, de papel e celulose, e metalúrgicas, todos os processos de combustão (incluindo emissões de veículos automotores e incineração de lixo) são fontes importantes de dioxinas.

Os dados atualmente disponíveis mostram que o alimento é a principal via de contaminação do ser humano. O nível de contaminação da população geral e de trabalhadores ocupacionalmente expostos a dioxinas tem sido monitorado pela análise de sangue, tecido adiposo e leite materno. Há numerosos dados e vasta literatura sobre a contaminação ambiental e humana por PCDDs e PCDFs, tanto na Europa quanto nos Estados Unidos, e esses dados, ao lado das informações toxicológicas, são utilizados para avaliar os riscos desses compostos. No Brasil, faltam dados sobre a contaminação ambiental, sobre as principais fontes e grau de exposição da população, o que impede avaliar os riscos e implementar medidas efetivas de controle dos poluentes. ■

CATÁLISE

Cerca de 80% dos atuais processos químicos industriais empregam, em pelo menos uma de suas etapas, algum tipo de catalisador. Amplamente utilizados na resolução de problemas de energia e de poluição ambiental, os catalisadores são substâncias sólidas que aceleram as transformações químicas. Já a partir do próximo ano os automóveis poderão sair das fábricas aparelhados com um sistema de exaustão catalítica que irá diminuir os alarmantes índices de poluição registrados nas grandes cidades.

Tanto as indústrias como as universidades de todo o país vêm realizando esforços no sentido de produzir tecnologia para a fabricação de catalisadores. Segundo Fernando Barbosa, da Fábrica Carioca de Catalisadores da Petrobrás (FCC), os maiores avanços no domínio dessa tecnologia foram alcançados por essa empresa que, de mera importadora, passou a ser a única do hemisfério Sul a fabricar um catalisador de craqueamento de petróleo. A Oxiteno, que atualmente produz os catalisadores usados em suas próprias unidades industriais, está se dedicando ao desenvolvimento de novos materiais catalíticos. Também a empresa alemã Degussa tem se dedicado a pesqui-

sar novos catalisadores automotivos. Na UFRJ, o Núcleo de Catálise, coordenado por Martin Schmall, concentra-se na pesquisa básica de novos materiais para catalisadores.

Durante o *workshop* sobre Catálise, coordenado por Martin Schmall e Vera Salin, da Coppe/UFRJ, Ted Oyama, da Universidade de Clarkson (EUA), descreveu uma nova classe de materiais catalíticos — carbetos e nitretos — que poderão substituir os metais nobres — como a platina — empregados em diversos processos industriais, como o refino de petróleo e o tratamento de gases de exaustão.

Geoffrey Bond, da Universidade de Brunel (Inglaterra), apresentou um projeto de novos catalisadores para a produção de gasolina de alta qualidade. Propriedades catalíticas de novos óxidos (perovskitas) para a produção de intermediários da indústria química foram descritos por Eduardo Lombardo, do INCAPE (Argentina). O uso de sondas eletromagnéticas para caracterização de catalisadores e o emprego da microscopia eletrônica para a visualização de sua estrutura foram objeto da intervenção de Jacques Vedrine e Roger Frety, do Institute de Recherches sur la Catalyse (França). ■

METEOROLOGIA

Cidades quentes

Uma análise das séries históricas das médias mensais e anuais do ar da superfície de dez capitais brasileiras, entre 1935 e 1990, mostrou que a temperatura, na maioria delas, está aumentando. O trabalho foi realizado por Rita Rodrigues, Paulo César Etchichuri e Clóvis Sangiolo, do Departamento de Climanálise do Instituto de Pesquisas Espaciais. Eles constataram que em Belém, Fortaleza, Salvador, Goiânia, Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba a temperatura aumentou de 0,007 a 0,048° C por ano no período analisado.

Em Cuiabá e Porto Alegre a temperatura se manteve inalterada e apenas em Manaus houve uma diminuição, da ordem de 0,005° C ao ano. Neste caso, entretanto, o estudo foi prejudicado em virtude da mudança de localização da estação de observação climática da cidade. Goiânia foi a cidade em que se verificou a maior média de elevação anual (0,048° C), seguida de São Paulo, com o índice de 0,03° C.

Sílvio de Oliveira, do Departamento de Meteorologia da Cetesb, apresentou os dados da pesquisa durante o *workshop* de Meteorologia, coordenado por Antônio Divino Moura, do Departamento de Meteorologia do Inpe. Na sua opinião, embora as condições das estações tenham prejudicado a análise, ela serve como indicativo de que o crescimen-

to urbano está provocando profundas alterações climáticas. A Cetesb agora está analisando dados pluviométricos relativos a São Paulo, no período 1888-1990, para verificar um possível aumento do regime de chuvas.

Estudos do pesquisador norte-americano H.E. Landsberg, em Nova York, indicaram que, na área urbana, a média das temperaturas máximas tende a ser 0,5° C a 1° C maior do que na zona rural. No caso da média mínima, a da zona urbana excede em 1° a 2° C a da zona rural.

Amazônia: grande filtro?

A tese de que a Amazônia e demais florestas tropicais desempenham papel de filtros de carbono do planeta foi durante algum tempo tachada de mito a ser desfeito, mas no que depender de Luiz Carlos Molion, do Inpe, ainda será comprovada. Molion argumenta defendendo a hipótese de que a Amazônia, ao contrário do que se pensa, não é uma floresta adulta, que libera carbono na mesma quantidade em que o absorve. Dados que apresentou no debate 'Amazônia e efeito estufa' dizem que ali a atmosfera recebe cerca de 5,5 bilhões de toneladas de carbono, dos quais três bilhões permanecem no ar e 1,5 bilhão é absorvido pelos oceanos. Sobra 1 bilhão de toneladas, que, de acordo com a idéia mais

aceita, seria absorvido pela biomassa das zonas temperadas.

Mas Molion acha que as florestas tropicais também absorvem grande parte desse carbono, jogado na atmosfera principalmente como CO₂ (gás carbônico). Para ele, as florestas tropicais perderam muito carbono na última era glacial e ainda hoje estão se recuperando. "Têm surgido evidências de que a Amazônia ainda está em desenvolvimento", comenta. A canarana, um tipo de gramínea de várzeas da Amazônia, por exemplo, chega a absorver cem toneladas de carbono por hectare ao ano. Outra evidência seria o fato de que 85% da turfa brasileira (percentual equivalente a 20 milhões de m³) estão na Amazônia.

Molion acha tão difícil provar que a região está em estado estacionário como que ela ainda está em crescimento. "Mas a hipótese do grande filtro não pode ser abandonada, e só vou desistir se ela for derrubada", afirma. Por outro lado, ele rejeita a importância atribuída às florestas tropicais em relação ao agravamento do efeito estufa, pois considera inadequados os modelos matemáticos usados para cálculo do fenômeno. Ele acredita que, se toda a Amazônia fosse queimada, a atmosfera receberia apenas mais 40 bilhões de toneladas de carbono, o que representaria menos de 6% da concentração total e, provavelmente, teria pouco reflexo sobre o efeito estufa. ■

EDUCAÇÃO

Considerado um dos grandes nomes da educação brasileira, Anísio Teixeira foi homenageado por ocasião do 20º aniversário de sua morte durante o *workshop* de Educação, coordenado por José Albertino Rodrigues, da Universidade Federal de São Carlos. Darcy Ribeiro, amigo e discípulo do homenageado, relembrou sua atuação e a importância de seu legado, simbolizado hoje pelos CIEPs, uma concepção arrojada que quer ver disseminada por todo o país.

Em conferência, Roberto Leal Lobo, reitor da USP, ressaltou a importância do ensino no nível de graduação, que é um reforço às funções da universidade. A relação universidade-ensino tecnológico foi lembrada pelo pró-reitor da UFMG, Evandro Mirra de Paula e Silva. As conferências sobre educação reuniram cerca de 500 pessoas.

A política educacional do atual governo foi analisada por Roberto Roma-

no, da Unicamp, e aprofundada por Eliane Azevedo, da UFBA, que se concentrou no ensino universitário. O exame da situação da pós-graduação à luz dos dados mais recentes foi feito por Eduardo Krieger, da USP, no simpósio coordenado por Carolina Bori, ex-presidente da SBPC. A discussão da escola pública, como grande desafio do Estado moderno, foi tema do simpósio coordenado por Menga Ludke, da UFF. Jacques Velloso, da UnB, analisou a destinação de recursos públicos para a educação, enquanto as questões da gratuidade e da qualidade do ensino de 1º e 2º graus foram expostas por Silke Weber, da UFPE. A atuação da Unicamp foi objeto de uma análise pelo seu reitor, Carlos Vogt, que destacou o problema da autonomia. Na sua visão, são numerosos os indícios de que, na esteira do chamado Projeto de Reconstrução Nacional e das emendas constitucionais nele embutidas, planeja-se des-

montar o ensino superior gratuito e reverter a política de financiamento das universidades públicas.

Duas mesas-redondas completaram o *workshop*. Uma delas, sob a coordenação de Carlos Jamil Curi, da UFMG, pretendia debater a situação em que se encontra o projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), com a presença de parlamentares. Na impossibilidade de comparecimento destes, convidou-se o ex-deputado Jorge Hage, autor do substitutivo que deve entrar em discussão no segundo semestre e que apresentou as linhas gerais do projeto e suas emendas. Para debatê-lo, foram convidados representantes da ANDES e da UNE. Numa outra mesa, coordenada pelo reitor da UFRJ, Nelson Maculan Filho, discutiram-se também os caminhos da universidade brasileira. ■

LITERATURA

Crítica literária no Brasil

Uma breve história da crítica literária no país foi apresentada por Salette de Almeida Cara, da Faculdade de Letras da USP, durante o *workshop* de Literatura Brasileira Contemporânea, coordenado por Silvano Santiago, da UFF. Segundo Cara, no campo da crítica literária, a década de 1870-80 se destaca pela adoção de um projeto nacionalista, como forma de enfrentar a penúria cultural do país, seus problemas sociais e econômicos. Esse período é, na sua visão, fundamental para a construção do pensamento crítico brasileiro.

Silvio Romero

A escrita da história literária foi analisada por Roberto Ventura, da Faculdade de Letras da USP, sob a luz de um dos mais importantes críticos da 'geração de 1870', Silvio Romero. Junto com Capistrano de Abreu, Araripe Júnior e José Veríssimo, Romero pregou um ideário modernizante, que unia naturalismo e evolucionismo à causa da abolição e da república. Como integrante da Escola do Recife, conhecida pela sua participação na virada anti-romântica a partir de 1870, Romero introduziu uma nova concepção da literatura e da história, marcada pelo evolucionismo e de teor revolucionário. De acordo com essa visão histórica, o direito e as instituições deveriam 'evoluir' junto com os costumes e a sociedade, descartando, portanto, o direito divino ou estruturas sagradas capazes de garantir o predomínio eterno da coroa e da igreja.

A história literária de Romero está marcada pela tensão entre duas formas de ficção: o mito épico e o mito trágico. Tensão presente em muitos críticos e historiadores que oscilaram entre o nacionalismo ufanista e o pessimismo agônico, entre a utopia sincrética da miscigenação e os temores quanto à inviabilidade da nação brasileira. Segundo Ventura, Silvio Romero formulou, em sua história literária, a epopéia da nacionalidade, fábula cujas origens míticas se situam na gênese do mestiço e no cruzamento de culturas, matrizes estas da diferenciação progressiva do povo e da sociedade nacional.

Literatura latino-americana

Qual seria a história que os historiadores pediriam para relatar às literaturas da América Latina? E o que diriam as histórias da literatura latino-americana que outras histórias não pudessem contar? Com essas perguntas, Josefina Ludmer, da Universidade de Buenos Aires,

introduziu a discussão sobre como a questão cultural influi nas relações de unificação nacional e modernização. Segundo ela, as políticas estatais e culturais nem sempre coincidem na literatura. Ela acredita que a razão pela qual os discursos literários poderiam contar ficções de identidade se deve à posição de segundo plano da América Latina, isto é, à posição daquele que está sujeito às influências de outro grupo ou nação. Seu discurso é sempre o da fábula da identidade, a que o poder hegemônico o induziu para constituir-lo como dependente ou diferente. "Os discursos das identidades resultam, portanto, de uma tensa relação de dominação que é assumida pelos dominados como condição de sua autonomia", admite Ludmer. Para ela, essa tensão somada à tensão entre as políticas estatais e culturais, definiria a posição a partir da qual seriam escritas, em forma de relatos, as histórias parciais e comparadas da literatura latino-americana. Através desses relatos seriam tecidas as fábulas de identidade, com suas políticas, tensões e debates.

Língua falada e norma culta

No estudo de qualquer língua viva, o exame da língua falada tem hoje, indiscutivelmente, um papel tão importante e fundamental quanto o da língua escrita. A afirmação é de Dinah Callou, da UFRJ, para quem os trabalhos de nossos estudiosos, baseados numa tradição purista e literária, só serviram para fixar uma norma histórico-literária dissociada da realidade lingüística brasileira, tanto no que se refere à língua falada como à língua usada pelos nossos escritores.

Foi com o objetivo de depreender a norma de uso real da língua que professores de seis universidades brasileiras (UFRJ, UFPE, UFBA, UFRGS, USP e Unicamp) deram andamento ao projeto de estudo da norma lingüística urbana culta (NURC), que se realiza nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, Salvador e Recife, vinculado às principais cidades da Ibero-américa e da Península Ibérica. O projeto visa o estudo da fala culta, média, habitual, através de uma documentação sonora capaz de fornecer dados precisos sobre a nossa língua, respeitadas as diferenças culturais de cada região. Segundo Callou, o importante não é apresentar essa amostra sonora como um modelo a imitar mas sim como uma realidade que deve ser considerada, ao lado e em confronto com a escrita e a literatura. ■

ECÓLOGOS CATALOGADOS

Um banco de dados reunindo nomes de ecólogos e cientistas ambientais da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal, com seus respectivos endereços e áreas de especialidade, está sendo montado sob a coordenação de Jorge Rabinovich, na Argentina. Das 2.600 pessoas já inscritas, consta uma maioria argentina, 600 mexicanos, 350 brasileiros, 240 venezuelanos, 180 chilenos, e diversos especialistas de outros países. O banco de dados não pretende reunir ecólogos no sentido estrito, mas qualquer cientista relacionado com a causa ambiental, além de administradores, economistas e políticos que não realizam pesquisa. A intenção de Rabinovich é vender a listagem computadorizada a preços razoáveis e com fins variados: intercâmbio entre cientistas, política científica, organização de reuniões e congressos etc. Os interessados devem escrever para: SPAIDERA — Casilla de correo 1395 - 1000 - Buenos Aires, Argentina. Tel. (54) (1) 72-2950 - FAX: (54) (1) 662-0999 / 953-4838.

ONDA JOVEM

Após o refluxo da população entre 15 e 24 anos, na década de 1980, uma nova onda jovem marcará o perfil demográfico do Brasil, especialmente em São Paulo, nos anos 90, podendo ser mais um agravante para os problemas sociais do país. O alerta parte de pesquisa feita pela demógrafa Alicia Bercovich, do Núcleo de Estudos da População da Universidade de Campinas, e pela socióloga Felícia Madeira, da Fundação Carlos Chagas. As pesquisadoras, a partir de dados estatísticos e estimativas do IBGE, realizaram o trabalho 'A Onda Jovem e seu Impacto na População Masculina Economicamente Ativa de São Paulo', apresentado no simpósio 'Demografia e Políticas Sociais'.

O alargamento de uma faixa das pirâmides etárias — causado pelos fatores fecundidade, mortalidade e migrações — ocasiona periodicamente as chamadas descontinuidades demográficas, pois o alargamento inicial produz ecos nas gerações seguintes. À medida que uma coorte mais larga ascende na pirâmide, ela gera novas necessidades, exigindo respostas diferenciadas do setor público que, em geral, não está preparado para atendê-las. As problemáticas sociais emergem quando a coorte larga atinge a faixa de 15 a 24 anos, ou seja, quando há uma onda jovem. Isso ocorreu na França na década de 60. A China, por sua vez, atravessou uma 'onda jovem' em 1989. Ambas coincidiram com movimentos estudantis de contestação política.

Em São Paulo, entre 1970 e 1980, a população adolescente (15-19 anos) sofreu um acréscimo de 801.700 indivíduos em relação à década anterior. Entre 1980 e 1985, esse acréscimo foi somente de 11 mil e, entre 1985 e 1990, de 234 mil. Espera-se que no quinquênio 1990-1995 o acréscimo da população adolescente de São Paulo será de 664 mil indivíduos: uma verdadeira 'explosão'. A faixa jovem (20-24 anos) cresceu, entre 1970 e 1980, em 999 mil pessoas; entre 1980 e 1985, 200 mil; e entre 1985 e 1990, apenas em 24 mil. Estima-se que no próximo quinquênio o acréscimo será de 244 mil. A 'explosão' acontecerá no período 1995-2000, quando se prevê que essa faixa terá mais 671 mil jovens.

PÂNICO

Palpitações, dispnéia, dor torácica, sensação de morte iminente, de perda de controle ou de sufocamento, formigamentos, desmaios e náuseas são alguns dos sintomas que caracterizam a desordem do pânico, crises de medo ou desconforto agudas, inesperadas e recorrentes. Pesquisas voltadas para compreender os mecanismos que provocam esta síndrome vêm sendo desenvolvidas por Francisco Guimarães e Frederico Graeff, do Departamento de Farmacologia da USP, Ribeirão Preto.

Determinadas características clínicas da 'doença do pânico', que podem constituir suas bases biológicas, vêm despertando grande interesse na comunidade científica. Guimarães destaca, entre outras, a ausência de fatores desencadeantes para as crises, a possibilidade de provocá-las por meio de substâncias (lactato de sódio, CO₂, isoproterenol, ioimbina, mcpp, colecistocinina tetrapeptídeo), a alteração do fluxo sanguíneo cerebral em região específica do cérebro, o giro para-hipocámpal e o efeito terapêutico seletivo de determinadas drogas, admitindo uma possível predisposição genética.

Diversos estudos apontam para o envolvimento de um sistema neural aversivo (que inclui a substância cinzenta periaquedutal dorsal, o hipotálamo medial e porções do complexo amigdalóide) na mediação da reação do pânico. No entanto, ainda se sabe muito pouco sobre as causas da recorrência dessas reações. As hipóteses mais estudadas sugerem que elas se devam à supersensibilidade de quimiorreceptores ou a alterações nas neurotransmissões mediadas por noradrenalina ou serotonina. Pesquisas mais recentes apóiam a idéia de que pelo menos o efeito terapêutico de drogas antipânico decorre de um aumento da neurotransmissão serotoniné-

gica. Até o momento, contudo, não foi possível identificar nesse sistema nenhuma alteração consistente que pudesse levar ao quadro clínico da desordem do pânico. Guimarães admite que nem tudo no pânico se resume à biologia e que hipóteses sugerindo uma relação com problemas cognitivos e comportamentais devem ser consideradas, principalmente porque elas têm acarretado abordagens terapêuticas eficazes.

VIOLÊNCIA URBANA

"A existência da sociedade está em questão". O alerta é de Gilberto Velho, do Departamento de Antropologia do Museu Nacional. No contexto atual de violência urbana, ele considera o Rio de Janeiro como uma das cidades que apresentam uma situação-limite. Aponta como causas a deterioração política e econômica, resultante da transferência da capital federal para Brasília, e a crise econômica, agravada pelos sucessivos governos de oposição ao governo federal.

Segundo Velho, pobreza, miséria e desejos de consumo são variáveis externas ao crime e não sua explicação. Ele não aceita o argumento da 'lei do leite das crianças' segundo o qual a violência serve para garantir o alimento aos familiares. O crime, para ele, constitui a expressão vigorosa de teorias individualistas. Na cidade de São Paulo, Sergio Adorno, do Departamento de Sociologia da USP, constatou um aumento efetivo da criminalidade na última década: os crimes violentos (assaltos, latrocínios, homicídios, seqüestros, tráfico de drogas e estúpos) cresceram de 20 para 30%. A massa de delitos praticados nos últimos cinco anos não apenas cresceu em razão progressiva, como se alteraram os padrões convencionais. Ao lado dos criminosos solitários e soltos, assiste-se hoje à emergência da criminalidade organizada, muitas vezes sob moldes empresariais. Para Adorno, o medo já constitui um componente essencial da 'personalidade urbana'.

A TERRA DOENTE

A Terra é como um organismo vivo em permanente transformação. As mudanças constantes que nela ocorrem são causadas pela energia que vem do seu interior (1.013 watts) e do Sol (1.017 watts). Mas a elas devem ser somadas as transformações decorrentes das atividades do homem, que equivalem à energia do fluxo de calor interno da Terra. A afirmação é do geólogo Bryan J. Skinner, da Universidade de Yale, que vê o homem como um agente geológi-

co. Segundo ele, as atividades antropogênicas estão modificando a biosfera, atmosfera, hidrosfera e litosfera de diversas formas.

As mudanças na biosfera parecem ser tão intensas quanto as que ocorreram nas eras geológicas. Sua causa é a perda da biodiversidade, em consequência do extermínio de espécies vegetais pelo homem, e equivalem à grande extinção ocorrida no limite Cretáceo/Terciário, a maior no registro geológico. Na atmosfera, as mudanças também foram significativas, mas não tanto quanto aquelas de que se tem registro geológico. As transformações da hidrosfera e da litosfera são mais difíceis de medir. Mas ali a intervenção humana se fez sentir sobretudo na redistribuição das águas subterrâneas, na erosão e degradação do solo.

Tentando estabelecer uma média global, Skinner estima que, para produzir 3/4 de tonelada de alimentos — quantidade consumida por um habitante do mundo desenvolvido num ano —, inutilizam-se cinco toneladas de solo por manejo inadequado, num processo em sua opinião irreversível. Ele considera que as transformações da litosfera ocasionadas pelo uso inadequado do solo na agricultura são muito mais sérias do que o efeito estufa ou do que os estragos ocasionados nos reservatórios de águas subterrâneas. Na sua opinião, embora o bombeamento de águas esteja acarretando a elevação do nível dos oceanos em alguns milímetros por ano, uma recomposição é possível, assim como é recuperável o nível normal de CO₂ na atmosfera, se a queima de combustíveis fósseis for reduzida.

É verdade que até agora a Terra sempre se recompôs após intensas transformações. E ela poderá se recuperar novamente. Mas, para Skinner, as feridas causadas pelas atividades antropogênicas são grandes e os sinais vitais estão seriamente afetados: o planeta tornou-se insalubre para o homem. Seu diagnóstico para a Terra é o de um paciente grave, embora ainda não esteja em fase terminal.

CULTURA

Presidida por Gilberto Velho, a mesa-redonda sobre Cultura, composta por Mario Machado, presidente do Instituto Brasileiro de Arte e Cultura (IBAC), Marilena Chauí, secretária de cultura do município de São Paulo, e Sergio Paulo Rouanet, secretário federal de cultura, reuniu 400 pessoas. Após o relato de Velho sobre as relações existentes entre a SBPC e a cultura, Machado falou sobre a situação, as atividades e as perspectivas do IBAC. Em seguida, Marilena

Chauí fez uma avaliação das inovações e dificuldades do trabalho realizado pela Secretaria Municipal de Cultura de São Paulo. Rouanet apresentou uma reflexão teórica sobre cultura e modernidade.

A platéia dirigiu severas críticas à política federal de cultura. Diante disso, Vello sugeriu a Rouanet que fosse encaminhada uma proposta de revisão da reforma administrativa para a área da cultura e que fossem revistas as demissões de pessoal. O secretário federal de cultura prometeu fazer gestões nesse sentido.

ARTE CONTEMPORÂNEA

Uma reflexão epistemológica sobre a produção artística contemporânea apreendida em seu aspecto mais abrangente e analisada a partir da produção, distribuição e consumo foi feita durante a mesa-redonda sobre Arte Contemporânea, coordenada por Dilma de Melo Silva, da Escola de Comunicações e Artes da USP. Maria Amélia Bulhões, da UFRGS, e Ester Emílio Carlos, presidente da Associação Brasileira de Críticos de Artes, discutiram temas como a arte em sua dimensão comunicativa, sociopolítica e estética.

As expositoras concluíram que somente a partir de abordagens multidisciplinares, com diferentes referenciais teóricos da sociologia, antropologia, economia, história e estética poderão ser apreendidas as relações entre os homens e certos objetos que, no modo de produção capitalista, são denominados 'artísticos', 'design' e 'de artesanato'. Evita-se, desse modo, o equívoco da estética ocidental, que centra seu foco no binômio obra/artista.

GEOFÍSICA E MINERAÇÃO

Implantado no Brasil pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), órgão do ministério da Infra-Estrutura, o método gamaespectrométrico para detectar radiações produzidas nas desintegrações atômicas de urânio, tório e potássio (K^{40}) é uma das mais importantes ferramentas hoje utilizadas no mapeamento geológico e na prospecção mineral. Esse método geofísico, em que a radioatividade é obtida por levantamento aéreo, torna possível detectar áreas de depósitos de estanho, mineral empregado em ligas especiais; de tungstênio, usado na fabricação de filamentos de lâmpadas; e de minerais radioativos, como o urânio, de grande importância para a indústria de energia nuclear. O método mostrou-se eficiente na detecção dos minérios nos

estados do Rio de Janeiro, Pernambuco e Roraima — por meio de mapeamentos executados pela CPRM — e na descoberta recente, pela Nuclebrás, de reservas de urânio em Itatiaia (CE).

AMIANTO E CÂNCER

Apenas um dos tipos de amianto — o asbesto azul ou crocidolita — tem se mostrado capaz de induzir câncer de pleura de acordo com Catherine Skinner, da Universidade de Yale, EUA. Segundo a pesquisadora, não se justifica o pânico das pessoas cujas casas, escolas e locais de trabalho têm amianto nos telhados e encanamentos.

Quanto ao outro tipo de doença associada à extração do amianto — a asbestose —, a pesquisadora acredita que a redução do número de fibras em suspensão, por meio de técnicas de filtração ou uso de equipamentos de segurança, pode diminuir sensivelmente o risco para os trabalhadores em minas. As fibras de asbesto provocam lesões no tecido pulmonar. As cicatrizes das lesões diminuem a capacidade respiratória do indivíduo porque alteram a elasticidade do tecido pulmonar e dificultam a passagem de oxigênio dos pulmões para a corrente sanguínea.

TERAPIA DO CÂNCER

Impedir que as células cancerosas se dividam desordenadamente, por meio da rediferenciação celular, é uma das mais recentes e promissoras estratégias para o tratamento do câncer. Com essa perspectiva, o médico Odorico de Moraes, do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da UFCE, estudou o processo de transformação de células normais do tecido muscular liso de camundongos em células neoplásicas. Ele assinala que a célula cancerosa é semelhante a uma célula embrionária: a célula normal perde sua especialização, numa progressão em que se torna sucessivamente pré-neoplásica, neoplásica, pré-tumoral e maligna. A célula maligna tem a capacidade de invadir outros tecidos, alastrando o câncer.

Para monitorar essas transformações, Odorico de Moraes analisou culturas de células cardíacas de camundongos. Verificou que o processo espontâneo de transformação é acompanhado de amplificação do material hereditário, trissomia em um dos pares de cromossomos, aumento da quantidade de uma proteína e envolvimento de um oncogene. O pesquisador da UFCE pretende prosseguir as pesquisas para identificar a proteína e o oncogene, bem como os agentes naturais capazes de induzir a rediferenciação.

QUEBRA-PEDRA NO CÁLCULO

Exames clínicos realizados por pesquisadores da Escola Paulista de Medicina indicaram que o chá de *Phyllanthus niruri*, planta conhecida como quebra-pedra, realmente elimina mais cálculos renais do que o tratamento tradicional. Os dados foram fornecidos por Nestor Schor durante o simpósio 'Produtos Naturais como Fonte de Medicamentos'. Exames pré-clínicos já haviam demonstrado que o chá de quebra-pedra não é adiuético nem calcúrico; isso, ao lado do fato de que a planta não provoca efeitos tóxicos agudos, autorizou os testes clínicos.

Durante 12 semanas, foram observados três grupos de dez pacientes. O primeiro grupo recebeu o tratamento com o chá; o segundo usou chá de sapê; o terceiro, além do chá de sapê, recebeu o tratamento tradicional. A observação dos pacientes mostrou aumento da função renal nos que usaram chá de *Phyllanthus niruri* e, conseqüentemente, maior eliminação de cálculos nesse grupo. Os pesquisadores supõem que o chá tenha efeito dilatador do uréter ao agir como relaxante de musculatura lisa, o que levaria à maior eliminação de cálculos. O passo seguinte será ampliar o grupo de pacientes em estudo. Para isso, aguarda-se liberação de recursos financeiros para a pesquisa. No Brasil, sete milhões de pessoas sofrem de cálculo renal.

CULTURA DE TECIDOS

As técnicas de cultura de tecidos têm permitido avanços significativos no campo das ciências biológicas, tanto na pesquisa básica como em suas aplicações à agronomia ou ao tratamento de certas patologias, conforme se pôde verificar a partir de dados apresentados em mesa-redonda por Ana Lucia Ventura, da UFRJ. A pesquisadora Maria Aparecida Esquibel, coordenadora do Programa de Biotecnologia Vegetal da UFRJ, apontou os progressos da técnica no melhoramento de linhagens de plantas, propiciando variedades cada vez mais produtivas e mais resistentes a determinadas doenças. Mas a simbiose entre pesquisa básica e aplicada no campo da cultura de tecidos tem propiciado também uma espécie de revolução no tratamento de certos tipos de câncer. "Há pacientes com leucemia aguda que sobrevivem três, quatro anos ou mais, graças aos transplantes de medula óssea", relatou Radovan Burojevic, do Instituto de Química da UFRJ, ao falar sobre técnicas de cultivo de células do tecido hematopoiético. "Já não se justificam mais os tratamentos radio-

terápicos ou quimioterápicos — que leam células sãs — nos casos de leucemia”, disse Borojevic, certo de que tanto a produção de células da medula óssea quanto os transplantes vão se tornar rotina em laboratórios e hospitais de todo o mundo.

Nazareth Meirelles, da Fiocruz, apresentou os resultados das pesquisas sobre cultura de células musculares cardíacas e esqueléticas que seu grupo vem desenvolvendo. Um dos objetivos desse trabalho é entender melhor os mecanismos de ação do *Trypanosoma cruzi*, parasita responsável pelo comprometimento do músculo cardíaco no mal de Chagas. A cultura purificada de células nervosas, feita há algum tempo em laboratórios de neurobiologia de países desenvolvidos, já está sendo realizada também no Brasil, graças ao empenho da equipe de Roberto Paes de Carvalho, da UFF. Segundo ele, a cultura primária de neurônios não é uma tarefa simples. As culturas feitas por sua equipe são preparadas a partir de células de retina de pintos jovens e têm permitido que se compreenda melhor como se dão a síntese e o acúmulo de neurotransmissores, que mecanismos estão envolvidos na sua liberação, que células estão mais aptas a captá-los. As técnicas de imunocitoquímica também têm sido exaustivamente empregadas pela equipe, cujos resultados mais surpreendentes derivam do fato de que os neurônios da retina dos pintos acumulam ácido gama-aminobutírico (GABA), ao contrário do que se passa com os fotorreceptores.

IMUNOLOGIA CLÍNICA

“É preciso que as entidades de saúde do mundo inteiro reconheçam a ‘Imunologia Clínica’ como especialidade”, advertiu o pesquisador Júlio César Voltarelli, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (SP), ao criticar, durante seu pronunciamento na mesa-redonda sobre o tema, os tratamentos adotados pela maioria dos clínicos que lidam com patologias de fundo imunológico, a exemplo de reumatismos e alergias. Não só para Voltarelli, mas também para os demais participantes da mesa — Antônio Campos Neto, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Magda Carneiro-Sampaio, da Faculdade de Medicina da USP, e Marcelo Barcinski, do Instituto de Biofísica da UFRJ —, muitos desses profissionais se baseiam em pressupostos absolutamente superados, desconhecendo os enormes avanços conquistados pela imunologia na última década. “O imunologista clínico é normalmente muito mal visto pelos médicos tradicionais”, denunciou Voltarelli, para quem o reconhecimento da nova especialidade abriria concorrências no

mercado de trabalho. “Não temos poupado esforços pela aceitação de nossas idéias”, completou, informando que, tanto na graduação como na pós-graduação do curso médico de sua faculdade, já se trabalha objetivamente para formar esse novo profissional, cuja prática será, segundo ele, “ditada pelo mercado”. Tanto no mundo industrializado como no Terceiro Mundo, já há sensibilidade para o problema, relata Voltarelli, mostrando que só na Venezuela atuam hoje cerca de 120 imunologistas clínicos. “De acordo com a União Internacional de Imunologia” — afirmou — “o ideal é dois especialistas para um milhão de habitantes.” Ao aplaudir as experiências do curso médico de Ribeirão Preto, Marcelo Barcinski pregou a necessidade de romper o muro que impede a interdisciplinaridade na universidade e na prática médica. “É preciso tornar cada vez mais curta a distância que separa o laboratório do leito do doente”, disse, enfatizando que os profissionais precisam estar atentos àquilo que se passa na clínica e trazer os problemas para o laboratório.

KALUNGA

Descendentes dos escravos que fugiram para o interior de Goiás durante o ciclo do ouro, os Kalungas têm tido seu território invadido, nas últimas duas décadas, por projetos agrícolas, mineração e construção de hidrelétricas. Segundo dados de Maria de Nazaré Baiocchi, da UFGO, a população Kalunga é constituída por 3.500 pessoas distribuídas entre os municípios de Cavalcanti, Monte Alegre e Terezinha de Goiás, todos no norte do estado. Dada a geografia acidentada da região, com vãos e platôs das serras que margeiam o rio Paraná, na bacia Amazônica, o grupo permaneceu isolado até a inauguração de Brasília, em 1960, quando o estado de Goiás sofreu uma ocupação sistemática para exploração de ouro, cassiterita e estanho e para a construção da hidrelétrica de São Domingos. Afogada pelas iniciativas de origem econômica, a cultura Kalunga tenta resistir com o auxílio de grupos como o de Baiocchi, que hoje coordena diversos projetos na região, registrando a tradição oral e alfabetizando, de forma a manter a identidade do grupo para que este, em contato com a sociedade nacional, possa se autodeterminar e sobreviver.

Ainda hoje os Kalungas praticam a agricultura como atividade de subsistência e participam do mercado regional, eventualmente como empregados, ou vendendo e trocando produtos agrícolas. A organização social sem classes e a posse da terra se baseiam nos grupos familia-

res. Sua cultura, transmitida de geração a geração, é guardada na memória coletiva. Hoje, entretanto, impõe-se um processo de aculturação, em que a identidade histórico-cultural fica esquecida.

O Projeto Kalunga — Povo da Terra, coordenado pela antropóloga da UFGO, abrange três subprojetos (Resgate Histórico dos Quilombos, Educação e Saúde) e conta com a participação de pesquisadores da UFGO, visando, entre outras coisas, à implantação da medicina preventiva e o assentamento de 200 famílias.

ASMA

Embora reconhecida como moléstia essencialmente alérgica, a asma foi durante anos tratada empiricamente, com medicamentos dirigidos essencialmente ao seu componente imediato, broncoconstritor. Hoje é sabido que a asma é uma moléstia inflamatória das vias aéreas, caracterizada pela broncoconstrição facilmente identificada, e por um aumento das permeabilidades endotelial e epitelial (levando a edema), por uma infiltração de granulócitos, particularmente de eosinófilos, e por uma intensa hiperreatividade. Em conferência sobre o tema, Boris Vargaftig, do Instituto Pasteur (França), explicou que os eosinófilos seriam atraídos ou modificados ao nível do pulmão, onde libertariam substâncias capazes de aumentar a reatividade brônquica. Essa atração ou alteração dos eosinófilos seria acompanhada pela secreção de mediadores tóxicos. Discute-se hoje qual o mecanismo de atração dos eosinófilos em que estão envolvidas uma ou mais proteínas provenientes de células residentes pulmonares. Estas proteínas, como a interleucina 5, a GM-CSF, ou um mediador recentemente descoberto na cavidade pleural inflamada de ratos, agiriam em sinergia com os mediadores lipídicos, particularmente com um fosfolípido, o *Platelet activating sector*, desencadeando e perpetuando o processo inflamatório alérgico-broncopulmonar.

EM DEFESA DA LÍNGUA INDÍGENA

A atuação das universidades na assessoria direta de projetos voltados para a educação escolarizada dos índios brasileiros foi um dos principais pontos abordados na mesa-redonda que debateu a assessoria lingüística a projetos de educação indígena. Segundo a lingüista Ruth Fonini Monserrat, da UFRJ, os trabalhos existentes hoje nessa área são executados espontaneamente, sobretudo por grupos formados por lingüistas, antropólogos e etnomatemáticos, sem qualquer res-

paldo oficial das instituições públicas. "Fazemos isso porque somos solicitados pelos próprios índios", observou a pesquisadora, questionando porém a visão que se tem do lingüista como um missionário salvador, capaz de dar soluções a todos os impasses relativos a alfabetos inexistentes na forma escrita.

Esses impasses, em sua opinião, só poderão ser superados à medida que os próprios índios assumam o papel de educadores de sua língua, participando de todas as etapas dos trabalhos, desde a criação de uma ortografia até seu registro gráfico. Atualmente, há mais povos indígenas do que línguas e em muitas tribos, como a dos Wapixana (RR), os índios com menos de 30 anos sequer falam o próprio idioma. O trabalho proposto pela assessoria consiste em salvar esses idiomas, hoje em torno de 170, produzindo material escrito. "Eles querem adquirir mais conhecimento sem deixar de ser índios", afirmou a lingüista, acrescentando que, ao investigar sua língua, eles recuperam o orgulho de sua cultura e reafirmam suas origens.

PRODUTIVIDADE

É necessário superar o conceito imediato de produtividade, fundamentado na simples relação entre insumos e produtos dentro do perímetro da fábrica ou mesmo da empresa, no tempo restrito do processo de produção, — esta foi a conclusão da mesa-redonda 'Produtividade', composta por Luiz Antonio Meirelles e Gisálio Cerqueira Filho, da PUC/RJ, e Adriano Proença e Miguel de Simoni, da Coppe/UFRJ.

"Um material radioativo que leve milhares de anos para ter sua periculosidade reduzida não pode ter a 'produtividade' medida apenas no momento de sua produção inicial; deve-se considerar o trabalho necessário para guardá-lo após seu uso funcional, enquanto a radioatividade enfraquece", observou Proença. Na sua opinião, uma organização de trabalho que, como a linha de montagem de ciclos curtos de produção, viola a função de auto-realização e de confraternização do trabalho coletivo, atinge muitas pessoas em sua vontade de viver. Proença coloca a seguinte questão: como falar em 'produtividade' sem considerar este outro produto do processo de produção, que são as personalidades por ele afetadas?

Proença acusa a abordagem comum e imediata que omite as conseqüências da produção sobre as pessoas e o meio-ambiente, assim como os trabalhos necessários após o consumo dos produtos. Abordagem que também desconhece as relações entre o discurso da produtividade e as práticas sociais a ele associadas.

No Brasil, a situação ganha contornos dramáticos, na medida em que a necessidade de aumento da produção de bens e serviços estimula a busca de economias de escala, isto é, a produção em massa. Segundo os participantes da mesa, a definição do conceito de produtividade envolve uma visão de mundo e de progresso.

Questões centrais para a reflexão crítica nacional emergiram ao longo do debate. Como enfrentar a miséria sem o sacrifício de uma geração? Qual o legado que queremos do desenvolvimento? Como garantir que tal processo traga a compensação de um futuro efetivamente melhor? São perguntas para as quais ainda não se tem resposta.

ARTE E CULTURA LATINO-AMERICANA

A Sociedade Científica de Estudos da Arte (CESA) reuniu quatro especialistas da USP para discutir — com base nos contrastes e semelhanças e sempre privilegiando o enfoque sociológico herdado do cientista social Ruy Coelho — manifestações culturais e artísticas do continente latino-americano. A professora Lisbeth Rebollo Gonçalves, presidente da CESA, abriu o simpósio apresentando o projeto da revista *Arte e cultura da América Latina*, que se propõe a ser um espaço aglutinador do trabalho interdisciplinar e um veículo para a difusão de suas contribuições. Ao falar sobre o cinema brasileiro e argentino dos anos 60 e 70, Mary Enice Mendonça, da Escola de Comunicações e Artes (ECA), traçou um confronto entre esses dois países, considerando que o cinemanovismo que ali se praticou não era o único do continente, mas foi o que mais procurou uma aproximação com a realidade latino-americana. Para Enice, essa dicção cinematográfica, embora tenha surgido a partir de condições históricas nacionais, não deixou de se inspirar na problemática internacional, destacando as influências do neo-realismo italiano, a luta contra o imperialismo do cinema norte-americano e a eclosão da revolução cubana. Ao tratar da modinha brasileira, Léa Vinocur Freitag, da ECA, destacou a influência do estilo mozartiano nessas composições. Ela destacou a necessidade de atenção ao recenseamento dessas modinhas de linha setecentista que, embora ancoradas no estilo mozartiano, têm, ao mesmo tempo, uma marca brasileira, profetizando uma linguagem futura, consubstanciada no Romantismo. "Esse estudo, ora de sincronismo, ora de transculturação", diz Léa, "é sempre um desafio para a sociologia da arte, no discurso musical e literário." 'A mulher satânica no romance latino-americano' foi o tema do trabalho do professor

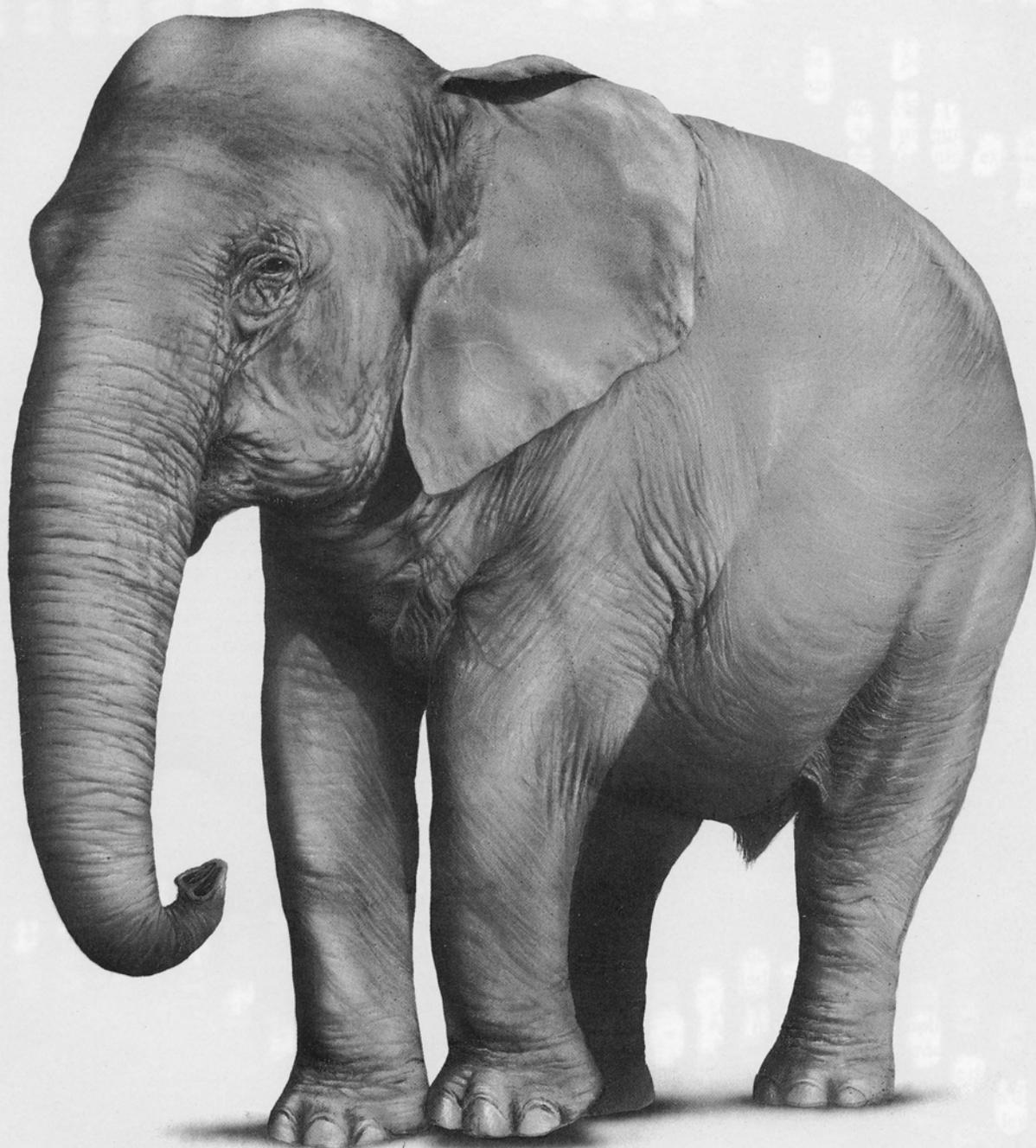
Teófilo de Queiróz Júnior, do Departamento de Sociologia, que procurou — a partir da análise dos romances *Mulata de tal*, do guatemalteco Miguel Angel Asturias, e *Tenda dos milagres*, de Jorge Amado — discutir a idéia de que em ambas as narrativas as personagens femininas centrais são encarnações do diabo. Para Queiróz Júnior, merece realce na análise desses textos o fato de essas personagens não-brancas encarnarem forças demoníacas e suscitarem envolvimentos de ordem sobrenatural e o exercício da virilidade para que sejam neutralizadas ou harmonicamente integradas à sociedade.

BRASIL E PROJETO GENOMA

A comunidade científica brasileira reivindica sua participação no Projeto Genoma Humano, estudo biotecnológico subsidiado pelos EUA com o objetivo de catalogar o código genético dos seres humanos. A questão foi destacada pelo pesquisador Sérgio Danilo Pena, da UFMG, na conferência 'Bases bioquímicas da determinação da paternidade'. Segundo ele, o projeto propõe o mapeamento total dos genes humanos e o seqüenciamento completo de três bilhões de bases do genoma humano. "A elucidação das mensagens genéticas codificadas em nossas moléculas de ADN", explicou o pesquisador, "promoverá um quadro completo da essência química da existência humana, ajudando-nos a entender como funcionamos e esclarecendo o papel de fatores genéticos em várias doenças."

De acordo com Sérgio Pena, o Projeto Genoma poderá fornecer as ferramentas biotecnológicas capazes de enfrentar os quatro grandes problemas que desafiam a ciência neste final de milênio — alimentação, saúde, degradação ambiental e crescimento demográfico —, pois registra informações que permitem não apenas vislumbrar o passado de nossa espécie como também suas potencialidades evolutivas. Por isso, ele reivindica o acesso às informações contidas no projeto a todos os países, sem distinção. "O genoma humano é um patrimônio da humanidade, que confere ao projeto um significado simbólico universal", argumenta.

O Programa Latino-Americano do Genoma Humano, criado em junho de 1990 com o objetivo de estimular a pesquisa genômica e formar recursos humanos na área, foi o primeiro passo para abrir aos países terceiro-mundistas a possibilidade de participar do projeto. Com o objetivo de organizar formalmente essa participação, será realizada em maio do próximo ano, em Caxambu (MG), uma reunião de cientistas do Terceiro Mundo para debater o tema.



Você já deve ter ouvido muito esta palavra ultimamente. Agora, você vai compreender exatamente o que ela significa para o País.

Desestatizar é transferir para a iniciativa privada setores que não fazem parte das obrigações essenciais do Estado para com você, cidadão.

Por muito tempo a presença do Estado na economia foi necessária para criar condições à nossa industrialização.

Ele promoveu desenvolvimento,

financiou o crescimento, criou empresas e indústrias. Só que sua presença ficou grande demais e as conseqüências agora são dramáticas.

Empresas saudáveis estão esgotando sua capacidade de investir, levando seus parques industriais ao atraso, arriscando seu futuro. Outras, que dão sérios prejuízos, já comprometeram as perspectivas de melhoria de seus trabalhadores e passaram a sugar recursos do contribuinte para compensar suas dívidas.

Assim surgiu o Programa Nacional de Desestatização, proposto pelo Presidente Fernando Collor, aprovado pelo Congresso Nacional e administrado pelo BNDES.

Para reduzir as despesas do Governo, para modernizar a economia brasileira, criando recursos que possam reconciliar o Estado com suas obrigações mais importantes: saúde, educação, saneamento, habitação, segurança e justiça.



A prioridade é o cidadão.



MODELAMENTO SÍSMICO

A GEOFÍSICA NA BUSCA DO PETRÓLEO

CARLOS ALBERTO MANSO

DEPARTAMENTO DE GEOFÍSICA,
OBSERVATÓRIO NACIONAL, CNPq

O petróleo é hoje a fonte supridora de mais da metade da energia consumida no mundo. Do seu refino são derivados a gasolina, o diesel, o querosene, o gasóleo, a nafta, a benzina, o éter de petróleo, os óleos lubrificantes, o asfalto, o piche, o coque, a vaselina, a parafina, além de um sem-número de subprodutos para a fabricação de borracha e tecidos sintéticos, tintas, plásticos, detergentes, solventes, insumos para as indústrias de medicamentos, de alimentos e inseticidas. A importância do petróleo é de tal ordem que seus níveis de produção e sua política de preços exercem, hoje, a mais decisiva influência sobre a economia mundial, o que ficou demonstrado no 'choque do petróleo', que movimentou o início da década de 1980.

A constante pressão inflacionária dos últimos anos, realimentada em grande parte pelas sucessivas crises de combustíveis, aponta para a necessidade de maiores investimentos em pesquisa, prospecção e exploração do petróleo no Brasil. Hoje ainda importamos metade do petróleo que consumimos; e a cada nova crise internacional essa dependência nos parece mais crítica, exigindo mais sacrifícios. Para escapar à dependência, porém, não basta simplesmente aumentar o volume de investimentos em prospecção. É necessário também, ao lado do aperfeiçoamento do programa de energia alternativa (Proálcool), intensificar a pesquisa em geofísica aplicada à prospecção de petróleo, visando ao domínio de novas técnicas, atualmente em uso nos países desenvolvidos. Dentre essas técnicas, merece destaque uma importante contribuição dos geofísicos: o método de modelamento sísmico por traçado de raios. Método que, no Brasil, é preciso conhecer melhor.

O petróleo, do latim *petra* (pedra) e *oleum* (óleo), é composto de uma mistura líquida de hidrogênio e carbono, contendo nitrogênio, oxigênio e enxofre em menores proporções. Na forma que conhecemos, ele representa a fase líquida do betume — nome genérico atribuído a toda substância natural combustível, composta principalmente de hidrogênio e carbono (hidrocarbonetos), em suas várias combinações. O betume se encontra na natureza também sob as formas sólida, pastosa e gasosa, que correspondem, respectivamente, ao asfalto natural, ao piche (intermediário entre o asfalto e o petróleo) e ao gás natural (composto de uma mistura de gás metano com hidrocarbonetos leves).

O petróleo é comumente classificado como mineralóide, em virtude de não possuir a estrutura cristalina definida que caracteriza os minerais. Também não poderia ser

classificado como rocha, uma vez que esta atua apenas como um reservatório para o óleo (ver 'Rocha'). A pressão e a temperatura do petróleo aumentam com a idade e a profundidade dos reservatórios, diminuindo sua viscosidade e ocasionando variações de cor que vão do preto (o mais recente, raso e viscoso), até o vermelho e o amarelo (o de maior idade, profundidade e fluidez). Sob a luz branca, o petróleo assume coloração verde por efeito de sua fluorescência.

A ORIGEM DO PETRÓLEO

Para explicar a existência do petróleo na natureza, a teoria mais aceita atualmente é aquela que atribui a ele origem orgânica. Segundo essa teoria, a presença de compostos de nitrogênio e clorofila na composi-

ção do petróleo indicaria a participação de restos animais e vegetais fossilizados na sua formação. O processo de formação teria início a partir de matéria orgânica pastosa, composta de microrganismos animais e vegetais submersos (plâncton). Essa 'pasta' orgânica, sob ação de bactérias e em associação com lama e areia, daria origem à formação de sedimentos marinhos ricos em matéria orgânica — o sapropel (do grego *sapros*, podre; e *pelos*, lama). Uma vez consolidado, o sapropel se transformaria em um tipo de rocha sedimentar denominada, então, rocha-geradora. Durante a fase de formação da rocha-geradora, a matéria orgânica original sofreria a ação de processos físico-químicos, ao longo da lenta evolução geológica da Terra, resultando na formação de hidrocarbonetos pesados. Após milhões de anos, por efeito das variações de pressão e temperatura, e da

ROCHA

A rocha é qualquer agregado natural de um ou mais minerais. É o material básico para o estudo da composição interior da Terra e de sua crosta, região em que se localiza o petróleo. De acordo com a origem e características físicas, os geólogos costumam dividir as rochas em três grupos. Há o grupo das rochas magmáticas ou ígneas, tais como o granito e o gabro, que se originam da consolidação de magma, material rochoso em fusão. Há o das rochas sedimentares, espécies de rochas granuladas, formadas a partir da deposição, na superfície terrestre, de restos (sedimentos) da destruição de outros tipos de rochas pela erosão. As rochas sedimentares são classificadas segundo as dimensões dos 'grãos' de sedimentos que as constituem e o volume dos poros vazios entre eles, onde se armazena o petróleo. Em ordem decrescente do tamanho dos grãos, entre as rochas sedimentares temos o calcário, o arenito, a argila e o folhelho, este formado por grãos finíssimos que o tornam impermeável. E há, por fim, um terceiro grupo, o das rochas metamórficas, formadas a partir de transformações físicas sofridas pelas rochas magmáticas e sedimentares, como o quartzo e o mármore.

A ORIGEM DO PETRÓLEO NO CALENDÁRIO GEOLÓGICO.

ERAS	PERÍODOS	EPOCAS	TEMPO-ANOS	CARACTERÍSTICAS	MAT. ORG. %	PETRÓLEO %
CENOZÓICA	Quaternário	Holoceno	11.000	Homem	—	—
		Pleistoceno	1.000.000	Glaciação no Hemisfério Norte	—	—
	Terciário	Plioceno	12.000.000	Mamíferos e Fanerógamas	80	14,5
		Mioceno	23.000.000		82 (1)	21,7 (1)
		Oligoceno	35.000.000		78 (2)	17,9 (2)
		Eoceno	55.000.000		75	4,5
Paleoceno	70.000.000	65	4,3			
MESOZÓICA	Cretáceo	135.000.000	Répteis gigantes e coníferas	70 (3)	18,3 (3)	
	Jurássico	180.000.000		55	4,4	
	Triássico	220.000.000		45	4,3	
PALEOZÓICA	Permiano	Carbonífero	270.000.000	Anfíbios e criptógamas. Peixes, vegetação nos continentes.	40	4,2
		Devoniano	350.000.000		45 (4)	7,1 (4)
		400.000.000	18		0,7	
	Siluriano	430.000.000	Invertebrados, fósseis e vida aquática.	20	0,8	
		490.000.000		25	2,1	
Cambriano	600.000.000	10	0,4			
PRÉ-CAMBRIANO SUPERIOR PROTEROZOICA	Algonquiano		Menos de 2 bilhões de anos.	Restos raros de bactérias, fungos, algas, crustáceos e celenterados	—	—
PRÉ-CAMBRIANO MÉDIO			Mais de dois bilhões de anos	Evidências raras de fósseis.	—	—
PRÉ-CAMBRIANO INFERIOR ARQUEOZOICA	Arqueano Início da Terra		Cerca de 4,5 bilhões de anos	—	—	—

FIGURA 1. Formação e extração do petróleo, de acordo com o calendário geológico. A tabela mostra a abundância relativa de matéria orgânica, maior nos sedimentos mais recentes (1), (2) e (3), e a percentagem de petróleo extraído, segundo sua origem no tempo. Note-se a maior produtividade das rochas cenozoicas e mesozoicas e a correlação existente entre a quantidade de matéria orgânica e a produção de petróleo cru em (1), (2), (3), e (4).

FONTE: Adaptado de LEINZ V. e AMARAL S.. *Geologia geral*, Rio de Janeiro, Companhia Editora Nacional, 1980.

conseqüente diferenciação dos materiais envolvidos, esses hidrocarbonetos teriam originado componentes mais leves, como o gás natural e o petróleo que, com o carvão vegetal, constituem os chamados combustíveis fósseis não-renováveis (figura 1).

A FORMAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

Segundo a teoria da origem orgânica do petróleo, o elemento essencial para a formação de um reservatório de petróleo é a existência de rocha sedimentar com poros interligados por canais de dimensões e distribuição espacial adequadas ao armazenamento e ao deslocamento do petróleo pelo seu interior, como se pode ver na figura 2. São duas as características físicas que permitem avaliar o potencial de uma rocha sedimentar como possível rocha-reservatório: a permeabilidade e a porosidade, sendo esta definida como a razão entre o volume estimado dos poros da amostra e seu volume total, expresso em porcentagem.

Para efeito de análises de laboratório, considera-se que as características de uma pequena amostra da rocha-reservatório sejam representativas da rocha como um todo. Esta simplificação permite estimar a capacidade volumar média de armazenamento de gás e petróleo em rochas sedimentares, a partir da análise de uma fração de

seu volume. As rochas sedimentares se encontram normalmente nos leitos de rios, baías, mares continentais e regiões litorâneas, formando as chamadas bacias sedimentares. Desse modo, essas bacias são os locais onde existe maior probabilidade de ser encontrado petróleo, quase sempre em associação com o gás natural (figura 3).

As áreas produtivas indicadas no mapa possibilitaram à Petrobrás atingir a marca atual de 700 mil barris/dia de extração de petróleo, equivalentes a cerca de 60% do consumo do país. Estudos recentes indicam a existência de reservas capazes de elevar a produção até o nível da auto-suficiência. Para tornar realidade esta meta, porém, é preciso que se retome o fluxo de investimentos no setor, com a manutenção do controle estatal nos moldes já estabelecidos.

Descobertas arqueológicas recentes indicam que o petróleo foi usado como argamassa para a construção de habitações já na antiga Mesopotâmia, atual Iraque. No entanto, considera-se que o nascimento da moderna indústria petrolífera se deu em 1859, ano da primeira perfuração de um poço petrolífero, realizada por Edwin L. Drake, na Pensilvânia, Estados Unidos, em decorrência de um caso raro de afloramento natural do petróleo à superfície. Hoje, sabe-se que o petróleo se encontra oculto no interior da crosta terrestre, em profundidades conhecidas de até oito quilômetros,

sendo praticamente impossível detectar sua presença a partir de simples observação visual da superfície. Por esse motivo, adquirem importância especial os estudos sobre a formação e evolução dos reservatórios de petróleo.

Esses estudos permitem esboçar os tipos de estrutura geológica mais propícios à acumulação e ao armazenamento do petróleo.

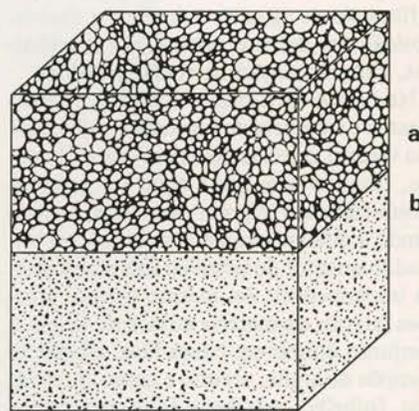


FIGURA 2. Armazenamento de petróleo nos poros de rocha sedimentar (a) em arenito grosso, com diâmetro médio dos grãos na faixa de 2 mm; (b) em arenito muito fino, com diâmetro médio na faixa de 0,1 mm, conforme a classificação de Wentworth.



A figura 4 ilustra as fases principais da formação de um reservatório petrolífero. A seqüência (de 4a a 4d) mostra a formação do petróleo numa rocha-geradora e sua ascensão e acumulação nas dobras convexas, chamadas anticlinais, de uma estrutura geológica em evolução. A figura 4a ilustra uma hipotética bacia sedimentar paleozóica, composta de uma lâmina d'água sobre camadas sucessivas de plâncton, detritos orgânicos, detritos inorgânicos, sapropel e base granítica. Nessa fase inicial, ocorre a infiltração de água no subsolo e a decomposição dos detritos orgânicos e inorgânicos, com formação de rocha-geradora.

Na figura 4b, a bacia, atulhada de sedimentos e recoberta de vegetação, sofre pressão vertical exercida pelo peso dos sedimentos, fazendo com que a água e o petróleo recém-formado migrem para cima, ocasionando a diferenciação dos materiais e o 'armadilhamento' do petróleo sob uma camada impermeável. Ao mesmo tempo, pressões laterais da matéria adjacente fazem o conjunto dobrar-se. Nesta fase, a bacia se compõe de argila, arenito e calcário terciários, folhelho, petróleo e água em arenitos

cretáceos, arenito e calcário carboníferos e granito.

Em seguida, na figura 4c, os aumentos da força de compactação vertical exercida pelo peso dos sedimentos e da compressão lateral, a que estão submetidas as camadas inferiores da bacia sedimentar, elevam a temperatura, acentuando os processos de dobramento e diferenciação dos materiais e ocasionando a liberação de gás e a acumulação de petróleo, contido pela rocha-teto (folhelho) nas estruturas anticlinais. Forma-se uma camada entre o gás, menos denso, em cima, e a água, mais densa, embaixo. Como resultado, temos a estrutura composta de argila, arenito terciário, calcário cretáceo, folhelho, gás, petróleo, água em arenitos cretáceos, folhelho e calcário carboníferos, dolomito e base granítica. Na figura 4d, encontra-se um detalhe ampliado da região do primeiro reservatório, formando uma típica estrutura geológica anticlinal, muito comum nos estudos de prospecção de petróleo. Nessa figura, observa-se que a conformação geológica do subsolo proporcionou o desenvolvimento de um reservatório no interior de uma 'ar-

madilha' rochosa, onde ficaram confinados gás e petróleo.

A seqüência da figura 4 indica ainda que a ocorrência de um reservatório petrolífero de exploração economicamente viável deve satisfazer a condições especiais. A primeira condição é a existência da rocha-geradora e de transformações químicas a ela associadas. A segunda é a ocorrência de processos migratórios, envolvendo a presença de petróleo, gás e água, em canais conectados por onde possam circular. A terceira é a existência da rocha-reservatório com porosidade e permeabilidade suficientes para que o petróleo possa fluir livremente, desde os poros onde se armazena até a perfuração por onde é extraído. A quarta é a existência de rocha-teto impermeável, para impedir o escape do petróleo acumulado. E, por fim, é preciso que existam estruturas acumuladoras, 'trapeamentos' (termo técnico derivado do inglês *trap*, armadilha), onde se forma o reservatório. A figura 5 ilustra outras formações geológicas que, como o anticlinal, também favorecem a acumulação de petróleo e gás.

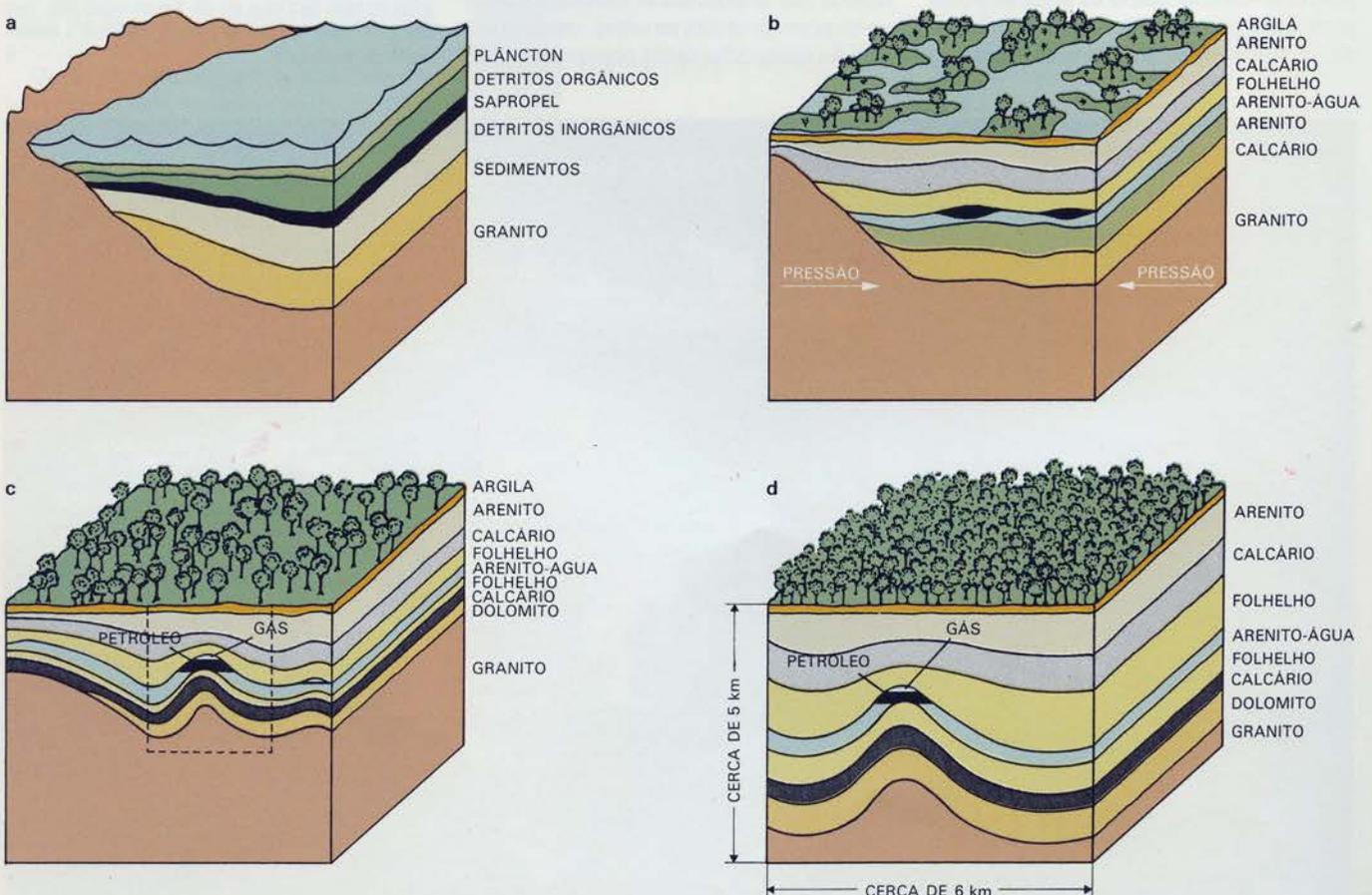


FIGURA 4. Etapas de formação de um típico reservatório de petróleo em uma estrutura geológica do tipo anticlinal.

FONTE: Adaptado de LEINZ V. e AMARAL S., *Geologia geral*, Rio de Janeiro, Companhia Editora Nacional, 1980.

A PROSPECÇÃO SÍSMICA

Atualmente, o trabalho de prospecção de petróleo se faz com a aplicação de métodos geofísicos (ver 'Métodos geofísicos'). A etapa inicial da atividade de prospecção envolve a realização de reconhecimento geológico superficial e levantamentos gravimétricos e/ou magnetométricos, visando à localização e delimitação da bacia sedimentar. Numa segunda etapa, o método de prospecção sísmica de reflexão é utilizado com o objetivo de obter o necessário detalhamento da estrutura geológica mais profunda do subsolo.

O método de prospecção sísmica consiste na coleta, processamento e interpretação de dados sísmicos, obtidos através da geração controlada de microsismos artificiais, provocados por meio de pequenas fontes sísmicas de baixa energia na superfície da região em estudo. Na fase de coleta, as ondas sísmicas geradas se propagam no subsolo, sofrendo reflexões, refrações e variações de amplitude. Estas variações de amplitude dependem dos coeficientes de reflexão das sucessivas interfaces entre as camadas de materiais geológicos distintos que estas ondas atravessam (ver 'Coeficiente de reflexão').

As ondas, que retornam à superfície após serem refletidas nas interfaces, são detectadas em geofones ou hidrofones e têm sua amplitude e tempo de percurso entre fonte e sensores registrados com precisão em fita magnética, junto com informações sobre o arranjo adotado e a procedência dos dados. As figuras 6 e 7, respectivamente, ilustram as etapas de levantamento sísmico terrestre e marítimo. A figura 8 fornece estimativas dos custos aproximados desses tipos de levantamentos no Brasil e nos Estados Unidos.

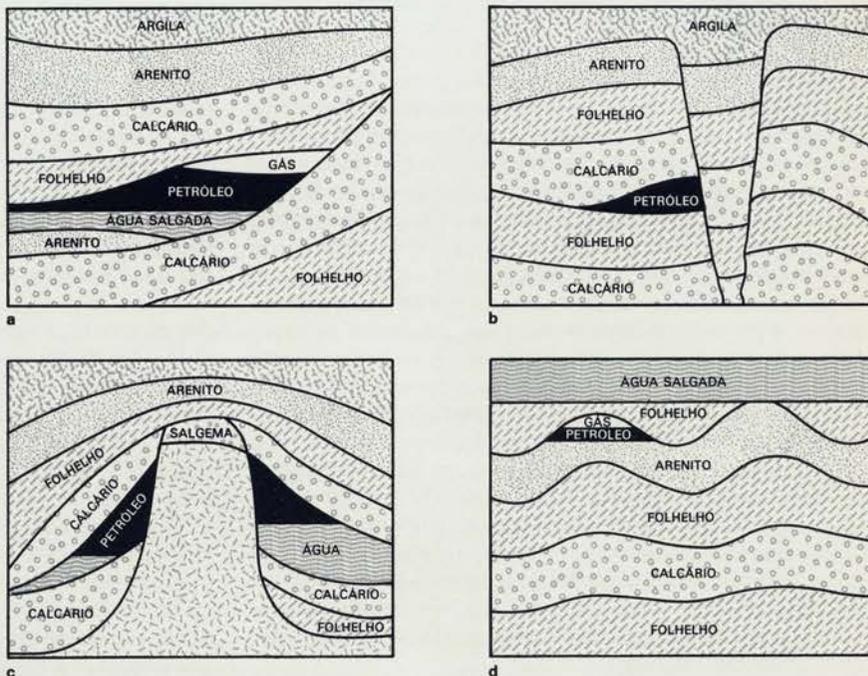


FIGURA 5. Estruturas geológicas propícias para a formação de reservatórios de petróleo: (a) formação estratigráfica (de estratigrafia, estudo geológico das rochas estruturadas em estratos ou camadas); (b) fossa tectônica, de tectônica (estudo dos movimentos dos continentes, causadores das dobras e falhas geológicas); (c) domo salino; (d) superfície de discordância.

PAIS	km LEVANTADOS	CUSTOS	CUSTO/km
EUA (T)	218.661	461.000.000	2.109
EUA (M)	280.936	77.000.000	274
BRASIL (T)	2.410	6.000.000	2.500*
BRASIL (M)	25.185	4.000.000	173

CRÉDITO: DUARTE O., *Processamento de reflexão sísmica*, Rio de Janeiro, Petrobrás/Cenpes/Diven, 1986.

FIGURA 8. Custos de levantamentos terrestres (T) e marítimos (M) nos Estados Unidos e no Brasil, em 1978 (em dólares). Excluídos os custos de processamento, cada km² consome 310 dólares, exceto na região amazônica, onde este valor sobe para 3.500 dólares por km².

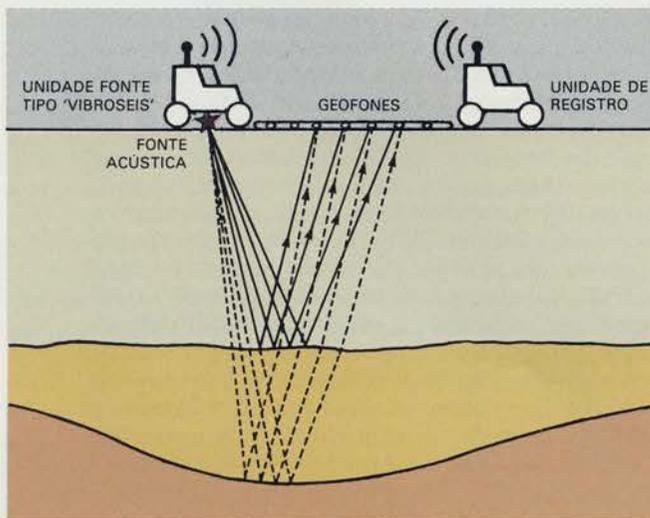


FIGURA 6. Ilustração da etapa de levantamento sísmico terrestre.

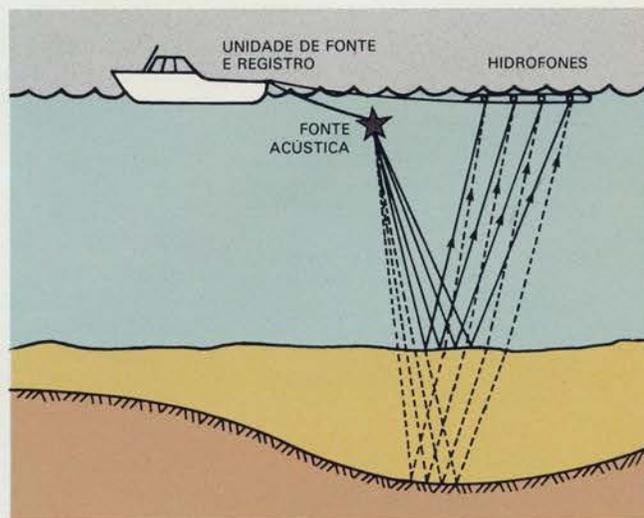


FIGURA 7. Ilustração da etapa de levantamento sísmico marinho.

MÉTODOS GEOFÍSICOS

São os métodos de pesquisa utilizados pela ciência geofísica para estudar fenômenos físicos que envolvem as matérias sólida, líquida e gasosa presentes no interior, na superfície e na atmosfera da Terra. Os principais são a gravimetria (que se dedica à medida, mapeamento e análise do campo gravitacional), a magnetometria (que observa o campo geomagnético) e a sísmica (que se especializou no campo das ondas geolásticas). Estes métodos fundamentam-se na observação de fenômenos físicos que ocorrem no interior da Terra e são registrados em instrumentos apropriados instalados na superfície ou em aeronaves e satélites artificiais. A idéia básica destes métodos é estudar as variações desses campos visando a estabelecer as características físicas dos materiais presentes no interior terrestre (como densidade, parâmetros elétricos, magnéticos e elásticos). O objetivo é fornecer aos geofísicos informações sobre a estrutura e a composição interior do planeta, ou de pequenas regiões próximas à sua superfície. Desde os primeiros lançamentos de sondas interplanetárias equipadas com instrumental geofísico, estes métodos também têm sido aplicados, na área de planetologia, aos estudos da composição material de quase todos os planetas do sistema solar, além de alguns de seus satélites.

Dentre os métodos geofísicos, assume importância especial o método sísmico, baseado nas teorias e técnicas desenvolvidas na sismologia (do grego *seismo*, tremor), área da geofísica que trata do registro, análise e estudo das vibrações elásticas (ondas sísmicas) que se propagam na Terra, visando à localização, quantificação, documentação e prevenção dos terremotos provocados por estas na superfície. A sismologia utiliza o método sísmico, ou sismológico, como uma espécie de método radiográfico para o estudo da forma e composição dos materiais presentes na estrutura do planeta, a partir da análise da dependência entre velocidade de propagação das ondas sísmicas e a densidade e os parâmetros elásticos dos materiais em que estas se propagam. De sua aplicação resultou a maior parte das informações atuais sobre a constituição interna da Terra (figura 9) e sua divisão em crosta (entre zero e cerca de 40 km de profundidade), manto (entre 40 e cerca de 2.900 km), núcleo externo (entre 2.900 e cerca de 5.100 km) e, finalmente (entre 5.100 e cerca de 6.370 km), núcleo interno (ver 'O interior da Terra', em *Ciência Hoje* n° 5).

O método sísmico também se aplica às atividades econômicas de prospecção mineral e de petróleo (a chamada prospecção sísmica) e à engenharia sísmica, que trata das técnicas de construção que permitem ao homem proteger-se dos efeitos de terremotos catastróficos. No método de prospecção sísmica utilizam-se dispositivos sensores de ondas sísmicas terrestres (geofones) ou marinhas (hidrofonos), para converter as vibrações elásticas (de pressão) da superfície em sinais elétricos que serão registrados em papel, ou reproduzidos neste a partir de registros em fita magnética. Estes registros constituem os sismogramas e são a representação gráfica, ao longo do tempo, da amplitude das ondas sísmicas provocadas por dispositivos artificiais geradores de energia mecânica, capaz de excitar a propagação de ondas sísmicas pelo interior da Terra. Entre estes dispositivos estão o 'vibroseis', espécie de bate-estaca vibratório utilizado como fonte de ondas sísmicas artificiais terrestres, e o 'aquapulse', espécie de gerador de ondas de choque usado como fonte sísmica artificial em levantamentos marinhos.

A liberação da energia sísmica ocorre num ponto da Terra denominado foco ou ponto de tiro. As ondas sísmicas provocadas no foco se propagam pela Terra, provocando deslocamentos das partículas dos materiais que se encontram em seu percurso. Essas ondas se dividem em duas espécies. Há as ondas de volume, que se propagam pelo interior do planeta, e as ondas superficiais. As ondas de volume podem ser do tipo P (primária, a de maior velocidade, onda longitudinal à direção de propagação) e do tipo S (secundária, onda transversal) (ver 'No rastro dos terremotos', em *Ciência Hoje* n° 42). A onda P é a mais importante para os estudos de prospecção sísmica.

Dependendo dos objetivos da prospecção sísmica numa região, adota-se um determinado padrão de distribuição dos geofones no solo (que se denomina 'arranjo' e pode ser linear ou por área). O conjunto dos sismogramas registrados simultaneamente por um arranjo de geofones se chama seção sísmica. A criteriosa interpretação das seções sísmicas constitui a etapa decisiva do método de prospecção sísmica de petróleo, na qual serão gerados os mapas da estrutura do subsolo, que auxiliarão os geofísicos nas decisões sobre a conveniência econômica da perfuração do poço na região em estudo.

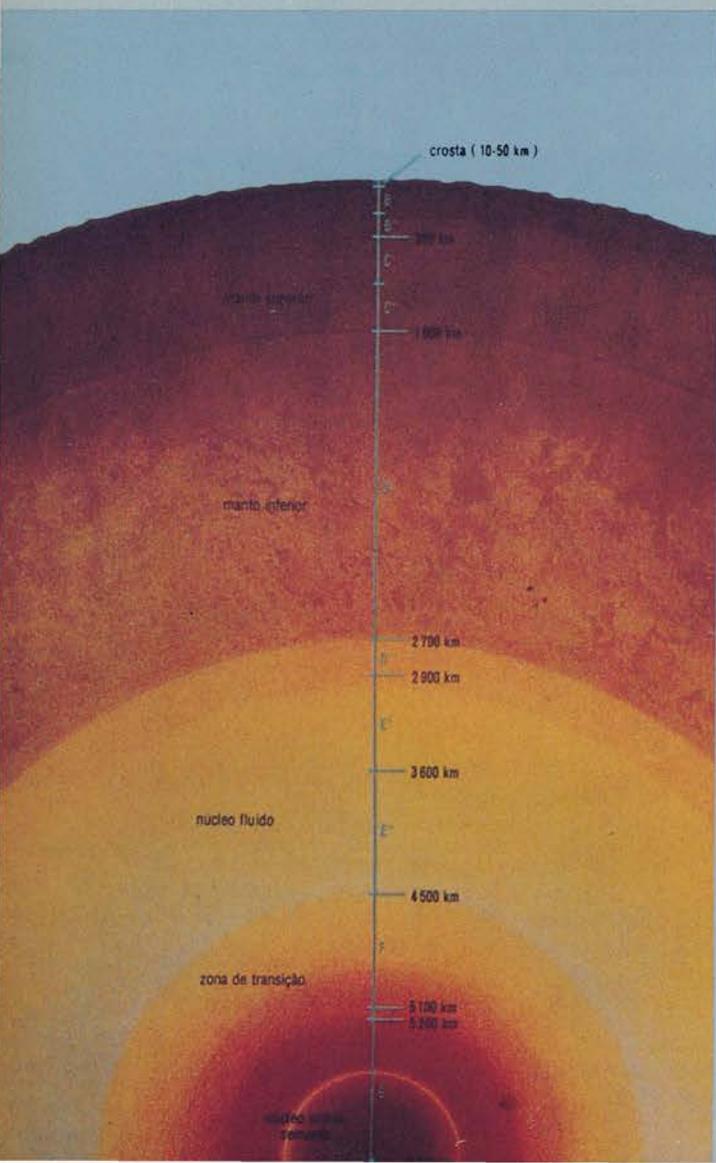
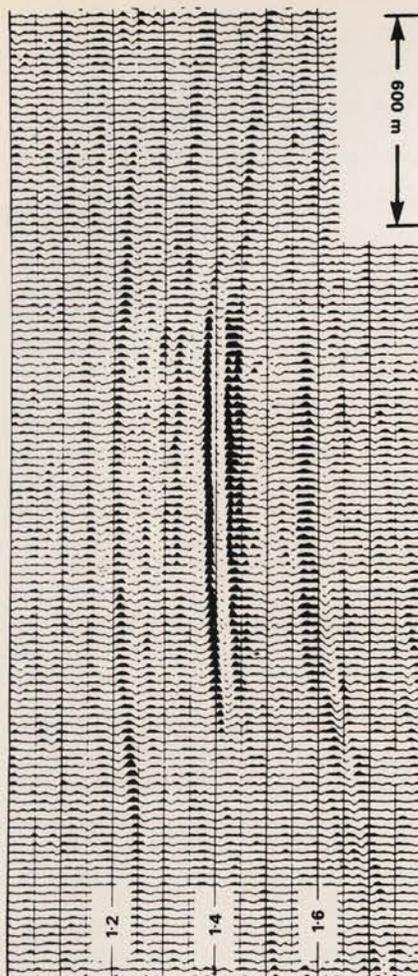


FIGURA 9. Estrutura interior da Terra, definida com base em estudos geofísicos.

DISTÂNCIA (km)



TEMPO DE PERCURSO (s)

FIGURA 10. Parte de uma seção sísmica, após processamento, obtida com levantamento sísmico de reflexão no campo. As áreas realçadas em preto identificam, traço a traço, a presença de gás e/ou petróleo.

FONTE: KEAREY P. e BROOKS M., *An introduction to geophysical exploration*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1984.

No processamento, os registros em fita são fornecidos a computadores para a determinação da velocidade média de propagação da onda sísmica no subsolo, correções nos valores de tempo de reflexão e geração da seção sísmica correspondente (figura 10). Os traços dos sismogramas presentes na seção sísmica traduzem as características de variação de tempo de percurso (posição do traço no eixo vertical) e da amplitude relativa (horizontal) das ondas sísmicas refletidas em cada interface e detectadas nos geofones dispostos ao longo da superfície. A posterior conversão dos valores de tempo de percurso em valores correspondentes de profundidade das camadas permite o mapeamento da estrutura geológica do subsolo, com a determinação da forma e espessura aproximada de suas camadas.

A fase crítica do método de prospecção sísmica é a interpretação. É nessa etapa que, a partir das informações de tempo e amplitude presentes na seção sísmica, a localização e a extensão de eventuais reservas de petróleo e gás natural podem ser determinadas. É com base no trabalho de interpretação da seção sísmica que se decide sobre a conveniência econômica da efeti-

va perfuração de um poço de petróleo, embora, como todo trabalho de interpretação, também este esteja sujeito a um componente subjetivo importante.

Atualmente, mesmo com a utilização de procedimentos técnicos e recursos de informática bastante sofisticados nas fases de coleta e processamento de dados sísmicos, somente a efetiva perfuração do poço permite verificar a real ocorrência do produto no valor estimado. Nesse contexto, o método de modelamento sísmico vem a ser um instrumento auxiliar ao trabalho de interpretação, fornecendo meio de avaliação objetiva das informações resultantes do processamento sísmico convencional.

O PETRÓLEO E A MATEMÁTICA

De um modo geral, a técnica de modelamento parte da proposição de uma teoria matemática sobre um fenômeno em estudo e da definição de um modelo que consiste numa representação numérica aproximada do meio onde este fenômeno ocorre. A aplicação da teoria ao modelo permite a construção de um simulacro do fenômeno real que, de outro modo, não poderíamos visualizar. O objetivo essencial do método é permitir que as diferenças entre o simulacro e o fenômeno real possam dar origem a teorias mais precisas e modelos mais refinados da realidade.

COEFICIENTE DE REFLEXÃO

Na prospecção sísmica, uma camada de material geológico é caracterizada por sua impedância acústica, definida como o produto da densidade (d) da camada pela velocidade (v) da onda sísmica P ao atravessá-la. Assim, duas camadas superpostas de materiais geológicos, com diferentes impedâncias acústicas, determinam, na superfície de contato entre elas, uma interface sísmica. Nesta interface, parte da energia associada à onda sísmica que atravessa a camada superior, incidindo na interface, será refletida de volta à superfície e parte será refratada e transmitida à camada inferior, conforme o ângulo de incidência e os valores relativos de impedância acústica em cada camada.

O coeficiente de reflexão expressa a parcela da energia sísmica que será refletida na interface, em função do contraste de impedância acústica entre os materiais de contato. Para as ondas que incidem verticalmente à interface, o coeficiente de reflexão (r) é determinado pela fórmula da figura 11, em que $v_1 \cdot d_1$ e $v_2 \cdot d_2$ representam as impedâncias acústicas nas camadas 1 e 2. O coeficiente de reflexão pode ser positivo ou negativo, variando de $R = -1$ a $R = +1$, conforme as velocidades relativas das ondas sísmicas nas camadas acima e abaixo da interface em que a onda incide. Assim, R é positivo para v_1 menor que v_2 e negativo para v_1 maior que v_2 . Neste caso, a polaridade da onda sísmica refletida sofrerá uma mudança de fase de 180 graus, sendo inversa à da onda incidente na interface, como ilustrado na figura 11b.

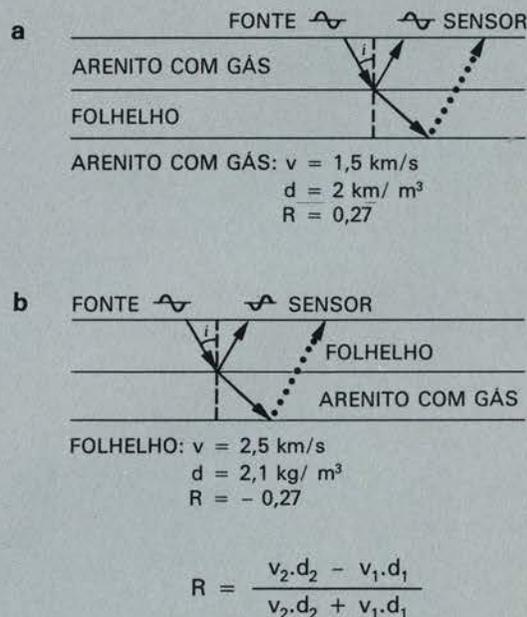


FIGURA 11. Determinação do coeficiente de reflexão de uma onda sísmica, incidindo na interface entre duas camadas de material geológico: (a) para v_1 menor do que v_2 ; (b) para v_1 maior do que v_2 . Na prática, dada a velocidade, a densidade pode ser expressa como $d = 2v + 1,7$.

MODELAMENTO SÍSMICO

O modelamento sísmico é um método para a descrição matemática e simulação em computador do fenômeno físico de propagação de ondas sísmicas. Ao contrário do método sísmico, em que, a partir dos dados registrados no campo, se objetiva extrair informações sobre o interior do planeta, o modelamento sísmico parte de teorias sobre o fenômeno de propagação de ondas sísmicas, aplicando-as a modelos geológicos para, através da simulação do modelo observado, determinar os efeitos da geometria e da composição geológica das camadas internas da Terra sobre a trajetória e a distribuição de energia da onda sísmica que atravessa uma região do planeta.

O modelamento sísmico por traçado de raios se fundamenta na teoria assintótica de raios, a teoria física que possibilita o tratamento do fenômeno de propagação de ondas, descrito pela óptica física, em termos dos conceitos e leis derivados da óptica geométrica. A palavra assintótica (de assintota, reta tangente no infinito a uma curva no mesmo plano) refere-se ao fato de que, considerando-se a amplitude da onda sísmica formada pelo somatório das amplitudes de n termos, então o gráfico de amplitude *versus* valores inteiros de n mostra que, ao se aumentar n indefinidamente, a amplitude decai rapidamente. Por outro lado, para n tendendo ao infinito, os valores de amplitude (curva plana) aproximam-se assintoticamente do eixo n (reta tangente), como se pode ver na figura 12a.

Ainda na figura 12a, é fácil verificar que o termo de amplitude de ordem $n = 0$ não transporta a maior parte da energia da onda sísmica, sendo então associado a um hipotético feixe de raios sísmicos, que se propaga pelo modelo considerado na figura 12b. Da teoria assintótica de raios deriva o sistema de traçado de raios (figura 12c), em que, dada a distribuição espacial dos valores de velocidade da onda sísmica P , $v(r)$, ao longo do meio, é possível determinar as variações de direção e módulo do vetor vagarosidade (dP), perpendicular à frente da onda e de igual valor ao inverso da velocidade. Este inverso da velocidade será usado para determinar, ao longo da variação infinitesimal do comprimento do raio (ds), os pontos de trajetória (dr) dos raios sísmicos gerados na fonte, em um modelo predefinido.

Da mesma teoria assintótica também deriva a equação iconal (do grego *eikon*, imagem), como se pode ver na figura 12d, para, dada a velocidade, calcular-se a variação espacial (∇S) da função iconal $S(r)$, que descreve o tempo de percurso da onda sísmica, em cada ponto da trajetória (dr) descrita pelo raio sísmico. Outra derivação da teoria assintótica é a equação do espalhamento geométrico (figura 12e), em que dadas a amplitude na fonte A_{S_0} , as velocidades (v_{S_0} e v_S) e as áreas do feixe de raios sísmicos ($\Delta\sigma_S$ e $\Delta\sigma_{S_0}$) em dois pontos vizinhos da trajetória (s_0 e s), calculam-se, sucessivamente, os valores de amplitude ao longo da trajetória A_S , em função do espalhamento geométrico do feixe de raios sísmicos, à medida que se afasta da fonte, como já se viu na figura 12b. E, por fim, também deriva da teoria assintótica a equação de transporte de energia (figura 12f), que, a partir dos resultados de amplitude e fase, fornece a distribuição de amplitude das ondas sísmicas, ao longo do percurso entre a fonte e um grupo de sensores hipoteticamente instalado na superfície do modelo.

Os resultados dos cálculos são obtidos sob a forma de gráficos: os diagramas de traçados de raios sísmicos e as curvas de tempo *versus* percurso e de amplitude *versus* percurso associadas, definindo as características de propagação de ondas sísmicas detectadas em sensores colocados a distâncias conhecidas da fonte, na superfície de modelos geológicos bidimensionais, representando um 'corte' de uma região da crosta terrestre. A composição dos valores das curvas tempo *versus* percurso e amplitude *versus* percurso para cada um dos geofones dispostos em um mesmo gráfico constitui a seção sísmica sintética, produto final gerado como resultado da simulação da atividade de prospecção sísmica no modelo.

Os procedimentos matemáticos envolvidos nas etapas de cálculo do modelamento sísmico estão codificados no *Seismic Ray Package - 83*, um conjunto de programas desenvolvidos para computadores de grande porte por Vlatislav Cerveny e a equipe do Institute Charles of Geophysics, de Praga, Tchecoslováquia. Desde setembro de 1989, Cerveny vem orientando teses de mestrado e doutorado em sua especialidade, como professor visitante do Programa de Pós-Graduação em Geofísica da Universidade Federal da Bahia, através de convênio com a Petrobrás.

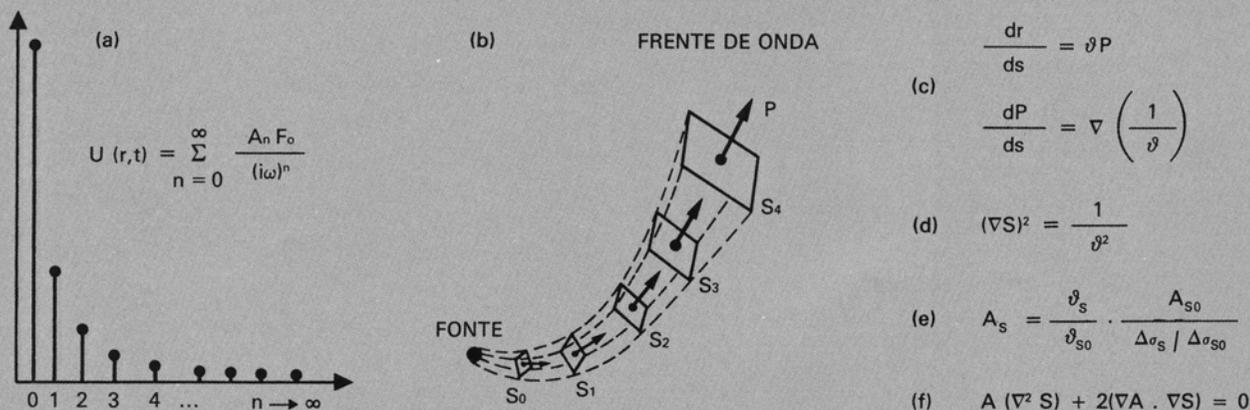


FIGURA 12. (a) Curva de distribuição da amplitude da onda sísmica. A série expressa o deslocamento $U(r,t)$ sofrido por uma partícula material na trajetória da onda sísmica, sendo F_0 a função que define a fonte sísmica utilizada e ω sua frequência; (b) construção geométrica do raio sísmico, a partir da frente de onda; (c) sistema de traçado de raios; (d) equação iconal; (e) equação do espalhamento geométrico; (f) equação de transporte de energia.

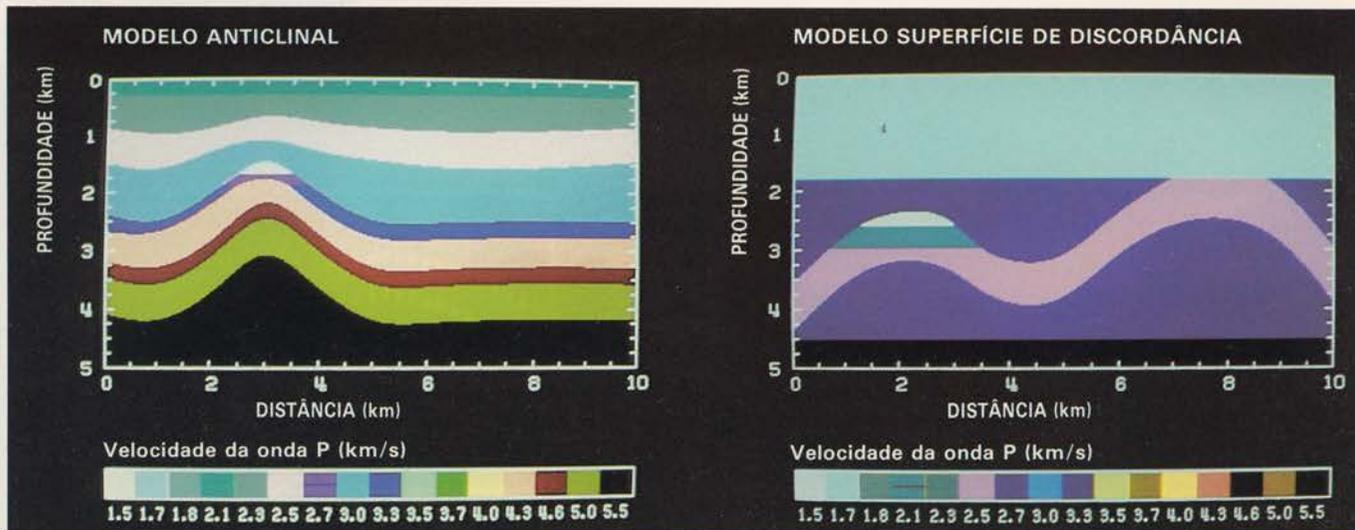


FIGURA 13. (a) Modelo do tipo anticlinal definido a partir da estrutura geológica mostrada na figura 4d; (b) modelo do tipo superfície de discordância, definido para a simulação de levantamento sísmico na estrutura geológica mostrada pela figura 5d. O traço preto na escala de velocidades indica a presença de petróleo na camada.

MATERIAIS INCONSOLIDADOS	Vp (km/s)
Areia seca	0,2 - 1,0
Areia encharcada	1,5 - 2,0
Argila	1,0 - 2,5
Folhelho	2,5 - 4,0
ROCHAS SEDIMENTARES	Vp (km/s)
Arenito terciário	2,0 - 2,5
Arenito carbonífero	4,0 - 4,6
Arenito cambriano — quartzito	5,5 - 6,0
Calcário cretáceo — giz	2,0 - 2,5
Calcário jurássico	3,0 - 4,0
Calcário carbonífero	5,0 - 5,5
Sal	4,5 - 5,0
Dolomitos	2,5 - 6,5
ROCHAS ÍGNEAS E METAMÓRFICAS	Vp (km/s)
Granito	5,5 - 6,0
Gabro	6,5 - 7,0
FLUIDOS PUROS	Vp (km/s)
Ar	0,3
Petróleo	1,4
Água	1,5

FIGURA 14. Velocidade da onda P para materiais de interesse em prospecção sísmica de petróleo. Valores determinados em laboratório, sob controle de pressão e temperatura adequados. Velocidades determinadas medindo-se os tempos de percurso de ondas P, geradas por pulsos acústicos de 1 Mhz em cilindros contendo amostras dos materiais.

FONTE: KEAREY P. e BROOKS M., *An introduction to geophysical exploration*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1984.

No caso do modelamento sísmico por traçado de raios, partindo-se de um modelo geológico que serve de base preliminar de interpretação, o que se deseja é determinar os efeitos da geometria, da composição e das dimensões das camadas do modelo sobre o traçado dos raios sísmicos emitidos na fonte, o tempo gasto entre fonte e sensores, bem como as variações de amplitudes das ondas sísmicas ao serem detectadas na superfície (ver 'Modelamento sísmico'). A comparação dos efeitos teóricos aos resultantes do processamento dos dados de

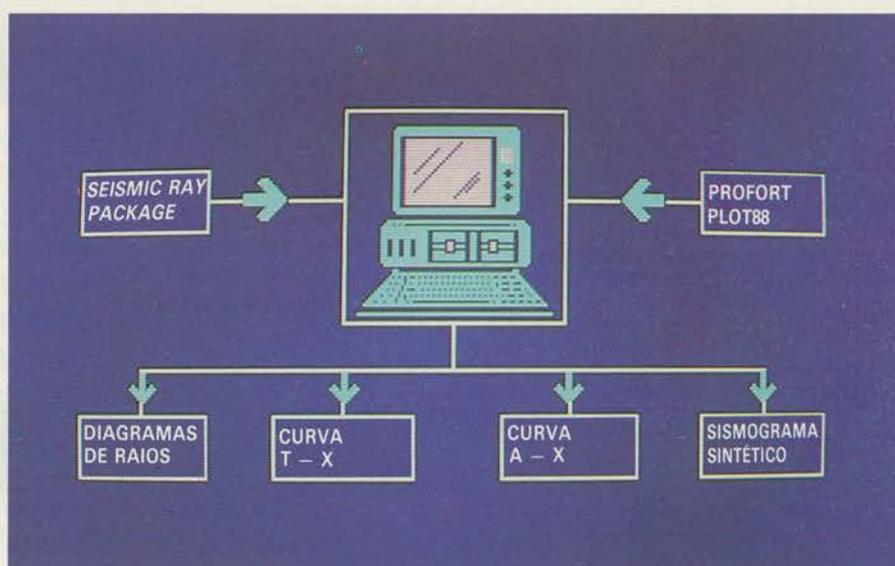


FIGURA 15. Recursos de *software* utilizados no modelamento sísmico em microcomputador do tipo IBM-PC. PROFORT é o compilador profissional Fortran e PLOT88 é o conjunto de sub-rotinas gráficas.

campo permite avaliar em que grau o modelo adotado se aproxima da estrutura real do subsolo, possibilitando correções iterativas do modelo inicial. A técnica de modelamento sísmico também pode ser utilizada na simulação de prospecção sísmica em estruturas geológicas como aquelas já mostradas na figura 5. Essa aplicação envolve a geração de seções sísmicas sintéticas para modelos de interesse na prospecção de petróleo, visando a estabelecer critérios para a interpretação dos dados reais.

Para exemplificar essa aplicação, utilizou-se um microcomputador IBM-PC compatível com adaptador gráfico e monitor padrão EGA, simulando-se a prospecção sísmica em modelos geológicos bidimensionais (figura 13), correspondentes às estruturas já apresentadas anteriormente nas figuras 4d e 5d. Os modelos foram forneci-

dos ao microcomputador sob a forma de malha de valores, na qual estão definidas a forma, as dimensões, a composição material (densidade) das camadas, a velocidade de propagação da onda sísmica de volume tipo P em cada camada (figura 14) e a localização da fonte e dos sensores segundo a extensão horizontal do modelo e sua profundidade.

O conjunto de programas *Seismic Ray Package*, adaptado para microcomputadores do tipo IBM PC em 1987, foi utilizado para a obtenção de diagramas de traçado de raios sísmicos, das curvas tempo *versus* percurso e amplitude *versus* percurso e das seções sísmicas sintéticas correspondentes (figura 15). Os resultados da simulação para os modelos anticlinal e superfície de discordância estão ilustrados, respectivamente, nas séries que compõem as figuras 16

MODELO ANTICLINAL

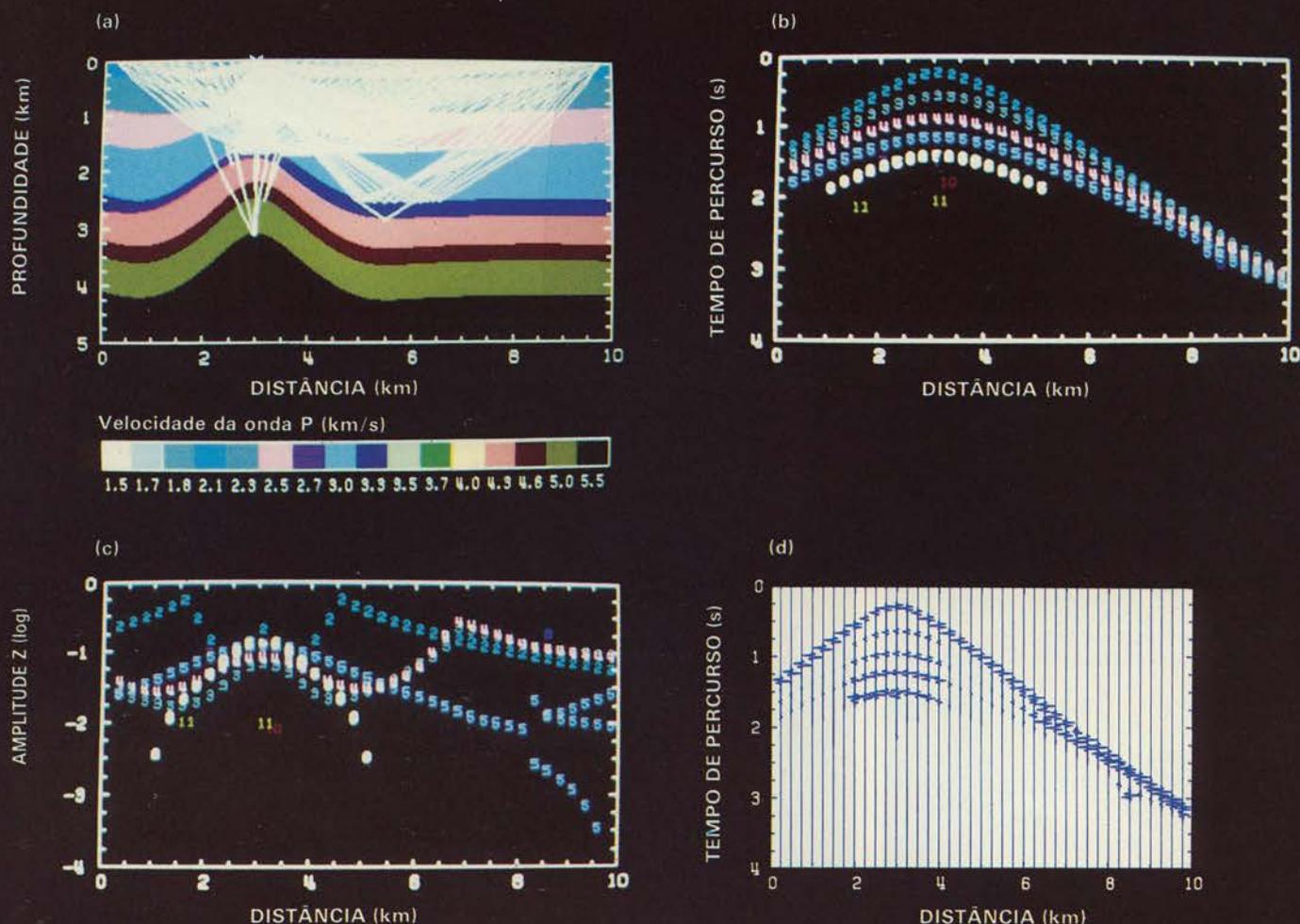


FIGURA 16. Resultados do modelamento sísmico no modelo anticlinal: (a) diagrama de traçado de raios sísmicos; (b) curva de tempo *versus* percurso das ondas sísmicas; (c) curva de amplitude *versus* percurso; e (d) seção sísmica sintética gerada no modelo.

e 17, fornecendo informações necessárias para a análise das características de propagação das ondas sísmicas ao longo daqueles modelos.

Nas figuras 16a e 17a estão representados os diagramas de traçado dos raios sísmicos refletidos nas sucessivas interfaces entre as camadas dos modelos, contadas de cima para baixo a partir da superfície. Esses diagramas permitem visualizar as trajetórias das ondas sísmicas através das camadas dos modelos, mostrando que a propagação das ondas sísmicas obedece às mesmas leis de reflexão da luz descritas pela física geométrica, em função dos contrastes de velocidade entre camadas vizinhas de materiais de diferentes densidades.

A influência da geometria das camadas sobre a trajetória das ondas fica também evidenciada pelos diagramas de traçado de raios, permitindo identificar os geofones não atingidos pelas ondas sísmicas, em vir-

tude da existência de ondulações acentuadas, rupturas, desníveis bruscos ou falhas no formato das camadas. As figuras 16b e 17b mostram as curvas de tempo *versus* percurso e as figuras 16c e 17c as curvas de amplitude *versus* percurso dos raios sísmicos detectados na superfície, numeradas em correspondência com as interfaces refletoras a que se referem. As figuras 16d e 17d representam, respectivamente, as seções sísmicas sintéticas para os modelos anticlinal e superfície de discordância. As seções sísmicas sintéticas reúnem as informações de tempo e amplitude em um só gráfico, servindo, em conjunto com os diagramas de traçado dos raios sísmicos, como elemento de análise para o estudo de determinadas características especiais, comumente observadas em seções sísmicas reais.

Uma análise simples das seções sísmicas sintéticas representadas nas figuras 16d e 17d permite identificar os efeitos da geo-

metria dos modelos e da presença de camadas de gás e petróleo sobre as trajetórias dos raios sísmicos e sobre as variações de amplitude associadas. Esses efeitos são indicados pela formação de padrões específicos na geometria das seções sísmicas sintéticas geradas e nas variações de amplitude dos 'traços' dos sismogramas que as compõem. Dentre estes podemos identificar, por exemplo, o efeito de sombra gerado pela presença de interfaces com gás, que atenuam a transmissão dos raios sísmicos incidentais para as camadas inferiores, como se pode ver para o modelo anticlinal na interface 6 (gás-petróleo) das figuras 16a, 16b e 16d. Nelas se nota a quase ausência de traços na parte inferior.

O mesmo pode ser verificado, em menor grau, para o modelo superfície de discordância, na interface 5 (petróleo-água) das figuras 17a, 17b e 17d. A chamada anomalia de amplitude, gerada pela passagem dos

MODELO SUPERFÍCIE DE DISCORDÂNCIA

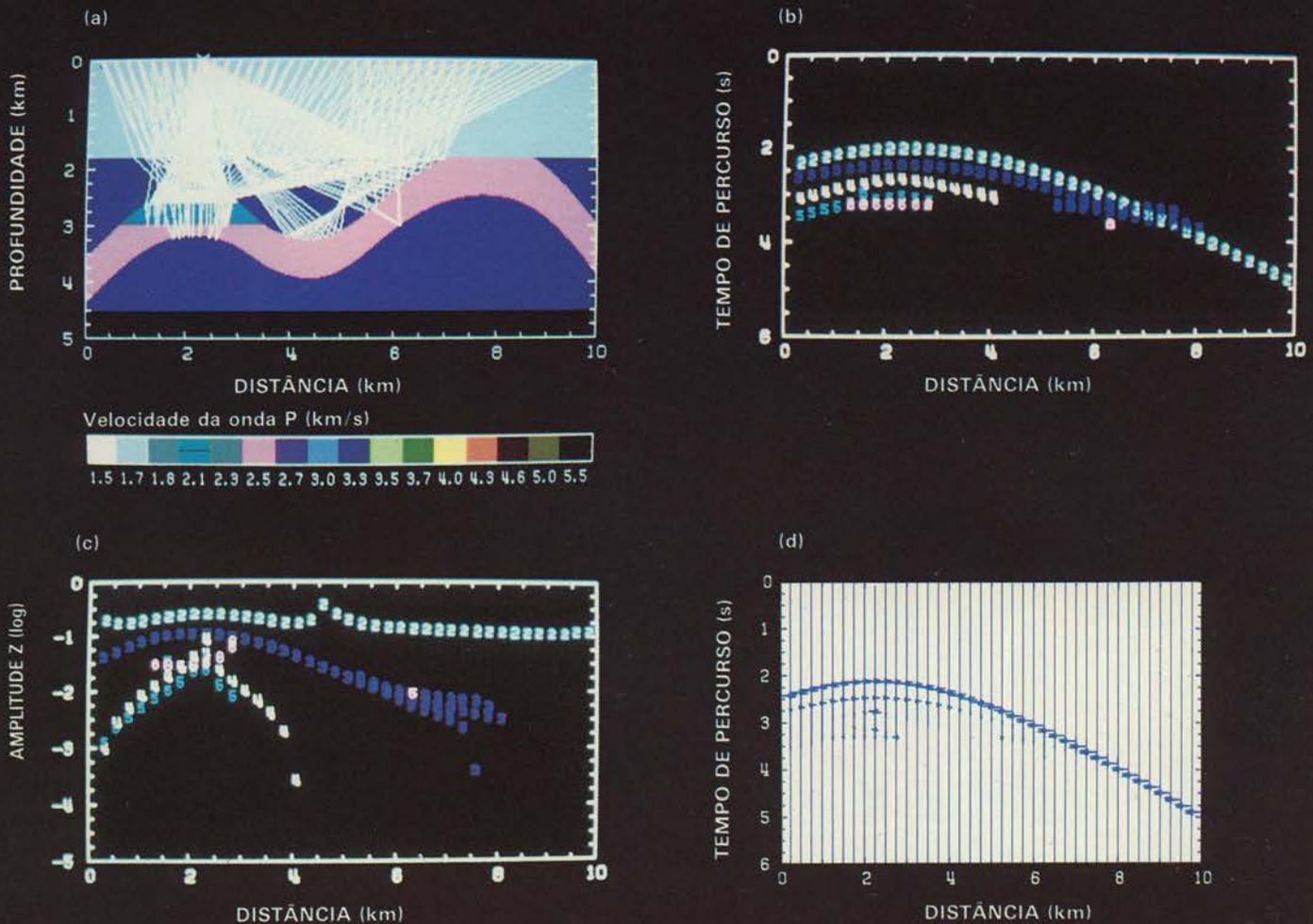


FIGURA 17. Resultados do modelamento sísmico no modelo superfície de discordância: (a) diagrama de traçado de raios sísmicos; (b) curva de tempo versus percurso das ondas sísmicas; (c) curva de amplitude versus percurso; e (d) seção sísmica sintética gerada no modelo.

raios sísmicos por interfaces com valores altos relativos de amplitude nos traços dos sismogramas das seções sísmicas, aparecem nas interfaces 5 (folhelho-gás) e 6 (gás-petróleo) do modelo anticlinal, como se pode ver na figura 16c. Essas interfaces, apesar de mais profundas, retornam valores de amplitude maiores do que os refletidos pelas interfaces 2, 3 e 4. A extensão lateral limitada das reflexões aparece na interface 6 do modelo anticlinal (figuras 16b e 16d) e nas interfaces 5 e 6 do modelo de superfície de discordância (figuras 17b e 17d).

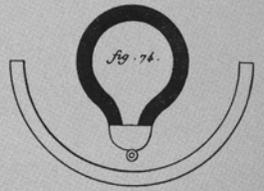
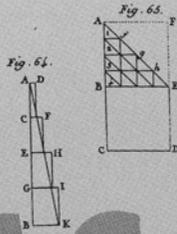
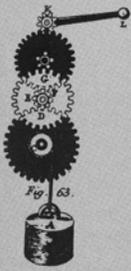
Esses efeitos, ao lado de outros como as difrações laterais, a inversão de polaridade, a associação estrutural e a velocidade intervalar decrescente, constituem os chamados 'fatores de mérito', utilizados como guias para a interpretação sísmica. Considera-se, em geral, que a maior presença dos fatores de mérito nas seções sísmicas reais são efeitos diretos e, portanto,

indicadores válidos da presença de gás e/ou petróleo. Os resultados obtidos com a aplicação do modelamento sísmico por traçado de raios demonstram a eficiência da técnica de simulação como meio de aprofundar a compreensão do fenômeno sísmico.

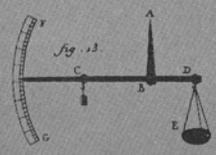
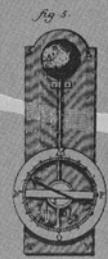
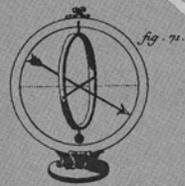
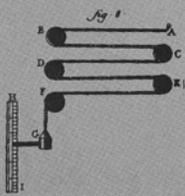
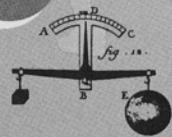
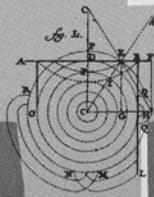
Torna-se evidente o valor desse método como auxiliar à etapa de interpretação na prospecção sísmica de petróleo. Ao tornar mais objetiva e precisa a fase decisiva do longo e complexo fluxo de atividades técnicas especializadas que antecedem a abertura de um poço de petróleo, o método também pode contribuir para a redução dos altos custos de perfuração, nem sempre economicamente viáveis. São resultados que reafirmam a potencialidade e a aplicabilidade dos métodos físico-matemáticos de pesquisa científica na solução de problemas práticos relevantes, muitos dos quais impedem, ainda hoje, que o Brasil se torne, afinal, uma nação desenvolvida.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- LEINZ V. & AMARAL S., *Geologia geral*, Rio de Janeiro, Editora Nacional, 1980.
 KEAREY P. & BROOKS M., *An introduction to geophysical exploration*, Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1984.
 DUARTE O., *Processamento de reflexão sísmica*, Rio de Janeiro, Petrobrás-Cenpes-Diven, 1985.
 CERVENY V., MOLOTKOV I.A. & PSENCIK I., *Ray method in sismology*, Praga, Karlova University, 1977.



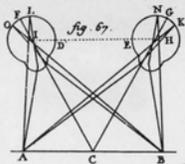
AS RAÍZES DA FÍSICA BRASILEIRA



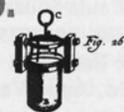
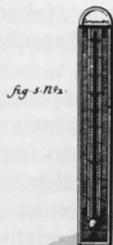
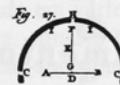
JOSÉ MARIA FILARDO BASSALO

Departamento de Física,
Universidade Federal do Pará





A partir do curso de engenharia civil da Escola Militar, criado em 1842, a física teórica e experimental desenvolveu-se aos poucos no Brasil, inicialmente através do esforço isolado de alguns cientistas. A criação das Escolas Politécnicas do Rio de Janeiro (1874) e de São Paulo (1893) alterou esse quadro, aumentando o número de professores interessados na realização de pesquisas físicas e atraindo para esta área da ciência, no início deste século, os estudantes que incluíam a física brasileira no cenário internacional, nos anos 30 e 40.



Embora a independência política do país tenha sido proclamada em 1822, só nas duas últimas décadas do século XIX a ciência brasileira começou a dar os primeiros passos autônomos. Por essa época, problemas nos campos da agricultura e da saúde conduziram à criação de organismos de pesquisa, como o Instituto Agrônomo de Campinas (1887), o Instituto Bacteriológico (1893) e o Instituto Butantã (1899) — estes dois na cidade de São Paulo — e o Instituto de Manguinhos, no Rio de Janeiro. Neles se destacaram, nos primeiros tempos, trabalhos médicos como os dos paulistas Emílio Ribas (1862-1925) e Oswaldo Cruz (1872-1917), do carioca Adolfo Lutz (1855-1945) e do mineiro Vital Brasil (1865-1950). A pesquisa em física, porém, só veio a se institucionalizar no país mais de um século depois da Independência, na década de 1930.

Até essa institucionalização, a física era estudada apenas por alguns professores, de maneira isolada. O interesse pela matéria foi despertado entre nós em 1842, quando a Escola Militar (como foi rebatizada em 1839 a Academia Real Militar, fundada em 1810) instituiu um curso de engenharia civil e a prática da defesa de tese para a obtenção do grau de doutor.

O maranhense Joaquim Gomes de Souza (1829-1863), com sua 'Dissertação sobre o modo de indagar novos astros sem o auxílio das observações diretas', defendida em 1848, foi o primeiro a obter o grau de doutor em matemática, tendo então se tornado professor da escola. A tese foi motivada pela previsão teórica do planeta Netuno, feita pelo inglês John Couch Adams e

o francês Jean-Joseph Le Verrier em 1845 e 1846, respectivamente, e confirmada em 23 de setembro, por observação, pelo alemão Johann Gottfried Galle. Gomes de Souza, o Souzainha, como era chamado, realizou também outros trabalhos em física teórica, relacionados com a integração de equações em derivadas parciais. Trabalhou sobretudo com a propagação do som, tendo apresentado esse trabalho à Academia de Ciências de Paris, em 1855.

Outras teses de física teórica foram posteriormente apresentadas à Escola Militar, como a 'Dissertação sobre os princípios da estática', de Miguel Joaquim Pereira de Sá, em 1850; a 'Dissertação sobre os princípios fundamentais do equilíbrio dos corpos fluídos', de Joaquim Alexandre Manso Sawayão, em 1851; e 'Equações gerais da propagação do calor nos corpos sólidos', de Augusto Dias Carneiro, em 1854.

Na segunda metade do século XIX, o número de professores interessados em física no Brasil seguiu aumentando. Para isso contribuíram a transformação, em 1874, da Escola Central (como a Escola Militar passara a se chamar em 1858) na Escola Politécnica do Rio de Janeiro — que, além de formar engenheiros, passou a conferir os títulos de bacharel e doutor em ciências físicas e matemáticas e em ciências físicas e naturais — e a criação da Escola Politécnica de São Paulo, em 1893.

Essas duas escolas foram o nascedouro da física experimental brasileira. Na Politécnica do Rio de Janeiro (Poli-Rio), o físico e astrônomo franco-brasileiro Henri-Charles Morize (1860-1930) realizou expe-

riências sobre os temas mais atuais da física mundial, como os raios X, a radioatividade e os raios catódicos.

O trabalho em física experimental de Morize resultou numa pesquisa pioneira, que apresentou como tese ao defender a cátedra de física da Poli-Rio em 19 de setembro de 1898. Nesse trabalho, intitulado 'Raios catódicos e de Roentgen', foi descrita, pela primeira vez, a aplicação dos raios X na determinação da posição de um corpo opaco no interior de um organismo vivo. No mesmo ano, o processo foi publicado nos *Comptes Rendus* da Academia de Ciências de Paris. Cabe observar ainda que Morize, com um grupo de professores da Poli-Rio, fundou em 3 de maio de 1916 a Sociedade Brasileira de Ciências, que, em 1921, passou a se chamar Academia Brasileira de Ciências. Foi escolhido presidente dessa entidade e sucessivamente reeleito para o cargo até sua morte.

Na Politécnica de São Paulo, Francisco Ferreira Ramos foi, em 1896, o primeiro a tirar radiografias X, utilizando como fonte de alta tensão uma bobina de Ruhmkorff alimentada por uma pilha de Bunsen. Seu sucessor na cadeira de física dessa escola, a partir de 1897, foi o engenheiro industrial Constantino Rondelli. Em 1910 a cadeira foi assumida pelo engenheiro catarinense Afonso d'Escragnoille Taunay (1876-1958), que mais tarde se tornaria famoso como historiador. A partir de 1912, o novo titular, Luís Adolfo de Vanderley, iniciou, com Geraldo H. de Paula Souza, algumas pesquisas em física aplicada, entre as quais se destaca um estudo sobre a radioatividade de fontes hidrominerais. O Laboratório de

Fig. 69

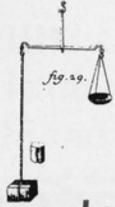


Fig. 70



Fig. 71



O isolamento científico do país no início deste século prejudicou o trabalho dos físicos brasileiros: a pesquisa produzida nesse período mostrava multiplicidade de temas e era fruto de puro autodidatismo.

Ensaio de Materiais da Poli-São Paulo, que Paula Souza organizou, viria a se transformar, em 1925, no hoje famoso Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo. Após Vanderley, a cadeira de física esteve nas mãos de Francisco Gayotto de 1930 a 1933.

Apesar dos esforços de alguns professores das Poli-Rio e São Paulo para se manterem atualizados, o isolamento científico perdurava e a pouca pesquisa produzida em física era fruto de puro autodidatismo. Prova disso é a multiplicidade dos temas abordados pelo matemático cearense e professor da Poli-Rio, Otto de Alencar Silva (1874-1912). Os artigos que publicou nas revistas organizadas por alunos e professores da escola (*Revista da Escola Politécnica*, REP, 1897-1901; *Revista dos Cursos da Escola Politécnica*, RCEP, 1904-1909; *Revista Didática da Escola Politécnica*, RDEP, 1907-1930) traziam os seguintes títulos: 'Sobre o emprego da função $d(\log i(n))/dn$ em um problema de eletrostática' (REP, 1898); 'A fórmula de Stokes' (REP, 1898); 'A teoria de Maxwell e as oscilações hertzianas' (REP, 1899); 'O fenômeno Zeeman' (REP, 1899); 'Interruptor Whentel' (REP, 1900); 'Lições sobre a teoria da Lua' (RCEP, 1906); 'Sobre a lei da refração de Descartes' (RDEP, 1907); 'Teoria dos momentos' (RDEP, 1908); e 'Teoria da atração' (RDEP, 1910).

Influenciado pela obra de Souza Gomes, Otto de Alencar publicou em 1901, no *Jornal das Ciências Matemáticas Astronômicas do Porto*, uma memória intitulada *De l'action d'une force accélératrice sur la propagation du son*. Ali, ao integrar a equação diferencial (tipo equação de Laplace) que rege a propagação do som, chegou a um resultado interessante: "a propagação do movimento vibratório em uma massa gasosa indefinida não depende das forças aceleradoras que solicitam suas moléculas (contanto que elas não sejam funções ime-

diatas do tempo), nem da velocidade de que essas moléculas possam estar animadas". Em *Física e eletrotécnica*, livro que publicou em 1906, esse parente de José de Alencar abordou outros temas, como a equação das membranas capilares, a auto-indução de uma resistência numa ponte de Wheatstone equilibrada e a teoria da pilha, esta considerada como síntese das leis da eletrólise e da termodinâmica. Retomou também tópicos já abordados em outras publicações, como a fórmula de Stokes e a propagação de um movimento vibratório qualquer.

Um outro professor da Politécnica do Rio de Janeiro, o carioca Manuel Amoroso da Costa (1885-1928), embora matemático de formação, publicou também trabalhos sobre física. O primeiro foi 'Sobre a formação das estrelas duplas', a tese de livre docência que defendeu nessa escola em 1913. Ele e Roberto Marinho de Azevedo (1878-1962), também professor da Poli-Rio, foram os primeiros a escrever sobre a teoria da relatividade, de Einstein, de 1905. Em *O Jornal*, do Rio de Janeiro, Amoroso da Costa publicou os artigos 'A teoria de Einstein' (12/11/1919), 'À margem da teoria de Einstein', em duas partes (19/3/1922 e 19/4/1922), e 'Bergson e a relatividade' (22/11/1922). Na *Revista Brasileira de Engenharia* (2, 3 (5), 1922), publicou 'A teoria da relatividade: esboço histórico' — texto de uma conferência proferida na Poli-Rio em maio de 1922. No mesmo ano publicou ainda o livro *Introdução à teoria da relatividade*, um longo ensaio em que buscou esclarecer uma polêmica que então agitava a Escola Politécnica: os professores positivistas, liderados pelo gaúcho Licínio Cardoso (1852), lente da cadeira de mecânica racional, recusavam-se a aceitar não só essa teoria como toda a nova ciência que se apoiava nela e na teoria quântica, proposta em 1900 por Max Planck. Amoroso da Costa morreu aos 43

anos, vítima de um desastre aéreo no Rio de Janeiro.

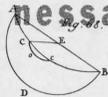
Por seu lado, Roberto Marinho de Azevedo publicou na *Revista de Ciências*, órgão da Sociedade Brasileira de Ciências, o artigo 'O princípio da Relatividade', que apareceu em duas partes, nos números de janeiro-fevereiro e março-abril de 1920. Outro trabalho seu sobre o mesmo tema, 'A teoria de relatividade de Einstein', foi publicado na *Revista Brasileira de Engenharia* (II (1), 1921).

Em 1925 Albert Einstein (1879-1955) veio ao Brasil, tendo proferido uma conferência na Academia Brasileira de Ciências, sob o título 'Observações sobre a situação atual da teoria da luz' e outra na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, sobre 'A teoria da relatividade'. Isto fez recrudescer a polêmica entre positivistas e não positivistas dessa escola e, em 16/5/1925, Licínio Cardoso publicou em *O Jornal* o artigo 'Relatividade imaginária', criticando essa teoria. A questão foi debatida também em sessões da Academia Brasileira de Ciências, em que os acadêmicos Adalberto Menezes de Oliveira, Álvaro Alberto da Mota e Silva, Inácio Manoel Azevedo do Amaral e Roberto Marinho de Azevedo defenderam ardentemente as idéias de Einstein. Esses debates foram publicados em alguns números da *Revista da Academia Brasileira de Ciências*, em 1926.

Questões de física também foram abordadas por professores da Escola Politécnica de São Paulo. Além dos já citados (Francisco Ferreira Ramos, Afonso Taunay e Luís Vanderley), o paulista Teodoro Augusto Ramos (1896-1936), engenheiro diplomado pela Poli-Rio, foi um dos primeiros a divulgar a mecânica quântica — formulada entre 1925 e 1927 pelos alemães Max Born, Ernst Jordan e Werner Heisenberg, os austríacos Wolfgang Pauli e Erwin Schrödinger e o inglês Paul Dirac —, em conferências publicadas no *Boletim do Instituto de Engenharia de São Paulo* em 1931 e 1932. Teodoro Ramos, que se doutorara pela Poli-Rio em 1918 com a tese 'Sobre as funções de variáveis reais', foi nomeado professor substituto da cadeira de mecânica racional da Poli-São Paulo em 1919. Em 1929, publicou o artigo 'A teoria da relatividade e as raiais espectrais do hidrogênio' nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências (AABC)*. Em 1933, escreveu sobre a 'Aplicação do cálculo vetorial ao estudo do movimento em um ponto material sobre uma superfície rugosa e fixa em um meio resistente', uma aplicação de seu livro *Leçons sur le calcul vectoriel*, publicado na França no mesmo ano.



A pesquisa física foi institucionalizada no Brasil na década de 1930, e destaca-se a atuação do físico e matemático pernambucano Luiz Freire na descoberta de novos talentos nessas áreas.



Chegamos assim à década de 1930, em que a pesquisa física foi institucionalizada no Brasil. Antes de abordá-la, porém, cabe destacar o papel desempenhado pelo físico, matemático e filósofo pernambucano Luiz Barros Freire (1896-1963) que, com sua argúcia em avaliar talentos, soube descobrir e incentivar jovens universitários pernambucanos que muito viriam a contribuir para essa institucionalização. Entre estes sobressaem os físicos Mário Schenberg (1914-1990), José Leite Lopes (1918), Fernando de Souza Barros (1929), Samuel MacDowell (1929), Hervásio de Carvalho (1916) e Ricardo Carvalho Ferreira (1928), e os matemáticos Leopoldo Nachbin (1922), Maria Laura Mousinho Leite Lopes (1919) e Manfredo Perdigão do Carmo (1929). Formado pela Escola de Engenharia de Pernambuco (EEP) em 1918, Luiz Freire ingressou em seu quadro docente por concurso, em 1921, e assumiu a cátedra de física em 1934. Como os demais professores antes citados, era um autodidata, mas seu vivo interesse pela ciência e a filosofia levou-o a se manter sempre atualizado em física matemática. No *Boletim de Engenharia*, revista editada pelo Clube de Engenharia de Pernambuco, publicou 'Um interessante aspecto da teoria da relatividade' (1924) e 'Contradita ao trabalho do físico H. Bouasse: a questão prévia contra a teoria de Einstein' (1926); no jornal *Diário de Pernambuco*, 'Ao encontro dum dos mais fascinantes mistérios do universo: os raios cósmicos' (1938); na *Revista Acadêmica de Engenharia*, editada pelo Diretório Acadêmico da EEP, 'A mecânica de Bohr e a mecânica ondulatória nova' (1944); na *Gazeta de Matemática de Lisboa*, 'Os potenciais escalar e vetorial e os espaços na conexão simples e múltipla' (1928). Nessa *Gazeta*, publicou também, em 1955, artigos sobre filosofia da matemática, assunto que já abordara em 1924 e 1925.

A institucionalização da pesquisa em física

no Brasil ocorreu em São Paulo, com a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL/USP), em 1934, e no Rio de Janeiro, com a da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil (FNFi/UB), em 1939.

A FNFi originou-se da Universidade do Distrito Federal (UDF), criada em 1935 por decreto municipal, por inspiração do educador baiano Anísio Spínola Teixeira (1900-1971), então secretário de educação do Distrito Federal. Foi ao ser encampada pelo governo federal que se transformou nessa faculdade, integrando a Universidade do Brasil (UB), novo nome da Universidade do Rio de Janeiro, fundada em 1920.

Ainda no Rio de Janeiro, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), criado em 1934 a partir da Estação Experimental de Combustíveis e Minérios (1921), desempenhou também importante papel no desenvolvimento da pesquisa em física, principalmente a aplicada, graças à contratação, no mesmo ano de sua fundação, do físico e engenheiro Bernard Gross (1905). Este foi também professor da Escola de Ciências da UDF até 1937, quando, tendo o Estado Novo proibido a acumulação de cargos, optou pelo INT. Nessa escola, Gross organizou o currículo do primeiro curso de física oferecido no país, e ministrou quase todas as disciplinas de física, tendo como assistente o físico carioca Joaquim Costa Ribeiro (1906-1960), formado pela Poli-Rio em 1928.

Além de seu trabalho na UDF, Gross levou adiante pesquisas sobre radiação cósmica que iniciara na Alemanha, tendo publicado uma série de trabalhos sobre o tema, quer em seu país de origem, quer nos AABC, quer ainda na *Physical Review*. No INT, criou um Laboratório de Medidas Elétricas, onde fez pesquisas em física aplicada, sobre dielétricos, viscoelasticidade, reologia etc., que o consagraram em nível internacional.

No campo acadêmico, o modelo que concebiam a universidade como instituição de pesquisa científica aliada à formação profissional, formulado por educadores brasileiros nos anos 20, era rejeitado pelos positivistas, que defendiam uma universidade constituída de organismos isolados, voltados para a ciência aplicada (escolas politécnicas, faculdades de medicina, de direito, de farmácia etc.), como tivemos no século XIX e nas primeiras décadas deste século. Essa idéia foi de certo modo encampada pelos educadores da Revolução de 1930. Na Reforma Francisco Campos, de 1931, não houve preocupação em dar à Universidade do Rio de Janeiro — Universidade do Brasil, a partir de 1939 — uma existência efetiva. De fato, a 'nova universidade' só pôde ser implantada em nível estadual e municipal, na forma da USP (1934) e da UDF (1935).

A USP foi criada pelo governador Armando Salles de Oliveira em 25 de janeiro de 1934. Pretendia-se que sua *cellula mater* fosse uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, a exemplo do que acontecia na universidade francesa. Como o país não dispunha de um razoável quadro de professores para compor essa faculdade, o governo designou uma comissão de professores para recrutá-los na Europa. Teodoro Ramos integrou essa comissão e, ainda em 1934, trouxe o matemático italiano Luigi Fantappiè (1901-1956) e o físico ítalo-russo Gleb Wataghin (1899-1986), para organizarem, respectivamente, os departamentos de matemática e de física da FFCL/USP. Assim, em 1935, começaram a



Trabalhos de físicos brasileiros ou radicados no país (Wataghin, Gross, Schenberg, Costa Ribeiro, Damy, Leite Lopes, Tiomno, Lattes e outros) obtiveram reconhecimento internacional nos anos 40.



funcionar os cursos de bacharelado em matemática e em física dessa universidade.

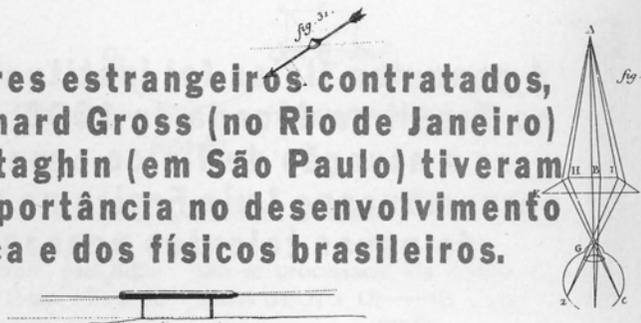
Criada a USP, a Escola Politécnica de São Paulo (como outras unidades isoladas de ensino superior) foi a ela incorporada, e seus cursos básicos de ciências exatas fundiram-se com os da FFCL. Os alunos de engenharia passaram então a fazer os cursos de análise matemática com Fantappié, de geometria projetiva com Giacomo Albanese (matemático italiano que chegou a São Paulo em 1936) e de física com Wataghin, junto com os inscritos na FFCL. Entre os 'engenheiros' estavam os paulistas Abrahão de Morais (1916-1970), Marcello Damy de Souza Santos (1914) e Paulus Aulus Pompéia (1911), além do pernambucano Schenberg, os quais logo se tornaram alunos da FFCL.

Logo que chegou a São Paulo, Wataghin iniciou duas linhas de investigação, uma em física teórica e outra em física experimental, e, já em 1935, publicou um artigo sobre as propriedades das partículas elementares nos *AABC* (7:273). Em 1939, publicou na mesma revista (11:165) um trabalho teórico em que analisava os limites de validade da mecânica quântica. No mesmo ano, Wataghin e seus colaboradores Marcello Damy e Pompéia fizeram uma grande descoberta em física experimental, os famosos 'chuveiros penetrantes' (*cascade showers*) (*AABC*, 12: 229-230, 1940). Essa descoberta prenunciava a posição de liderança que o Brasil ocuparia na pesquisa em física dos raios cósmicos, como mais tarde se comprovou com a Colaboração Brasil-Japão, sob a liderança do curitibano Cesare Mansueto Giulio Lattes (1924), de que resultou a descoberta dos eventos tipo 'bola-de-fogo'.

Entre outros trabalhos realizados na segunda metade da década de 1930 na FFCL/USP, destacaram-se os de natureza teórica — e caráter pioneiro — feitos por Schenberg. Tratavam da interação dos elétrons (*Nuovo Cimento*, 11:341, 1939); das regras de seleção nos raios beta e a teoria dos mésons (*Physical Review*, 56:612, 1939); das funções singulares na teoria quântica dos campos (*Journal de Physique et de Radium*, 1:201, 1940); da função delta de Dirac (trabalho de conclusão do curso, apresentado em 1936 e publicado na *Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei*, 24:81, 1937); da função transformada de Laplace e sua aplicação à equação dos dielétricos reais (com Abrahão de Morais, publicado nos *AABC*, 12: 137, 1940) e da teoria dos 'chuveiros penetrantes' de radiação cósmica (*AABC*, 12:281-299, 1940). Sobressaíram



Professores estrangeiros contratados, como Bernard Gross (no Rio de Janeiro) e Gleb Wataghin (em São Paulo) tiveram grande importância no desenvolvimento da física e dos físicos brasileiros.



também os de natureza experimental realizados por Marcello Damy sobre contadores de partículas (*AABC*, 9:275, 1937; 12:179, 1940) e os do físico italiano Giuseppe P. S. Occhialini (trazido para São Paulo por Wataghin em 1938), quer isoladamente, sobre radioatividade beta do rubídio (*AABC*, 12:155, 1940), quer com Yolande Monteux, sobre contadores planos (*AABC*, 12:126, 1940).

Voltemos ao Rio de Janeiro na década de 1930. Como mencionamos, foi Gross quem aglutinou pessoas para a realização de pesquisas sistemáticas em física, primeiro no INT, depois na UDF. Cabe observar, contudo, que estudos de pesquisadores isolados foram também publicados nesse período, como o do engenheiro e astrônomo carioca Lélío Itapuambyra Gama (1892-1981), 'Sobre as equações diferenciais do movimento dos asteróides', publicado nos *AABC* (1934) e o de Adalberto Menezes de Oliveira, 'Sobre as novas partículas elementares da matéria', que apareceu na mesma revista (10:337, 1938).

Nos anos em que trabalhou na Escola de Ciências da UDF, Gross publicou uma série de artigos sobre raios cósmicos, já referidos. Quando optou pelo vínculo exclusivo com o INT, seu assistente Costa Ribeiro passou a liderar a pesquisa física nessa universidade e, a partir de 1939, na FNFi/UB. Antes de se dedicar ao estudo dos dielétricos, que o consagraria, Costa Ribeiro publicou nos *AABC*, em 1940, dois trabalhos sobre radioatividade. No primeiro (12:109) apresentou um novo método de mensuração da radioatividade e no segundo (12:117) aplicou-o ao estudo de minerais radioativos brasileiros.

Passemos por fim à década de 1940, em que a física brasileira se projetou, de modo definitivo, no cenário internacional. Logo em 1941, Schenberg e o físico russo naturalizado norte-americano George Gamow

(1904-1968), trabalhando na Universidade de Washington, publicaram na *Physical Review* (59:539-547) o célebre artigo sobre a teoria do colapso estelar, baseada na emissão de neutrinos. Nele se expunha o que ficou mundialmente conhecido como 'efeito URCA' (de *Ultra Rapid Catastrophe*). No mesmo ano e na mesma revista, Schenberg publicou mais dois importantes trabalhos. Num deles propôs, pela primeira vez, o momento angular para o campo gravitacional (60:46); no outro, apresentou a também inédita proposta da não-conservação da paridade para interações fortes envolvendo mésons (60:468).

Aproveitando a vinda à América do Sul, em 1941, de uma missão científica norte-americana chefiada por Arthur Holly Compton (1892-1962), para realizar medidas de radiação cósmica, a Academia Brasileira de Ciências organizou no Rio de Janeiro, de quatro a oito de agosto desse ano, um Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos. Nele Wataghin e Gross, com seus respectivos colaboradores, apresentaram vários trabalhos, publicados num número especial dos *AABC*, em 1943. Foi nessa ocasião que Wataghin sugeriu a existência de eventos tipo 'bola-de-fogo' (produção múltipla de píons), cujas primeiras evidências experimentais seriam observadas pela Colaboração Brasil-Japão a partir de 1963.

Em 1942, mais um trabalho de Schenberg teve repercussão internacional. Dessa vez teve por parceiro o astrofísico indiano Subrahmayan Chandrasekhar, e tratou da evolução das estrelas da seqüência principal (*The Astrophysical Journal*, 96:161-172). De 1943 a 1946 Schenberg pesquisou a teoria clássica do elétron puntiforme. Num desses trabalhos teve a colaboração de Leite Lopes, físico pernambucano que iniciara sua carreira pesquisando o mecanismo das forças nucleares. (Com Joseph Maria Jauch, Leite Lopes publicou um artigo nos *AABC*, 16:281, 1944, e isoladamente, outro

na mesma revista (17:273, 1945) e um na *Physical Review* (67:60, 1945.) Nesses trabalhos de Schenberg publicados na *Physical Review* (67:193; 273, 1945 e 69:211, 1946) e *AABC* (17:163, 1945 e 18:93;297, 1946) há idéias interessantes, como a da variabilidade da massa do elétron e um novo aspecto do princípio variacional de Hamilton, que despertaram a atenção de físicos destacados como John Archibald Wheeler, Richard Phillips Feynman e F. Rohrlch.

Ainda na primeira metade da década de 1940, cabe destacar os trabalhos pioneiros realizados pelo grupo de Gross, no INT, e pelo de Costa Ribeiro na FNFi.

Nos anos 30, Gross se notabilizara por suas pesquisas em raios catódicos, cujo principal resultado — a ‘transformação de Gross’ — é hoje mundialmente conhecido (veja, por exemplo, o *Encyclopaedia Dictionary of Physics*, 1958). No início dos anos 40, ele intensificou suas pesquisas sobre os dielétricos, que iniciara em 1937 (*AABC*, 19:307) com a colaboração do físico carioca Plínio Süsskind da Rocha (1911-1972). Dessas pesquisas resultou uma série de artigos publicados, principalmente, nos *AABC*, na *Physical Review* e na *Zeitschrift für Physik*. Neles, destaca-se a descoberta feita por Gross e L. F. Denard, em 1942, do ‘congelamento’ de cargas elétricas nos dielétricos (*Physical Review*, 67:253, 1945).

Discípulo de Gross, Costa Ribeiro organizou, com a colaboração do físico italiano Luigi Sobrero, sua própria equipe de pesquisa na FNFi, integrada de início pelas cariocas Jayme Tiomno (1920), Elisa Frota Pessoa (1921) e Alfredo Dias Marques (1930). Dando continuidade às pesquisas de Gross sobre os dielétricos, Costa Ribeiro demonstrou, em 1943, a possibilidade da obtenção de eletretos pela solidificação da cera de carnaúba, na ausência de campo elétrico externo. Logo em 1944, descobriu que as cargas elétricas desses eletretos também tinham origem nesse processo de solidificação. Percebeu assim que o fenômeno tinha caráter mais geral e devia, portanto, ocorrer em dielétricos quaisquer sujeitos a mudanças de estado físico em que uma das fases é sólida. Denominou de ‘efeito termodielétrico’ esse fenômeno, hoje mundialmente conhecido como ‘efeito Costa Ribeiro’. O fenômeno foi objeto de um livro, publicado pelo seu descobridor (*Sobre o fenômeno termodielétrico*, Agir, 1945), e de estudos teóricos sobre as leis que o regem, da autoria de Groos, Luiz Cintra do Prado, Paulo Saraiva de Toledo e do próprio Costa Ribeiro, em colaboração com Tiomno, em 1945.

Chegamos por fim à segunda metade da década de 1940. Nesses anos, Gross continuou suas pesquisas com dielétricos, publicando artigos em revistas de circulação mundial, como os *AABC*, o *Journal of Chemical and Physics* e o *British Journal of Applied Physics*. Paralelamente, iniciou uma nova linha de pesquisas sobre viscoelasticidade e reologia, cujos primeiros resultados foram publicados nos *AABC* (18:129; 256, 1946) e no *Journal of Applied Physics* (18:212, 1947; 19:257, 1948 e 21:185, 1950). Esses trabalhos são citados em vários textos sobre o tema (como o livro de Ferry publicado pela John Wiley em 1961) e no famoso Massachusetts Institute of Technology (MIT) os ‘modelos de Gross em reologia e viscoelasticidade’ figuram no programa de alguns cursos.

Tanto os trabalhos de Gross e Schenberg, sobre o elétron puntiforme e a teoria mesônica, como os de Leite Lopes, sobretudo sobre a teoria das forças nucleares, realizados na segunda metade da década de 1940, foram publicados nas mais importantes revistas e alcançaram projeção internacional. Mas o que conduziu de maneira definitiva o nome do Brasil ao *podium* científico mundial foi o trabalho desenvolvido por Lattes em Bristol, na Inglaterra, na equipe de Sir Cecil Frank Powell (1903-1969). Dele resultou a descoberta do méson pi (C.M.G. Lattes, H. Muirhead, G.P.S. Occhialini e C.F. Powell, *Nature*, 160:45:486, 1947) e a produção artificial dessa mesma partícula elementar em Berkeley, nos Estados Unidos (E. Gardner e C.M.G. Lattes, *Science*, 107:270, 1948). Lattes integrava a equipe de Wataghin na FFCL/USP e, antes de realizar essa sensacional descoberta — que valeu a Powell o prêmio Nobel de física de 1950 —, fizera trabalhos com Wataghin, Schenberg e Walter Schützer, P. Cüer, E. G. Samuel e P. H. Fowler.

Outros importantes trabalhos feitos por físicos brasileiros no final da década de 1940 merecem destaque. Hervásio de Carvalho tratou basicamente de radioatividade e física nuclear (*Anais da Associação de Químicos do Brasil*, 8:45; 84; 102, 1948; *Physical Review*, 76:1729, 1949; 73:330, 1950; 78:765, 1950 — este com H. Yagoda e N. Kaplan — e *AABC*, 22: 73, 1950). Oscar Sala (1922), físico nascido na Itália, mas aqui formado e naturalizado brasileiro, dedicou-se também à física nuclear, sobressaindo-se seus trabalhos referentes à construção do gerador Van der Graaf, da USP (*Physical Review*, 73:1229, 1948 — com J. Bowe, M. Goldhaber e R.D. Hill; 74:1249, 1948 — com P. Axel e M. Golhaber; 74:1260, 1948

— com R. G. Herb; 75:246, 1949 — com R. G. Herb e S. C. Snowdon; 75:1124, 1949 — com R. Adair, H. H. Barschall e E. C. Bockelman e *Ciência e Cultura*, 1, 1949). Tiomno pesquisou os mésons mi com o norte-americano John Archibald Wheeler (1911) (*Review of Modern Physics*, 144:153, 1949) e a interação universal de Fermi com o sino-norte-americano Chen Ning Yang (1922), (*Physical Review*, 79:595, 1950). O carioca Paulo Leal Ferreira (1925) pesquisou a interação spin-spin (*AABC*, 21:181, 1949) e Elisa Frota Pessoa e a física carioca Neuza Margem Amato (1926) estudaram a desintegração do méson pesado positivo (*AABC*, 22:371, 1950).

Cabe ressaltar que os trabalhos de Tiomno com Wheeler e com Yang (em que, fundamentalmente, foi admitido o spin 1/2 para os mésons mi) e os de Elisa Frota Pessoa e Neuza Amato (que mostraram, usando emulsões nucleares, que a desintegração do méson pi em elétron era pelo menos cem vezes menos freqüente que a desintegração do méson pi em méson mi) foram importantes para o desenvolvimento ulterior da famosa ‘teoria V-A’, formulada em 1958 pelos norte-americanos Feynman e Murray Gell-Mann, que universalizou a teoria da interação fraca, formulada em 1934 pelo italiano Enrico Fermi (1901-1954).

No início de 1949, os físicos Lattes, Leite Lopes, Jayme Tiomno, Elisa Frota Pessoa, Gabriel Fialho e Lauro Xavier Nepomuceno, mais os matemáticos Antônio Aniceto Monteiro, Leopoldo Nachbin e Francisco Mendes de Oliveira Castro — com o apoio dos irmãos Lins de Barros (ministro João Alberto, Nelson e Henry) — fundaram o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Hoje, com a FFCL/USP e o Instituto de Física da UFRJ, o CBPF forma o tripé fundamental, responsável pela excelente pesquisa em física teórica e experimental que se faz em quase todo o Brasil.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- STEPAN N., *Gênese e evolução da ciência brasileira*, Editora Artenova, Rio de Janeiro, 1976.
- FERRI M.G. & MOTOYAMA S. (orgs.), *História das ciências no Brasil*, Editora da Universidade de São Paulo/ EPU, São Paulo, 1975.
- SCHWARTZMAN S., *Formação da comunidade científica no Brasil*, Companhia Editora Nacional/Finap, Rio de Janeiro, 1979.



ENTREVISTA

EDUARDO RAPOPORT

CONTAMINAÇÃO POR ESPÉCIES

Entrevista concedida a Sonia de C. Dietrich (Instituto de Botânica do Estado de São Paulo), Alicia Ivanishevich e Vera Rita Costa (*Ciência Hoje*).



Escultura feita por Eduardo Rapoport em madeira de cipreste patagônico, chamada 'mixomiceto'. Os mixomicetos são seres misteriosos, metade planta, metade animal.



Defensor da causa ecológica na Argentina (ver 'La primera guerra mundial de las especies' em Ciencia Hoy n.º 6) e profundo conhecedor da 'obra natural', Eduardo H. Rapoport concedeu uma entrevista exclusiva a Ciência Hoje em uma de suas recentes visitas ao Brasil. Trabalhando como professor titular desde 1984 na Universidade Nacional de Comahue, Bariloche, Rapoport não foi exceção entre os tantos pesquisadores argentinos de sua geração que, por diversas vezes, se viram obrigados a mudar de residência e até de campo de estudo. Na sua trajetória, constam trabalhos em microfauna do solo no Instituto de Edafologia e Hidrologia da Universidade do Sul, Argentina, em biogeografia no Instituto de Zoologia Tropical da Universidade Central da Venezuela, em ecologia geográfica na Fundação Bariloche e em ecologia urbana e de espécies invasoras no Instituto de Ecologia da Cidade do México. Investigador superior do Conselho Nacional de Investigações Científicas e Técnicas (Conicet) e membro honorário da Ecological Society of America, hoje dirige um centro de pesquisas em Bariloche cujo curioso nome é Ente Codisciplinário Organizado para o Tratamento Ôntico de Númenes Oropélicos (ECOTONO). Durante as horas em que conversamos, Rapoport nos deixou alguns ensinamentos. Aprendemos com ele que um deserto pode ser tão belo quanto um bosque se soubermos amá-lo e conhecer seus mistérios, e que primeiro devemos nos entender como humanos para então descobrir como se convive com a natureza da qual dependemos.

— Poderia fazer um pequeno relato de seus últimos trabalhos?

— Antes do golpe militar na Argentina, ocorrido em 1976, trabalhei durante muitos anos na Fundação Bariloche. Tínhamos conseguido montar um banco de dados com uma quantidade enorme de informações, em nível mundial, sobre pragas — fitopatógenos, insetos e plantas daninhas. Quando o governo militar assumiu o poder, a Fundação Bariloche foi fechada por ser considerada uma entidade que “ameaçava a estabilidade do ocidente”. Duzentas pessoas — eu entre elas — perderam o emprego e nenhuma universidade quis contratar os nossos serviços, pois éramos vistos como ‘perigosos’. Tivemos que deixar o país. Fui, então, para o México, onde trabalhei, junto com alguns colegas da fundação, em ecologia urbana. Lá, estudávamos as cidades como um ecossistema, considerando as plantas e os animais que a habitavam e de que maneira as espécies eram afetadas e respondiam à poluição ambiental. Ao todo, fiquei quatro anos no Instituto de Ecologia da Cidade do México.

— O trabalho que o senhor vinha desenvolvendo na Fundação Bariloche se perdeu ou as informações já colhidas foram preservadas?

— Perdeu-se o banco de dados, mas, por sorte, pude resgatar a informação elaborada sobre plantas invasoras nos níveis micro e macrogenético. Esses dados me permitiram concluir o tra-

balho que apenas agora pude publicar. Levei mais de 13 anos para conseguir divulgar este material. Infelizmente, parte das informações não foi incluída no artigo, pois outros autores, principalmente dos Estados Unidos, já tinham feito coisas semelhantes.

— E quando retomou as pesquisas iniciadas na Fundação Bariloche?

— Quando Alfonsín assumiu a presidência, voltei para a Argentina, convidado para lecionar na Universidade de Comahue, em Bariloche, onde sou professor até hoje. Desde então, tentei retomar o tema que desenvolvia na fundação — a ecologia das invasões —, mas tive muitas dificuldades com o espaço. Cheguei a cortar parte do teto de minha casa e construir uma escada para poder utilizar o sótão. Mesmo assim, foi impossível trabalhar. Somente há pouco mais de um ano, o Conicet me concedeu um auxílio para construir no campus da universidade uma casa de dois andares (128 m²), onde pude reunir as pessoas que trabalham comigo. Atualmente somos 12 pessoas e já começamos a nos sentir novamente apertados.

— Em que temas vocês estão trabalhando?

— Todos que trabalham comigo são bolsistas — gente jovem, com ímpeto e vontade de fazer coisas novas. Os temas são rela-

Uma vez que o homem perturba a natureza, as plantas exóticas começam as invasões e ocupam tudo, até os últimos confins, tornando-se um problema sério.

cionados à ecologia dos distúrbios ambientais e servem para explicar como acontecem as invasões. Estamos experimentalmente 'incomodando' as plantas para ver como se comportam. Meu interesse específico é conhecer como ocorrem as invasões por espécies exóticas e como estas competem com as plantas nativas (endêmicas), aumentando o risco de sua extinção.

— *Como surgiu seu interesse pelas plantas invasoras?*

— Quando fui para Bariloche em 1971, fiquei impactado com a beleza da região. Tentei conhecer imediatamente a flora local, mas grande foi a minha surpresa ao descobrir que a maioria das plantas não era nativa, mas trazida pelo homem, principalmente da Eurásia. Perguntei-me então se essas plantas invasoras estariam afetando de alguma maneira as espécies nativas.

— *De que forma os distúrbios ambientais podem explicar como ocorrem as invasões? Que fatores ambientais ou ecológicos estariam relacionados com as invasões?*

— Se não há distúrbios importantes, praticamente não há invasões de plantas. Já os animais, ao contrário, podem penetrar em ecossistemas sem distúrbios, como é o caso da lebre europeia no Cone Sul, dos ratos, javalis e outros tantos. As plantas, aparentemente, não podem penetrar em comunidades prístinas. É como querer que a infantaria desaloje a própria infantaria com forças e armas semelhantes. Os animais, no entanto, por pertencer a um nível trófico superior, possuem uma vantagem em relação às plantas. É a mesma diferença entre infantaria e aviação.

— *Quer dizer que os animais seriam melhores invasores que as plantas?*

— Sim e não. São melhores invasores de ecossistemas sem distúrbios. Mas as plantas são melhores invasoras de ambientes alterados pelo homem. Nos Estados Unidos, nas zonas agrícolas e silvícolas, foram registradas 1.115 espécies de artrópodes exóticos contra quase o dobro de ervas daninhas exóticas. Já no noroeste patagônico, registramos cerca de 300 plantas invasoras exóticas, e as espécies animais não alcançam esse número.

— *As plantas invasoras estão muito disseminadas na Argentina atualmente?*

— Viajei à Terra do Fogo com mais duas pessoas da universidade. Percorremos a ilha toda e pudemos ver como são importantes as espécies de plantas introduzidas pelo homem: só não as encontramos nos cumes das montanhas e nas turfeiras (vegetação que se desenvolve sobre a turfa). Penso que só nesses locais não há plantas invasoras.

O Parque Nacional da Terra do Fogo e a ilha, como um todo, estão totalmente invadidos por plantas exóticas, apesar de serem os lugares mais afastados do mundo. Uma vez que o homem perturba a natureza, elas começam as invasões e ocupam tudo, até os últimos confins, tornando-se um problema sério. Para se ter uma idéia, as plantas invasoras de origem europeia representam hoje 25% das espécies na Terra do Fogo. Isso significa apenas

75% de fogueiras (plantas nativas da Terra do Fogo). Essas invasoras exóticas têm uma cobertura de 28% nos bosques e 31% nas estepes, em média, o que dá uma medida da importância das mesmas.

— *Que fatores explicariam a ausência de plantas exóticas nos cumes das montanhas e nas turfeiras?*

— Nesses ambientes de condições extremas, isto é, de baixíssimas temperaturas nas montanhas e muito baixo pH e conteúdo de nitrogênio nas turfeiras, as plantas nativas apresentam vantagens competitivas em relação às forâneas e estas últimas não conseguem prosperar.

— *Vocês fizeram levantamentos em outras regiões do país para saber qual a participação das plantas exóticas na composição da flora?*

— Sim, mas baseados na informação bibliográfica. Tentei ver se a latitude influía de alguma maneira na proporção das exóticas. Fiz um gráfico da relação nativas/exóticas nas ordenadas, versus graus de latitude sul do centro geométrico de cada província argentina nas abscissas. Resultou uma curva exponencial negativa em forma de L. As províncias do norte apareciam no alto, à esquerda, e, à medida que nos aproximávamos do sul, se ordenavam para baixo, à direita. Quer dizer, à medida que se aumenta a latitude, as plantas daninhas se tornam proporcionalmente dominantes. Como podemos ver na figura 1, no norte argentino, para cada invasora exótica existem umas três invasoras nativas. Ao contrário, na Terra do Fogo, a maioria é exótica. Isso se explica, em parte, porque até os trópicos há maior riqueza florística. Isto é, a natureza provê um maior número de espécies colonizadoras autóctones.

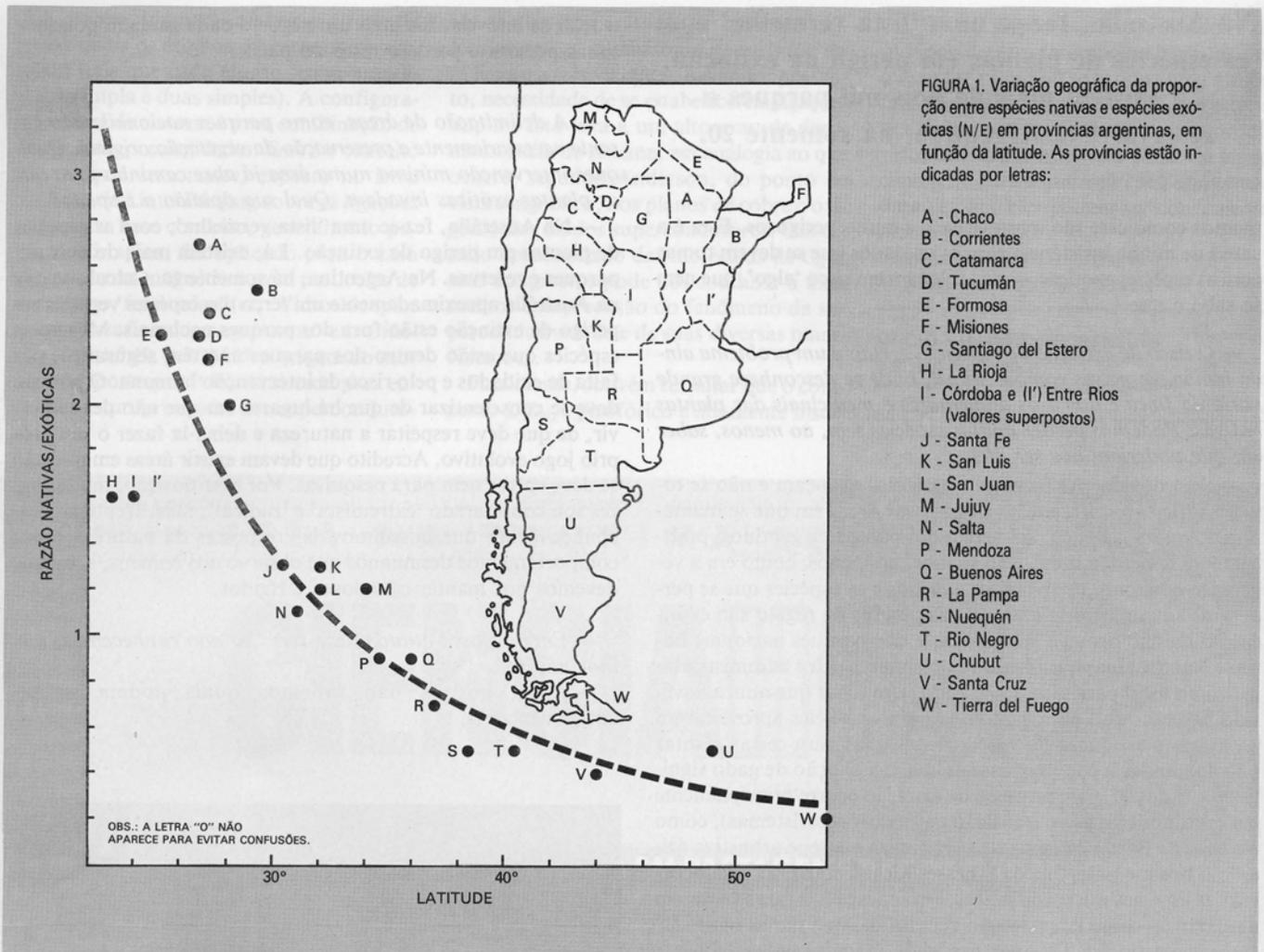
As espécies exóticas podem causar prejuízos sobre ecossistemas naturais e antrópicos. Para cada planta exótica introduzida diminui o espaço para as nativas, aumentando os riscos de extinção de populações e eventualmente de espécies.

— *A colonização do continente por europeus, com a consequente importação das plantas típicas das regiões de onde vieram, é suficiente para explicar a presença de tantas plantas exóticas na América?*

— Sim, mas não explica por que a incidência de plantas introduzidas varia de região para região. Na cidade do México, por exemplo, somente 20% das plantas espontâneas são estrangeiras, enquanto em Bariloche representam 84%.

— *O que explicaria essa diferença?*

— Nos cultivos de milho do México, por exemplo, quase não se encontram plantas daninhas europeias — encontram-se, na maioria, plantas daninhas nativas. Uma das explicações possíveis é que nas áreas de cultivo as plantas europeias — muitas vezes transportadas pelos espanhóis indiretamente, coladas nas roupas ou nas botas e em materiais importados — tiveram que competir com as nativas, que já estavam adaptadas ao convívio com o homem (sinantropia). Quando os espanhóis chegaram, o povo



mexicano já havia acumulado três a quatro mil anos de tradição na agricultura, tempo suficiente para que essas plantas se adaptassem à atividade humana. Na Patagônia, por outro lado, isso não aconteceu, pois faltava aos índios tradição agrícola — eles eram nômades, caçadores-coletores — e não existiam plantas sinantrópicas. Lá, as plantas européias encontraram menos competição e puderam se espalhar.

— *Que tipo de prejuízo causam as espécies exóticas?*

— Os prejuízos podem ser sobre os ecossistemas naturais e sobre os ecossistemas antrópicos. No primeiro caso, é difícil avaliar o impacto econômico, pois as espécies silvestres não têm valor real, mas potencial. Cada planta exótica introduzida diminui o espaço para as plantas nativas. Estas, em última instância, diminuiriam em abundância e extensão geográfica e aumentariam os riscos de extinção de populações e, eventualmente, de espécies. Isso significaria uma perda do patrimônio genético do país e do mundo inteiro. No caso dos ambientes habitados pelo homem, poderia haver perdas por menor produção agrícola e perdas pelo esforço para controlar essas plantas daninhas. Foi calculado em 1986 que essas plantas causam um prejuízo de 72 bilhões de dólares anuais somente nos Estados Unidos.

— *Há riscos indiretos, como o rompimento de uma cadeia trófica, com conseqüências sobre outras espécies vegetais e animais?*

— Há o exemplo de uma espécie de formiga que, embora seja oriunda do sul do Brasil, foi batizada pelos norte-americanos de 'formiga argentina', porque também se encontra na Argentina. Esta espécie disseminou-se primeiramente nos Estados Unidos e depois na África do Sul e em outros pontos do planeta. Na região da África do Sul em que a 'formiga argentina' prosperou, muitas plantas estão desaparecendo, porque ela expulsa a formiga nativa, que evoluiu junto com a vegetação local. A formiga nativa procurava as sementes de determinadas plantas e as levava ao formigueiro para comer. As sementes perdidas no trajeto entre a planta e o formigueiro germinavam e garantiam a propagação da espécie. É a forma que a planta 'encontrou' para sobreviver: ela 'oferece' parte de suas sementes às formigas, para que algumas delas possam ser transportadas e disseminadas. Esta co-evolução (evolução conjunta) entre a formiga e a planta permitiu a subsistência das duas espécies. A 'formiga argentina', porém, além de desalojar por competição a nativa, come as sementes na própria planta, sem transportá-las, impedindo a germinação e provocando o desaparecimento da planta. Aconteci-

Na Austrália, fez-se uma 'lista vermelha' com as espécies de plantas em perigo de extinção.

Lá existem mais de dois mil parques e reservas. Na Argentina, há somente 20.

mentos como esse são imprevisíveis e muito perigosos. Esta é a causa de minha insistência com os cuidados que se devem tomar com as espécies exóticas — elas colocam em risco 'algo', que nem se sabe o que é.

— *O risco de extinção de espécies vegetais é um problema ainda maior em países como o Brasil, onde se desconhece grande parte da flora e dos usos alimentares e medicinais das plantas nativas. Podemos perder muitas espécies sem, ao menos, saber em que poderiam nos ser úteis...*

— Sem dúvida. As fronteiras agrícolas avançam e não se tomam suficientes precauções de reservar áreas em que se mantenha a riqueza genética. Na região dos pampas argentinos, praticamente se perdeu tudo. Não se sabe, ao menos, como era a vegetação com que conviviam os gaúchos e as espécies que se perderam. Atualmente, a maioria das plantas da região são exóticas. O mesmo ocorreu em boa parte dos parques nacionais Lanín e Nahuel Huapi, utilizados inicialmente pelos administradores como local para criação de gado. Um lugar que nunca havia sido habitado foi, para os bois, o paraíso — eles aproveitaram ao máximo a riqueza da vegetação —, mas para certas plantas não adaptadas a conviver com animais, a criação de gado significou a extinção. Esse processo de extinção ocorre principalmente em ecótonos (zonas de transição entre dois ecossistemas), como é o caso de Bariloche, em que se encontra a estepe arbustiva árida e o bosque patagônico. É nesses locais, em geral, que ocorrem as espécies microendêmicas, isto é, espécies raras tanto em abundância como em extensão geográfica, que são as mais suscetíveis à extinção. Estamos perdendo material potencialmente valioso por não sabermos lidar com nossos ecossistemas.

— *Que providências podem ser tomadas?*

— No caso específico do Parque Nacional, já não é possível fazer praticamente nada, pois esses campos estão arruinados. Seria importante parar a devastação, mas existem outros interesses em jogo — pessoas que querem fazer 'bons' negócios e políticos que querem se promover às custas de grandes empreendimentos — que dificultam isso. O Parque Nacional Nahuel Huapi, em Bariloche, por exemplo, está dividido em duas partes: uma área de uso múltiplo, onde se permitem atividades como a construção de hotéis, a extração de madeira e a criação de animais, e uma outra área de reserva, onde não houve incêndios e o homem ainda não adentrou por falta de caminhos. Calculou-se que, da área total do parque, apenas 10% permanecem intocáveis, o que já é um crime! Agora, dentro dessa área — um dos raros lugares do parque em que a vegetação original está conservada —, uma empresa quer construir uma pista de esqui! Como não é permitido pela legislação, os empresários recorreram ao governador da província, à direção de turismo e ao presidente da República, na época Raul Alfonsín, que acabou cometendo o grave erro de assinar o certificado concedendo a extensão de terras necessária ao empreendimento. Na realidade, a grande negociação não é a pista de esqui, mas a venda de terrenos para a cons-

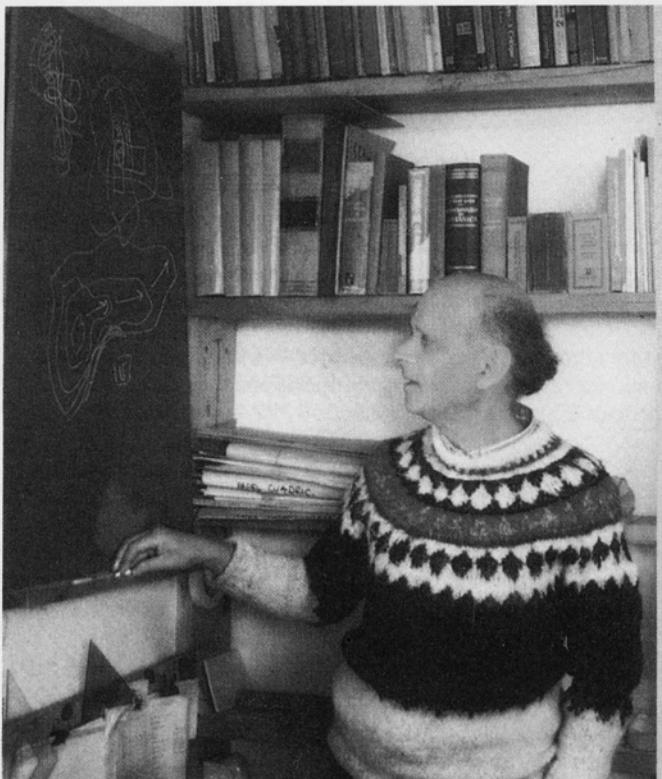
trução de imóveis. Eis mais um negócio onde ganham poucas pessoas e perde o resto do país.

— *A delimitação de áreas, como parques nacionais, não garante necessariamente a preservação da vegetação original. Qualquer intervenção mínima numa área já abre caminho para que as plantas exóticas invadam. Qual sua opinião a respeito?*

— Na Austrália, fez-se uma 'lista vermelha', com as espécies de plantas em perigo de extinção. Lá, existem mais de dois mil parques e reservas. Na Argentina, há somente 20. Calcula-se que na Austrália aproximadamente um terço das espécies vegetais em perigo de extinção estão fora dos parques nacionais. Mesmo as espécies que estão dentro dos parques não têm segurança, por falta de cuidados e pelo risco de intervenção humana. O homem deve se conscientizar de que há lugares em que não deve intervir, de que deve respeitar a natureza e deixá-la fazer o seu próprio jogo evolutivo. Acredito que devam existir áreas em que não se deve entrar nem para pesquisas. Por essa posição, muitas vezes sou considerado 'extremista' e 'radical', mas, frente ao desconhecimento que possuímos das respostas da natureza e dos comportamentos desumanos que observo nos homens, acho que devemos nos manter cautelosos e rígidos.

— *Então, nossa atitude deve ser: "se não conhecemos, melhor não tocar"...*

— Sim, porque não sabemos quais podem ser as conseqüências...



Em ECOTONO, Argentina, Rapoport expõe alguns princípios da ecologia geográfica.

— Foi motivo de polêmica aqui no Brasil a questão sobre qual seria a área a ser preservada da floresta amazônica. Cogitou-se em delimitar 'ilhas de floresta'. Mas, nesse caso, qual seria a área mínima necessária para se manter o equilíbrio? Qual deveria ser o espaçamento entre essas 'ilhas'?

— Ainda não se tem uma resposta geral para essas perguntas. Cada bioma (conjunto de seres vivos de uma área), e cada ecossistema, comporta-se de maneira diferente. Experiências anteriores demonstraram que muitas espécies animais e vegetais correm o risco de desaparecer. Quando se construiu o canal do Panamá, por exemplo, desviaram-se alguns rios para formar o lago Gatún e sobraram pequenas 'ilhas de selva', de bosque tropical. Nessas 'ilhas', várias espécies animais e vegetais sofreram extinção. As plantas que desapareceram foram aquelas cujas sementes são transportadas por porcos-do-mato e macacos. Como nessas pequenas ilhas esses animais não conseguiram sobreviver, os frutos não foram disseminados e, portanto, as sementes não puderam germinar. Quando morre uma dessas plantas, não sobram plântulas que a possam substituir.

— O problema do controle biológico de pragas é também preocupante. Vide o que aconteceu em ilhas do Caribe, onde se introduziu o mangusto egípcio (pequeno mamífero carnívoro, da família dos Mustelídeos, depredador de serpentes) para o controle de serpentes e que acabou atacando outras espécies. O que pensa do controle biológico?

— Feito bem e com cuidado, é o ideal. Porque uma vez exterminada a praga, morre também o parasita. Mas, sem dúvida, correm-se riscos.

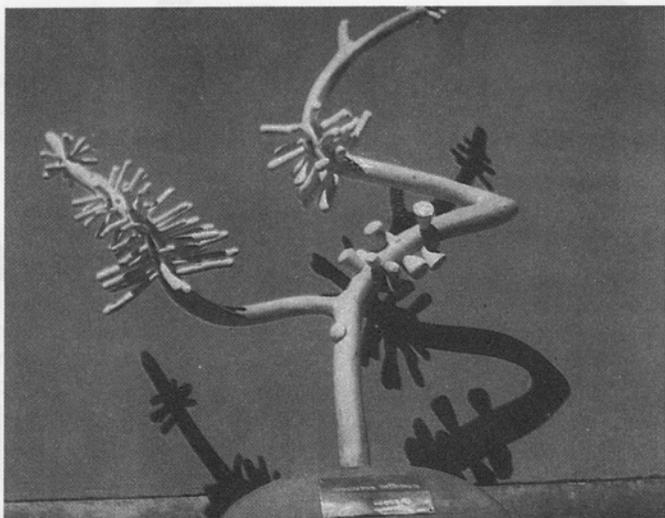
A contaminação por espécies é uma das expressões da violência exercida pelo homem. Nosso planeta é único e não podemos contaminá-lo. Não apenas por motivos morais, mas principalmente porque colocamos em risco a nossa própria existência.

— Os cerrados representam um terço de todo o território brasileiro. São áreas grandes, em que o solo 'corrigido' permite, potencialmente, serem exploradas para plantação de soja. Qual sua opinião sobre a utilização dessas áreas para agricultura?

— Fazer agricultura é correto, mas deve-se ter o cuidado de reservar áreas que permaneçam intocáveis, para conservação do material genético. É necessário, também, educar as pessoas, indicando qual o tipo de manejo ambiental que se deve fazer. Sabe-se que os fertilizantes podem, com a ajuda da chuva, arruinar ecossistemas a quilômetros de distância, alterando a flora e a fauna. Uma área a ser utilizada para a agricultura deve ser muito bem estudada e, caso seja utilizada, deve ser continuamente monitorada.

— A partir de seus estudos sobre plantas daninhas, é possível prever danos?

— Sim. Com muito boas intenções, os agrônomos, horticultores, floricultores etc. introduziram novos cultivos, novas plantas para melhorar os pastos, mas algumas dessas espécies 'fugiram'



Escultura em madeira de cipreste patagônico. Trata-se de uma 'nova espécie' inspirada no *Callistemon* australiano.

do cultivo. Por exemplo, na Patagônia, cerca de 45% das invasoras exóticas correspondem a espécies que escaparam do cultivo. Isto significa que vivemos num mundo muito mais complexo do que pensávamos há até poucos anos. O mesmo ocorreu com as indústrias: antes se pensava que os contaminantes se diluíam e neutralizavam sem afetar a natureza ou os cultivos, o gado e o próprio homem. Mas hoje sabemos que isso não é verdadeiro, que nosso planeta é único, que não podemos contaminá-lo, não apenas por motivos morais, mas principalmente porque colocamos em risco a nossa própria existência. E a contaminação por espécies é uma das expressões da violência exercida pelo homem. A agricultura e a pecuária não são ruins, mas a contaminação por espécies o é.

— No Brasil, cogita-se de reflorestar áreas da Amazônia — as devastadas pelo Projeto Carajás, por exemplo — com espécies de crescimento rápido (reflorestamento homogêneo), que interessam à iniciativa madeireira. Utilizar-se-iam, particularmente, pinheiros e eucaliptos. O que acha disso?

— Acho que em áreas restritas isso poderia ser feito, mas não se devem reflorestar grandes extensões com pinheiros e eucaliptos, que são plantas exóticas à flora local. É impossível que não existam espécies nativas que possam ser usadas com o mesmo fim. Em minha opinião, deveriam ser identificadas espécies nativas que respondam às necessidades das indústrias e madeireiras interessadas, incentivando o seu melhoramento genético. Do contrário, pode ser terrível! As experiências que conheço com pinheiros mostram que sua introdução muda a acidez, a microflora e a microfauna do solo, transformando-o num verdadeiro deserto para inúmeras espécies de vertebrados, invertebrados e plantas. Talvez seja melhor que se faça, antes de qualquer iniciativa abrangente, um estudo piloto, em pequena escala, que permita prever os possíveis impactos ambientais desse empreendimento.

Vivemos num mundo enlouquecido, onde cada um faz o que bem entende e o objetivo principal é o lucro. Não é possível! Somos seres humanos. Temos que aprender, primeiro, a conviver com nós mesmos para, depois, aprender a conviver com a natureza da qual dependemos.

O LUGAR DA POLÍTICA NA HISTÓRIA

Dulce Chaves Pandolfi
Centro de Pesquisa e Documentação,
Fundação Getúlio Vargas

Vivendo o secular dilema entre ser ou não ciência e enfrentando paradoxos a respeito de sua objetividade, de sua relação com o passado e de sua contradição entre o singular e o universal, a história — a despeito de sua originalidade — tem sido definida recentemente como uma ciência em construção.

Durante largo período, a história desempenhou um papel ético e pedagógico, visando ao aperfeiçoamento político e moral da humanidade. O que se buscava através da narração dos acontecimentos não era a confirmação de uma verdade factual, comprovada por documentação ou testemunhos, mas “a simples afirmação da sua plausibilidade, de sua verossimilhança, quer dizer, de sua articulação, mesmo precária, com os valores cultuados no presente”, como assinala Ricardo Benzaquem de Araújo.

Somente a partir do final do século XVIII surge uma concepção moderna de história, oposta à concepção clássica até então dominante. Para reconstituir o ‘verdadeiro’ passado e atender às novas exigências de objetividade e imparcialidade, era necessário descobrir documentos, confrontar testemunhos e elaborar textos confiáveis. Se na concepção clássica, ainda segundo

Araújo, a verdade era identificada com a ‘ética’, na concepção moderna essa verdade confundia-se com o ‘fato’, do qual devia ser afastada toda fantasia e imaginação.

Nesse processo de redefinição, a história buscava sua afirmação enquanto ciência. Em analogia com as ciências exatas, procurava fazer um levantamento objetivo dos fatos e estabelecer leis e verdades de alcance universal. Esta era a sua pretensão.

Voltada basicamente para a reconstituição dos eventos políticos, a história limitava-se a narrá-los segundo uma ordem cronológica e dentro de uma lógica de causas e conseqüências. Assim como os gregos, que privilegiavam nas suas epopéias o papel dos heróis, essa história narrativa e factual debruçava-se sobre os grandes vultos e as grandes datas. A despeito de algumas vozes discordantes, a maior parte da pro-

O elitismo e a ênfase dada a assuntos políticos mudaram com o grupo dos *Annales*, que defendia uma história centrada nos atos sociais.

dução historiográfica até inícios do século XX esteve voltada para o que se convencionou chamar história política.

É sobretudo com as contribuições do grupo de historiadores que se reuniu em torno da revista *Annales*, criada na França em 1929 por Marc Bloch e Lucien Febvre, que a história sofrerá profunda renovação. Criticando o elitismo, a pretensa objetividade absoluta e a ênfase nos assuntos políticos, aqueles historiadores defenderam uma concepção de história total, centrada na atividade dos homens, na vida dos grupos e na sociedade.

Vasta argumentação foi utilizada para a condenação da história política. Por ser elitista e biográfica, ignorava a sociedade global e as massas que a compunham; voltada para a narração dos acontecimentos, não era analítica; tendo como objetivo o particular, desprezava as comparações; por ser apenas qualitativa, não fazia uso da quantificação; prisioneira do consciente e de um tempo rápido, desconhecía o inconsciente e o longo prazo.

Apesar de sua heterogeneidade, os integrantes da escola dos *Annales*, conforme observa Ciro Flamarion Cardoso, mostravam diversos pontos em comum. Afirmando a cognoscibilidade do todo social, combatiam o excesso de especialização. Acreditavam no caráter científico da história, mesmo considerando-a uma ciência em construção. Faziam um chamamento à colaboração entre as diversas ciências humanas, incorporando problemas, conceitos, métodos e técnicas de pesquisa que até então não faziam parte do universo do historiador. Propunham a abertura para novas fontes de informação que não apenas as escritas. Preocupavam-se com os níveis de temporalidade: a curta duração do acontecimento, o tempo médio da conjuntura e a longa duração das estruturas. Ambicionavam fazer uma síntese do social, reconhecendo os diferentes níveis da estrutura da sociedade, mas afirmando a relação entre eles. Criticavam a idéia da história enquanto ‘ciência do passado’, encarando-a como um questionamento do passado, a partir do presente. Enfim, desejavam substituir a ‘história-conto’, baseada no fato histórico, pela ‘história-problema’.

Radicalizando tendências já esboçadas pelos historiadores dos *Annales*, surge na década de 1970 o grupo da chamada História Nova, propondo a definição de novos objetos, novas abordagens e novos problemas. Esses novos historiadores defendiam uma história conceitualizante (por ser analítica, deveria constituir-se a partir de

conceitos). Fazendo uso do quantitativo e mantendo estreito contato com a economia e a demografia, buscavam sobretudo na antropologia os seus novos objetos: o inconsciente, o mito, a festa, o corpo etc.

Tal corrente é criticada por alguns historiadores, para os quais sua continuidade em relação ao grupo dos *Annales* é mais aparente que real. Diferentemente das abordagens anteriores, a História Nova abandonou as totalidades sociais, os processos sociais. Além de superestimar o ideológico em relação ao econômico e social, mostrava uma indigência teórica em favor de um cientificismo tecnicista, uma valorização do periférico em relação ao central e o predomínio de uma longuíssima duração que conduzia a uma noção de ausência de mudança, ou a uma evolução lentíssima, sem cortes qualitativos precisos.

Ao valorizar o retorno aos grandes temas, os defensores da história política advertem que as questões teóricas não podem ser desprezadas.

Tanto a escola dos *Annales* quanto o grupo da História Nova representaram momentos diversos de um mesmo processo de crítica e construção de uma nova história. Um dos mais graves problemas resultantes desse movimento mais amplo, entretanto, foi o de que a política terminou de certa forma por se constituir em um objeto ilegítimo para o historiador. Enquanto a questão do poder, por exemplo, era relegada a um segundo plano, a ênfase maior recaía na economia, na demografia, nas mentalidades. A história política acabou sendo identificada com aquela história tradicional, positivista e elitista.

A concepção marxista também reforçou, em certo sentido, o desprezo pela história política. A leitura superficial de Marx induziu a uma versão vulgarizada, segundo a qual fenômenos políticos passavam a ser considerados meros reflexos das forças econômicas e sociais.

Se o papel do marxismo junto à escola dos *Annales* foi quase inexistente no início, esse encontro teria ocorrido mais tarde, na década de 1960, ao lado também do estruturalismo. A partir dessas influências, o que importava não era o manifesto, ou seja, não era o que se via, mas o que estava por trás do manifesto. “Quer você cha-

me isto de inconsciente na psicanálise, de estrutura de parentesco ou de modo de produção, você tem sempre um mesmo esquema mental que faz com que aquilo que é manifesto seja ao mesmo tempo o mais superficial, e aquilo que explica em profundidade seja sempre uma outra coisa”, afirma François Furet. Esse tipo de preconceito fez com que a história política, mesmo não tendo desaparecido, ficasse relegada a um plano secundário.

Preocupado em resgatar a importância do político, Furet defende a idéia de que “a história é a ciência, é o saber sobre o que os homens manifestam. (...) Somos obrigados a renunciar à idéia de que o que importa, o que determina o futuro, é o oculto e, ao contrário, estudar na história a invenção, a liberdade, o explícito, o manifesto. (...) Parece-me que estamos saindo desta falsa história, da ciência do implícito”.

Furet quer fazer os historiadores compreenderem que “o lugar do político é provavelmente o mais favorável para se perceber a história total de uma coletividade. Se você quiser compreender, por exemplo, o que caracteriza a história inglesa em contraste com a história francesa, não deve se ater a infra-estruturas, que são bastante comparáveis. Se quiser comparar a revolução industrial na Inglaterra e na França, terá os mesmos elementos, ainda que eles não obedeçam aos mesmos ritmos. Ao passo que se comparar as idéias das culturas políticas dos mundos, você se verá diante de dois universos”.

Advogando o retorno aos grandes temas, que foram em certo sentido abandonados pelos historiadores do social e do cotidiano, os defensores da história política advertem que esta deve romper com a influência positivista que autorizava os fatos a falarem por si mesmos, gerando uma história baseada em um profundo conhecimento das fontes, mas que desprezava a teoria. Diferentemente da história *evenementielle*, a história política não pode dispensar o trabalho intelectual, as hipóteses, a compreensão das questões teóricas e filosóficas.

Com preocupação semelhante, o historiador Jacques Julliard considera necessário indagar se essa reabilitação do fenômeno político não é consequência de um crescimento de seu papel nas sociedades modernas. A passagem de uma economia ‘natural’, baseada nos mecanismos de mercado, para uma economia planejada, fundada na previsão, deverá consagrar a preponderância das opções políticas.

O próprio desenvolvimento dos meios de comunicação e de informação torna políticos um grande número de acontecimentos. Segundo Pierre Nora, vivemos atualmente em um sistema de inflação fenomenológica, semelhante a um sistema de inflação monetária, em que acontecimentos menores são vividos como sendo históricos. Ou seja, em face da atuação dos *mass media*; é o próprio acontecimento que muda de natureza, em relação à história tradicional. Antigamente o acontecimento desenrolava-se em vários níveis: o dos atores, o dos transmissores e o do público que recebia a mensagem. Hoje, essas instâncias estão totalmente interligadas. Se antes alguns acontecimentos não afetavam a vida das massas, ou afetavam de modo imediato mas eram ignorados, hoje qualquer acontecimento produzido pela mídia é vivido como histórico, quando não se sabe se virá a ter importância maior. A filtragem dos acontecimentos que mudaram ou não o curso da história será realizada no futuro. Entretanto, o modo como os acontecimentos foram vivenciados e sentidos também afetará a maneira como permanecerão ou não. Se antes “eram os historiadores que faziam ascender esse ou aquele acontecimento à dignidade histórica e, de certo modo, toda a história consistia em decidir se isto era ou não um acontecimento (...)”, nos tempos modernos “é o acontecimento que faz o historiador”, argumenta Pierre Nora.

A nova história política não pode ser narrativa, elitista e factual, devendo relacionar os fragmentos de explicação em uma interpretação mais ampla.

De fato, o retorno à história política é hoje uma realidade incontestável. Cabe a esta ‘nova’ história política não ser narrativa, elitista e factual, mas relacionar os fragmentos de explicação no interior de uma interpretação mais ampla, de acordo com Julliard. Além disso, como sem dúvida vivemos um período de pluridisciplinaridade, o processo de renovação da história está ocorrendo em estreito contato com as demais ciências sociais. Entretanto, como observa Jacques Le Goff, a revalorização do fenômeno político na história não deve implicar uma nova compartimentação da disciplina.

ÁGUIA-PESCADORA AMEAÇADA

Elá, a águia-pescadora, é o símbolo da mais antiga e uma das maiores instituições conservacionistas do mundo: o Conselho Internacional para a Preservação das Aves (ICBP), que foi fundado em 1922 nos Estados Unidos para promover o estudo e a proteção das aves e de seus hábitos.

A cabeça é branca (às vezes cinza-clara), com uma coroa parda em forma de pequeno penacho; o bico é preto-azulado, os tarsos cinza-azulados e a íris amarela. Uma larga faixa negra inicia-se atrás dos olhos e desce até os lados do pescoço e partes superiores do corpo, que são pardo-anegradas. As penas primárias das asas são pretas, com listas claras e escuras por baixo. Durante o voo, destaca-se uma mancha negra na região do encontro, na face inferior das asas. A fêmea, muito parecida com o macho, tem pintas marrons no peito. Os indivíduos imaturos são semelhantes aos adultos.

Única espécie da família Pandionidae, a águia-pescadora (*Pandion haliaetus*), se dis-

tingue de todas as demais aves de rapina pela versatilidade do dedo externo, que pode ser dirigido para frente e para trás. Pernas de musculatura bem desenvolvida e garras fortes permitem-lhe agarrar peixes, seu principal alimento. Imponente, com 53 a 62 cm de comprimento, ela desperta a atenção do observador, mesmo à distância.

É ave de hábitos solitários, mas encontram-se também casais. Geralmente, é vista sobrevoando a média altura rios, lagos, represas, canais e outros cursos d'água continentais, e também o mar, perto da costa. Quando avista um peixe que nada na superfície, cai sobre ele com as garras abertas e esticadas para diante (às vezes, por mergulhar depressa demais, choca-se violentamente com o alvo). Agarra a presa lisa e viscosa graças às garras bem recurvadas e à planta dos pés, modificada, e alça voo em seguida. Curiosamente, após capturar o peixe com ambos os pés, muda a posição destes, mantendo a cabeça da presa virada para a frente. Sua voz são assobios finos e repetidos.

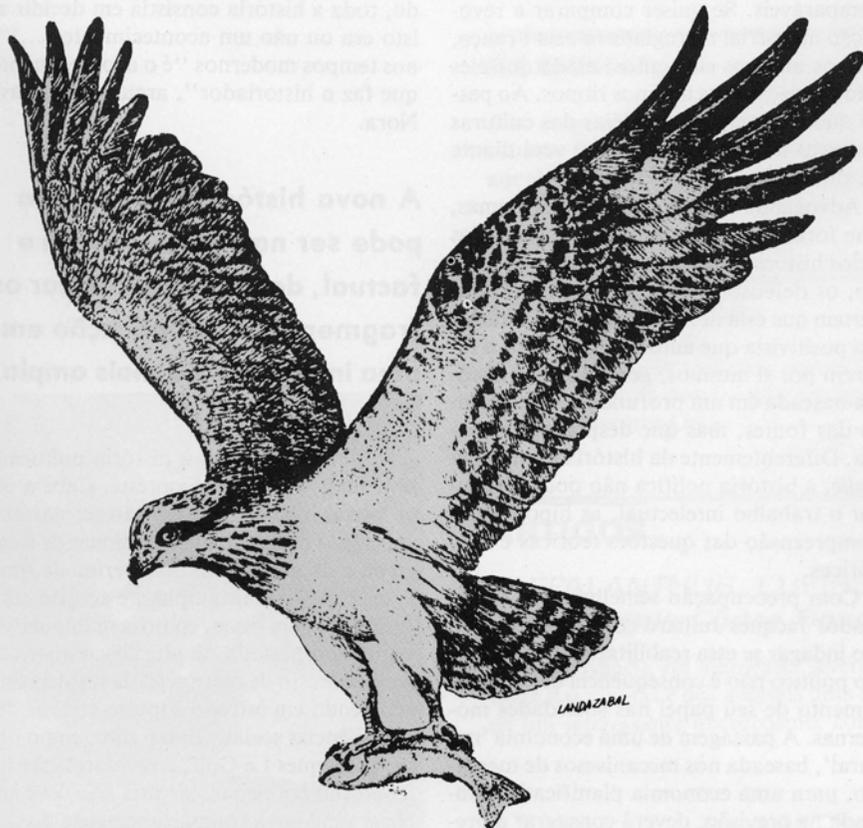
Ave migratória, a águia-pescadora já foi vista no Brasil em todos os meses, segundo registros coletados pelo ornitólogo Helmut Sick; mas é no início e no fim do ano, quando é inverno no hemisfério Norte, que aparece aqui em maior número. A subespécie que nos visita é *Pandion haliaetus carolinensis*, que se reproduz na América do Norte. Uma outra subespécie ocorre na Europa, África, Índia e Austrália, e não chega às Américas.

Indivíduos anilhados nos Estados Unidos foram encontrados no Brasil em todos os meses, exceto julho, o que levou à hipótese de que a espécie pode se reproduzir aqui, o que ainda não foi comprovado. Na maioria dos casos, trata-se de indivíduos jovens, ainda incapazes de se reproduzir, ou adultos no período de descanso reprodutivo. A águia-pescadora atinge a maturidade sexual somente com dois ou três anos, quando, ao que parece, regressa à sua pátria para nidificar. Mas continua a vir periodicamente, fugindo do inverno setentrional.

Em junho de 1986, pude observar águias-pescadoras nidificando na Queen's Biological Station, em Ontário, no Canadá. O casal alimentava os filhotes num ninho enorme, de gravetos e galhos secos, construído no alto de uma árvore seca que se erguia no meio de um lago.

A distribuição geográfica de *P. h. carolinensis* estende-se pelas três Américas, desde o Alasca até a Argentina e o Uruguai. No Brasil, é mais freqüente na Amazônia, mas também visita outras regiões, tendo sido registrada em estados do Centro-Oeste, do Sudeste e do Sul. Sick observou exemplares em locais tão diversos como o rio Xingu (MT), as lagoas de Jacarepaguá (RJ), em janeiro de 1963, e a lagoa do Peri, em Florianópolis, em outubro de 1978. Ao que parece a ave só visita a faixa litorânea brasileira ocasionalmente, em busca de alimento.

Em Minas Gerais, *Pandion haliaetus* foi observada, por mim e por outros, no município de Lagoa da Prata no final de julho de 1984, quando ali se realizava o II Curso de Observação e Identificação de Aves Silvestres promovido pelo Clube de Observadores de Aves (COA). Um indivíduo que sobrevoava uma lagoa foi visto mergulhar, capturar um peixe e voar para longe. Em janeiro do ano seguinte, com os ornitólogos Marcus Vinícius de Freitas e Geraldo T. Mattos, avistei um exemplar



Águia-pescadora (*Pandion haliaetus*).

que sobrevoava os tanques da estação de piscicultura da Usina de Volta Grande, em Conceição das Alagoas, no Triângulo Mineiro. Após pairar alguns instantes sobre os tanques, sobrevoou o rio Grande. Ali capturou um peixe e foi comê-lo pousada numa árvore, junto ao rio.

Em maio de 1988, quando fazia com os ornitólogos Pedro Scherer, David Hassett e Robert Otoch um levantamento de aves limícolas nas saliras de Macau (RN), observei um exemplar da águia-pescadora alimentando-se de um peixe numa lagoa, no que foi o primeiro registro de sua presença no Nordeste, aliás num local onde a poluição química resultante da atividade salinera representa uma ameaça para as aves, em especial as que se alimentam de peixes.

Nos Estados Unidos, *Pandion haliaetus* está ameaçada pela poluição dos corpos d'água por agrotóxicos e outros produtos químicos, sobretudo porque seu alimento básico são os peixes (só ocasionalmente captura uma ave). Quando se alimenta de presas contaminadas com DDT, cuja percentagem se eleva a mais de 100% ao lon-

go da cadeia trófica, por exemplo, a ave passa a pôr ovos que apresentam 13,8 ppm (partes por milhão) do produto, o que prejudica a calcificação do ovo no oviduto. Com a casca mais fina, os ovos correm maior risco de quebrar durante a incubação, causando a morte do embrião. A proibição do DDT nos Estados Unidos foi, sem dúvida, de grande importância para as aves piscívoras, beneficiando não só *Pandion haliaetus* como a *Haliaetus leucocephalus*, a águia-de-cabeça-branca, símbolo do país.

Os peixes atingidos por certos inseticidas, particularmente o DDT, podem morrer de imediato, pois essas substâncias afetam os sistemas nervoso e respiratório, além de funções fisiológicas, como a reprodução. Por outro lado, o depósito de calcário na casca dos ovos, em especial de aves marinhas e de rapina (gaviões, falcões e águias) é profundamente afetado e eles se tornam frágeis, quebradiços.

No caso de *Pandion haliaetus*, que se alimenta frequentemente de peixes, a ameaça representada pelo DDT é alarmante e, para tornar a situação ainda mais grave, centenas de garimpos na Amazônia e no

Pantanal (onde a ave é mais freqüente) lançam por ano no meio ambiente de 50 a 70 toneladas de mercúrio, cujo efeito potencial sobre espécies de nível trófico elevado, como a águia-pescadora, são cumulativos e irreparáveis (ver 'A ameaça do mercúrio', em *Ciência Hoje* n.º 61).

Vasto país neotropical, recebemos, além de *Pandion haliaetus*, dezenas de espécies de aves que passam parte de sua vida em nosso país e extraem das águas seu alimento — uma razão a mais para restringir severamente o uso de agrotóxicos, principalmente os organoclorados, como o DDT (ver 'Defensivos agrícolas ou agrotóxicos', em *Ciência Hoje* n.º 22). Todos nós, brasileiros, empresas multinacionais, usinas e indústrias, sem esquecer os legisladores, devemos ter consciência dos cuidados que se impõem se quisermos preservar a diversidade biológica, não só em nosso país como no planeta.

MARCO ANTONIO DE ANDRADE

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS

A FDA E A SÍNDROME DO CHOQUE TÓXICO

Diante da crescente incidência da síndrome do choque tóxico nos EUA, a Food and Drug Administration (FDA), agência norte-americana de controle de alimentos, medicamentos, cosméticos e correlatos, teve um procedimento exemplar, que mostra como um órgão de vigilância sanitária deve atuar na proteção da saúde dos consumidores.

A síndrome do choque tóxico (SCT), descrita pela primeira vez em 1978, é uma entidade clínica rara, mas com freqüência grave e por vezes fatal. Na forma mais grave, caracteriza-se por febre alta de início súbito, vômitos, diarreia, tonteira e hipotensão arterial, podendo evoluir rapidamente para um quadro de choque. Algumas vezes aparecem eritemas maculopapulares, semelhantes a queimaduras de Sol, com posterior descamação da pele, sobretudo na palma das mãos e na sola dos pés. Há, porém, formas brandas, em que a SCT se confunde com um quadro gripal, com o aparecimento de dores musculares, olhos avermelhados ou dor de garganta.

Em 1980, a incidência da SCT nos EUA aumentou dramaticamente. As vítimas eram em geral mulheres jovens, previamente saudáveis, e, em quase todos os casos, os sintomas surgiam durante a menstruação ou imediatamente depois. No mesmo ano, o Center for Disease Control (CDC) iniciou um sistema de vigilância da síndrome no país, que se mantém até hoje.

A SCT atinge mulheres que não estejam menstruando e também homens, mas sua concomitância com o período menstrual levou o CDC a investigar os fatores de risco associados ao seu aparecimento. Promoveu um estudo em que um grupo de 52 mulheres de 12 a 52 anos que tinham sofrido a SCT foi comparado, retrospectivamente, com um grupo-controle, com igual número de mulheres, da mesma idade, mas sãs. Em 50 casos do primeiro grupo (96%), a doença tinha se iniciado durante o período menstrual. Os dois grupos responderam a um questionário, com perguntas sobre estado marital, partos, uso de métodos anticoncepcionais, freqüência de relações sexuais, inclusive durante a menstruação, e

uso de tampões intravaginais e absorventes externos.

Só houve diferença estatisticamente significativa com relação a um item: 96% do grupo das mulheres atingidas usavam tampões intravaginais, contra 83% das do grupo-controle. O estudo mostrou ainda que, nas mulheres do grupo atingido, era mais freqüente o uso contínuo do tampão (dia e noite), o que indicou uma relação positiva entre a duração do uso do tampão e a SCT.

Outros estudos mostraram que a incidência da SCT era consideravelmente maior em mulheres que usavam tampões da marca Rely — feitos de espuma de poliéster e carboximetilcelulose, de alto poder de absorção — que entre as usuárias de outras marcas. A constatação levou o fabricante (Procter e Gamble), após acordo com o FDA, a retirar voluntariamente o produto do mercado.

Depois disso, a incidência da SCT reduziu-se acentuadamente, mas usuárias de outras marcas de tampão continuaram a ser atingidas. Vários estudos demonstraram uma associação entre o poder de absorção

É BOM SABER

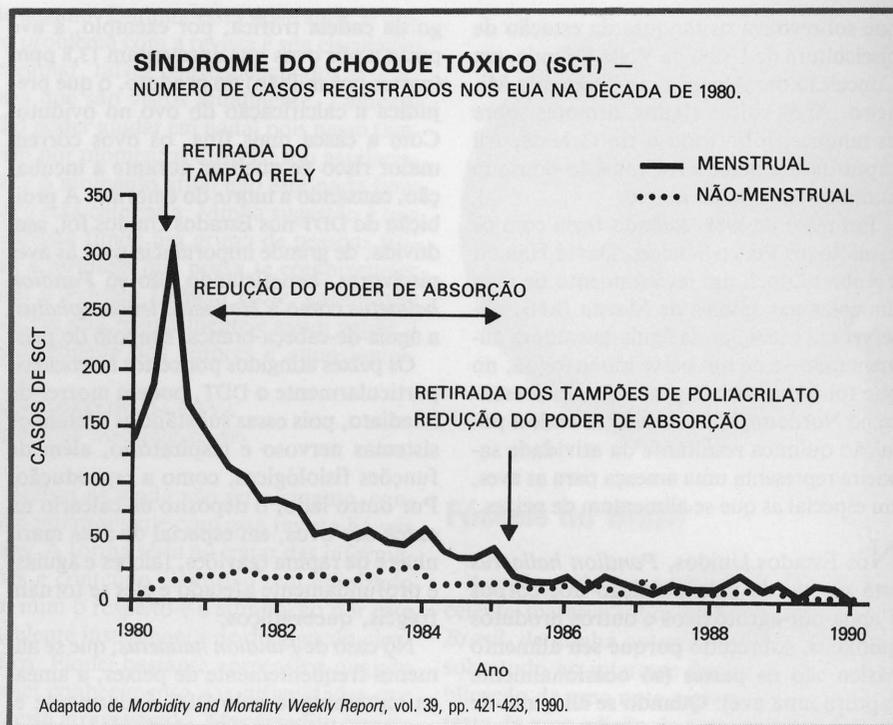
dos tampões e o risco de desenvolvimento da síndrome. Com a retirada do mercado dos tampões à base de poliacrilato — também de alto poder de absorção —, em 1985, a incidência da SCT baixou ainda mais.

Desde 1982, a FDA passou a exigir que as embalagens de tampões intravaginais tragam alertas sobre os riscos de SCT, informem os sinais e sintomas da doença e recomendem o uso do tampão com o menor poder de absorção compatível com as necessidades da consumidora.

Como a indústria não dispunha de um método para medir a capacidade de absorção dos tampões, os laboratórios da FDA desenvolveram o *syngyna test*, que simula suas condições normais de uso. No teste, o tampão seco é pesado; depois, dentro de uma camisinha-de-vênus, é inserido num aparelho. Uma solução salina, que simula o fluxo menstrual, é bombeada no tampão, e o conjunto camisinha-tampão sofre uma pressão externa. Quando pinga a primeira gota, sinal de que o tampão está saturado, ele é retirado e pesado novamente. A diferença entre os dois pesos indica a capacidade de absorção do produto.

O passo seguinte da FDA foi buscar padronizar os termos usados nas embalagens das diferentes marcas de tampão, para informar o poder de absorção. Muitas vezes, os apresentados como de capacidade 'média' de uma marca tinham maior poder de absorção que os 'super' de outra. Para isto, formou-se uma comissão com representantes da indústria, dos consumidores e da FDA, mas ela não chegou a um acordo.

Em 1987, o CDC divulgou um estudo que demonstrava que o risco de SCT aumentava com cada grama adicional que o tampão era capaz de absorver. Em 1989, um estudo conduzido pela FDA, CDC e Instituto Nacional de Saúde concluiu que o risco da doença entre mulheres que usam tampão é de 19 a 48% maior que entre as que não usam, e que o risco aumenta em 34% para cada grama a mais que o tampão pode absorver. Diante disso, a FDA decidiu exigir, a partir de março de 1990, que o poder de absorção seja indicado nas embalagens segundo a seguinte classificação: menos de 6 g: júnior; de 6 a 9 g: médio; de 9 a 12 g: plus; de 12 a 15 g: super-plus. Além disto, impôs aos fabricantes o uso do *syngyna test* para medir o poder de absorção dos tampões lote a lote, com um plano de amostragem que assegure que pelo menos 90% dos tampões de cada lote estejam dentro da faixa de absorção declarada no rótulo do pacote.



Nesse meio tempo, desde 1982, para aperfeiçoar o sistema de vigilância da SCT, o CDC elaborou um formulário-padrão para o relato dos casos, com informações sobre características dos pacientes, achados clínicos, dados laboratoriais e produtos usados durante a menstruação. Hospitais e médicos notificam os casos aos departamentos de saúde locais, que coletam os formulários e os enviam para o CDC. Ali os casos são revistos e só são classificados como SCT quando preenchem cinco critérios: (1) febre igual ou superior a 38,9°C; (2) eritema maculopapular com subsequente descamação; (3) pressão arterial sistólica igual ou inferior a 90 mmHg, em adultos; (4) envolvimento de pelo menos quatro sistemas orgânicos (os mais comumente envolvidos são os sistemas gastrointestinal, renal, hepático, nervoso central e cardiopulmonar); (5) evidências que permitam excluir os quadros de meningococemia, febre exantemática das Montanhas Rochosas e bacteremia.

Como esse sistema de vigilância é basicamente do tipo 'busca passiva', talvez a incidência da doença esteja sendo subestimada. De qualquer modo, os dados do CDC permitem uma análise de tendências e definem os fatores de risco. Já se pôde verificar que, enquanto a incidência de SCT ligada à menstruação diminuiu com o controle dos fatores de risco identificados, sua ocorrência em outras condições permane-

ceu razoavelmente constante no mesmo período.

Ainda não se sabe ao certo por que mecanismo o uso de tampões favorece a SCT. Aparentemente, a síndrome é causada por cepas da bactéria *Staphylococcus aureus* que liberam uma ou mais toxinas na corrente sanguínea. *S. aureus*, porém, pode ser encontrado na pele e na vagina de mulheres saudáveis e não há evidências de que a SCT possa ser causada por contaminação do tampão com essa bactéria.

O número de casos de SCT registrados pelo CDC diminuiu consideravelmente ao longo da última década (ver figura). A ação da vigilância sanitária, articulada com a vigilância epidemiológica, permitiu a rápida detecção do problema e a minimização dos riscos a que os consumidores estavam expostos.

No Brasil não há registros de SCT; como não há razões para supor que os riscos associados ao uso de tampões sejam menores aqui que nos EUA, talvez isso reflita mais a nossa incapacidade de detectar o problema que sua inexistência.

ANA CECÍLIA A. X. DE OLIVEIRA
FRANCISCO J. R. PAUMGARTEN
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ

ESPÉCIES ATIVAS DE OXIGÊNIO

O envelhecimento e doenças como a aterosclerose, a artrite, o enfisema pulmonar e até o câncer podem estar associados à ação das chamadas espécies ativas de oxigênio (EAOs), como os radicais hidroxil e superóxido (ver 'Oxigênio dá câncer?', em *Ciência Hoje* n.º 54, p. 11).

Barry Halliwell, pesquisador do King's College, de Londres, é reconhecido internacionalmente como autoridade nessa matéria, tendo publicado em 1987, com John Gutteridge, *Free radicals in biology and medicine*, obra de referência nesse campo, além de grande número de artigos. Participou da XX Reunião da Sociedade de Bioquímica e Biologia Molecular, realizada em Caxambu, de 20 a 23 de maio de 1991. Nesta entrevista, ele discute aspectos ainda polêmicos com relação às EAOs.

— *Como as EAOs estão associadas à ocorrência de doenças humanas?*

— Além dos processos químicos acidentais, em que uma reação fisiológica de transferência de elétrons ocorre na presença de oxigênio e dá origem a superóxido por ligação de elétron ao receptor errado, as células fagocitárias, do sistema imune, produzem EAOs como uma das formas de provocar a morte de bactérias.

Entre os eventos comuns que se verificam nos casos de inflamação ou lesão traumática, estão a produção de prostaglandinas (moduladores hormonais associados à percepção da dor), o extravasamento de íons metálicos e a migração de células fagocitárias para o local inflamado.

Os íons metálicos facilitam a redução parcial do oxigênio e, portanto, das EAOs. Seu extravasamento e o acúmulo de células fagocitárias nos levam a sugerir que há um aumento da quantidade de EAOs em quase todas as doenças humanas. Sabemos que

em alguns casos, como a artrite inflamatória, as EAOs provocam lesões adicionais no tecido inflamado, o que ocorre também quando há lesões de células do sistema nervoso, muito ricas em íons. É muito provável que as EAOs estejam envolvidas na etiologia do câncer e da aterosclerose.

— *Certos bioquímicos questionam a relevância fisiológica das EAOs. Argumentam que, além de produzidas em concentrações muito baixas, são extremamente ativas, enfrentam um aparato enzimático de defesa muito eficiente, e sua ação deletéria pode ser impedida por redutores com as vitaminas A e K. Como vê isso?*

— Penso que ninguém duvida da formação de EAOs. A questão é seu significado na lesão dos tecidos, e isto depende da doença. Uma vez que se constata que nas regiões ateroscleróticas das artérias há um acúmulo de produtos que resultam do ataque de EAOs aos lipídios, e que é possível medir a ação deletéria das EAOs nas bases do ácido desoxirribonucléico (ADN), devemos concluir que os mecanismos de defesa não são assim tão eficazes nas condições em que há produção excessiva de EAOs. A meu ver, temos excelentes defesas para fazer face à produção normal de EAOs, que aliás alguns experimentos mostram ser bastante significativa.

— *É possível proteger o organismo contra a ação das EAOs?*

— Há provas de que uma dieta rica em vegetais protege contra diversas doenças. Estudos epidemiológicos mostraram que há uma correlação inversa entre a incidência de doenças do coração e os níveis das vitaminas A e C no sangue. Resultados similares foram obtidos no tocante ao câncer. Mas é preciso cuidado ao analisar esses resultados, pois altos níveis de vitaminas A e C podem indicar apenas uma dieta rica em vegetais que, por outros fatores, protegeriam contra essas doenças.

— *Qual a relação das EAOs com o processo de envelhecimento do organismo?*

— Não se sabe ao certo. Há duas possibilidades: o envelhecimento poderia ser consequência da maior produção de radicais livres de oxigênio, que provocariam alterações nas moléculas biológicas e nos tecidos, ou, ao contrário, ser a causa do aumento de reações que dão origem a esses radicais

livres. Sabemos que, à medida que se envelhece, os vários sistemas do organismo apresentam menor rendimento. O processo de respiração que ocorre na mitocôndria tende a ser menos eficiente e a ligação dos agentes complexantes torna-se mais fraca. Esses fatores podem acarretar um aumento das reações que geram radicais livres. Portanto, o aumento das EAOs pode ser tanto causa como consequência do envelhecimento.

Animais tratados com doses elevadas de antioxidantes não viveram mais que os outros. Por outro lado, quando se injetam doses elevadas de antioxidantes sintéticos no organismo, o nível dos antioxidantes naturais tende a baixar, tornando-se difícil avaliar seu papel defensivo. Na minha opinião, o envelhecimento, como qualquer outro processo de degeneração dos tecidos, é acompanhado de um aumento da produção de radicais livres.

— *Cogita-se do uso de antioxidantes e enzimas capazes de neutralizar EAOs nas isquemias, em que há interrupção do fluxo sanguíneo. Por quê?*

— Como eu disse, toda lesão resulta num aumento de EAOs — ironicamente, até quando provoca uma interrupção do suprimento de oxigênio, como na aterosclerose avançada, quando um coágulo pode impedir a passagem do fluxo sanguíneo para o coração, o cérebro ou outro órgão. Se o tecido se mantiver vivo, pode ser beneficiado com o restabelecimento do fluxo sanguíneo. Observa-se, contudo, que esse restabelecimento pode provocar lesões adicionais, fenômeno conhecido como 'injúria de reperusão', freqüentemente associado à maior produção de radicais livres.

A associação de compostos que neutralizem a atividade das EAOs aos agentes hoje utilizados para dissolver coágulos tem atraído a atenção dos pesquisadores como uma forma de evitar as injúrias de reperusão. Essa possibilidade é especialmente importante para o transplante de órgãos, em que os tecidos ficam privados de oxigênio por longos períodos.

CARMEN WEINGRILL,
CIÊNCIA HOJE, SÃO PAULO.

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

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846. Telex: (21) 36952. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq) e José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas/RJ); editor convidado, Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRJ).

Conselho Editorial: Alzira de Azevedo (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Angelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Luiz Bevilacqua (COPPE/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraya Araújo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada e Marília Martins (editoras de texto); Regina Ferreira (coord. de revisão); Alicia Ivanishevich (coord. de jornalismo); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzeig (setor internacional).

Edição de Arte: Christiane Abbade e Claudia Fleury da R. Borges (programação visual); Selma Azevedo e Carlos Henrique V. dos Santos (desenho e arte-final); Silvia Steinberg, Ana Claudia Ribeiro e Guilherme Sarmento (produção).

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente interino), Neuza Maria de Oliveira Soares, Carmen Lúcia Gonçalves Leal, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Guilherme Frederico da Silva e Vanderley dos Santos Araújo.

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

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

Colaboraram neste número: Maria Luiza X. de A. Borges (edição de texto); Rachel Valença, Vilma Homero e Elisabete Muniz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (análise de sistemas); Marta Rodrigues (arte-final).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur/França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallebeck (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/UFGA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moyses Nussenzeig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica/Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia/PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telfo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

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

Sucursal Brasília: Margareth Marmorini - ICC, Ala Sul, sobrelota 301, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70919, Brasília, DF, tel.: (061) 273-4870.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschio, Angela Weber — Av. Luis Freire s/nº, CCN, Área II, Cidade Universitária, CEP 50739, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

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

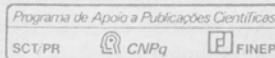
Correspondentes: **Porto Alegre:** Gilberto Carvalho Ferraz — Travessa Luiz Englert s/nº, prédio 20, sala 09, Campus Central/UFRS, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 27-5529. **Curitiba:** Glaci Zancan — Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81504, 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 57000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho — Depto. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58100, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005. **Florianópolis:** Thereza Cristina M. de Lima Nogueira — Coordenadoria Especial de Farmacologia, CCB, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 22-4164 e 31-9491.

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

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

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

Para sua publicação, Ciência Hoje conta com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).



Publicidade: São Paulo: Bartolomeu Mastrochirico, tel.: (011) 62-1710, fax (011) 263-2521; Rio de Janeiro: Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846 e 295-9443, fax (021)541-5342. Brasília: Deusa Ribeiro, tel.: (061) 223-9745.



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

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação; a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

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

Sede nacional: Rua Costa Carvalho, 222 — CEP 0529. São Paulo, SP Caixa Postal 11008 — CEP 05499, 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, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134 (Reginaldo Fernando F. de Castela); **AL** - Depto. de Biologia/UFAL, Praça Afrânio Jorge s/nº, Prado, CEP 57010, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613, r. 08 (Fábio José C. Branco Costa); **AM** - Depto. de Ciências Agronômicas/INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083, Manaus, AM, tel.: (092) 236-9733 (Hiroshi Noda); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação,

CEP 40210, Salvador, BA, tels.: 247-2714, 247-0646 (Dionarcos Soares de Vasconcelos); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-8047 (Maria Sulamita de A. Vieira); **DF** - Depto. de Antropologia/UnB, Campus Universitário, CEP 70910, Brasília, DF, tel.: 273-3264 (Gustavo Lins Ribeiro); **GO** - Instituto de Ciências Biológicas/UFGO, Campus Universitário, CEP 74000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 152 (Joãoquim Tomé de Sousa); **MA** - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação/UFMA, Largo dos Amores, 66, CEP 65000, São Luís, MA, tels.: (098) 232-3370, 232-3807 (Othon de Carvalho Bastos); **MG** - Depto. de Física/UFMG, Av. Antonio Carlos, 6627, CEP 31270, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 441-9466, r. 219/225 (Márcio Quintão Moreno); **Viçosa** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UFV, CEP 36570, Viçosa, MG, tel.: (031) 899-2512 (Lucio Antonio O. Campos); **MT** - Depto. de Geologia/UFMT, Av. Fernando Correa s/nº, CEP 78000, Cuiabá, MT, tel.: (065) 315-8751 (José Domingues de Godói Filho); **MS** - Depto. de Química/UFMS, Cidade Universitária, CEP 79100, Campo Grande, MS, tel.: (067) 387-3311, r. 346 (Dario Xavier Pires); **PA** - Depto. de Geofísica/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Depto. de Física/UFPB, C. Postal 5008, CEP 58051, João Pessoa, PB, tel.: (083) 224-7200, r. 2435 (Mauro Kyotoko); **PE** - Depto. de Economia/UFPE, Av. Luis Freire s/nº, Área II, Cidade Universitária, CEP 50000, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 6844 (Divaldo de Almeida Sampaio); **PI** - Depto. Biológico/UFPI, Campus Universitário, CEP 64000, Teresina, PI, tels.: (086) 232-3913, 232-1729 (Manoel Chaves Filho); **PR** - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051, Londrina, PR, tel.: (0432) 27-5151, r. 247/477 (Ana Odete Santos Vieira); **Curitiba** (seccional) - Depto. de Planejamento e Administração Escolar/UFPR, Rua Gal. Carneiro, 460, CEP 80001, Curitiba, PR, tels.: (041) 222-7870 ou 264-5522, r. 277/292 (Evaldo Antonio M. Ferreira); **Maringá** (seccional) - Depto. de Análises Clínicas/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020, Maringá, PR, tel.: (0442)

26-2727, r. 215/313 (Rafael Campos Bezerra); **RJ** - Depto. de Engenharia Mecânica/PUC, Rua Marquês de São Vicente, 225, CEP 22453, Rio de Janeiro, RJ, tels.: (021) 259-5197, 529-9578 (Eloi Fernandez y Fernandez); **RN** - Depto. de Informática e Matemática Aplicada/UFRN, C. Postal 1527, CEP 58072, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 257 (Pedro Fernandes Maia); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78900, Porto Velho, RO (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Campus Central/UFRS, Prédio 20, Sala 9A, Travessa Luiz Englert s/nº, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Gilberto Carvalho Ferraz); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Zoologia e Genética/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96001, Pelotas, RS, tel.: (053) 221-2033 (Maria da Graça M. Roth); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia, Universidade do Rio Grande, Caixa Postal 474, CEP 96200, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-8711 r. 11 (Luiz Paulo Rodrigues Cunha); **Santa Maria** (seccional) - CPG Extensão Rural/UFSM, Campus Universitário, CEP 97100, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 235/2165 (Gustavo Martin Quesada); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia/UFSC, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tels.: 22-4164, 33-9491 (Thereza Cristina M. de L. Nogueira); **SE** - Depto. de Serviço Social/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000, Aracaju, SE, tel.: 224-1331, r. 347 (Maria Helena S. Cruz); **SP** (subárea I) - Depto. Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 01051, São Paulo, SP, tel.: (011) 211-5008 ou 210-2122, r. 593 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 22-3087 ou 33-0011, r. 2251 (Aline Aparecida Pizzirani Kleiner); **SP** (subárea III, seccional Botucatu) - Depto. de Genética, Instituto de Biociências/UNESP, Campus Universitário, CEP 18610, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 229 (Romeu Cardoso Guimarães); **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Carlos Tonani, km 05, CEP 14870, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000, r. 254/255 (Márcia Justino R. Mutton).

BRASIL: 90 MILHÕES DE PESSOAS SEM REDE DE ESGOTO.

DISTRITO FEDERAL: TODOS VÃO TER REDE DE ESGOTO.

As deficiências no saneamento básico são hoje um dos principais problemas brasileiros. Segundo o Fórum dos Secretários de Saneamento e Meio Ambiente, cerca de 90 milhões de pessoas no Brasil (60 por cento da população total) não dispõem hoje de ligação doméstica a redes coletoras de esgotos.

Pior ainda, apenas 10 por cento dos esgotos coletados hoje no país recebem algum tipo de tratamento. 90 por cento são despejados sem nenhum tratamento em cursos d'água.

Como praticamente não houve investimentos no setor ao longo da década de 80, a situação tende a se agravar ainda mais, com o crescimento da população. O cálculo do Fórum é de que, pelos métodos convencionais, seria preciso investir imediatamente 15 bilhões de dólares para enfrentar essa questão.

Só que esses recursos não existem, como admitiu recentemente o próprio presidente da República.

Como resolver esse problema?

No Distrito Federal, o governo resolveu adotar uma solução alternativa, na mesma direção que já experimentara para enfrentar o problema habitacional.

Quando assumiu o governo do Distrito Federal pela primeira vez, em 1989, o governador Joaquim Roriz encontrou dezenas de invasões de pessoas de baixa renda, inclusive no Plano Piloto, a Capital administrativa do país. Um cadastramento revelou que entre invasores, favelados e moradores debaixo de pontes e viadutos, incluindo ainda os chamados inquilinos de fundo de quintal (famílias que ocupam barracões em fundos de lotes já ocupados na frente, sem instalações sanitárias e em precaríssimas condições), havia no Distrito Federal cerca de 100 mil famílias.

O governo optou então pelo sistema de parceria: iniciou os chamados assentamentos, abrindo ruas, demarcando lotes, colocando em cada lote um ponto de luz e em cada quadra um chafariz com várias torneiras para o abastecimento de água. **Só poderiam candidatar-se a lotes famílias com pelo menos 5 anos de residência em Brasília** (para não estimular migrações), renda até 5 salários mínimos, com filhos, e que aceitassem não vender o lote por cinco anos. A própria família, pelo regime de parceria, deveria encarregar-se da construção da casa.

Com esse sistema de parceria, cerca de 50 mil famílias foram transferidas para assentamentos.

Na campanha eleitoral de 1990, o candidato Joaquim Roriz assumiu o compromisso de "assentar" as outras 50 mil famílias já cadastradas — e apenas elas —, de dotar todos os assentamentos da infra-estrutura básica de água e esgotos, de expandir a infra-estrutura social (escolas, hospitais, postos de saúde, postos de polícia, telefones, etc.). Assumiu também o compromisso de que os novos assentamentos, para essas 50 mil famílias restantes, receberiam a mesma infra-estrutura sanitária.

Mas como fazer isso? Como levar esgotos a 100 mil famílias, mais de 500 mil pessoas, além de suprir uma carência em outros lugares que já existiam antes dos assentamentos?

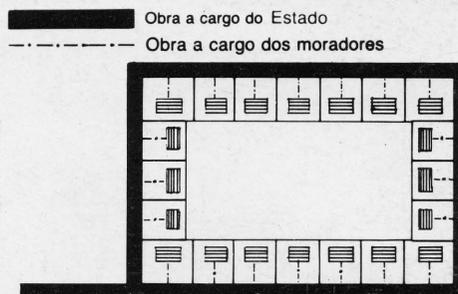
A opção foi expandir o sistema de parceria entre governo e povo. Desta vez, adotando o chamado sistema condominial de esgotos, criado pelo engenheiro José Carlos Rodrigues Mello e já testado com êxito em alguns lugares, mas em pequena escala.

O sistema se chama condominial pela analogia com o condomínio dos edifícios de apartamentos. Neste, o que acontece? O governo coloca a rede coletora de esgotos em fren-

te ao prédio, na rua. E o condomínio, ou cada morador, se encarrega de ligá-la à sua residência.

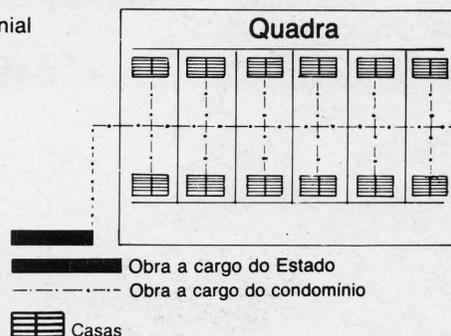
Já no sistema tradicional brasileiro, nas áreas onde há apenas residências, o governo era obrigado a cercar cada quadra com a rede coletora de esgotos. Veja o desenho:

Sistema convencional



No sistema condominial, toma-se cada quadra como base. Cada quadra forma um "Condomínio" informal. O governo, ao implantar a rede de esgotos, em vez de cercar toda a quadra com ela, coloca-a apenas na ponta da quadra. E em cada quadra os moradores decidem qual é a melhor forma para ligar a rede a cada casa. A rede tanto pode passar pelo fundo dos lotes (solução ideal, mais barata), como pela frente ou até mesmo pela calçada. Veja o desenho:

Sistema Condominial



Decidido pelo "condomínio" o formato, os moradores assumem compromisso de pagar a entrada da rede na quadra e as ligações a cada residência. O governo financia cada morador em até 10 vezes. E como compensação, dá-lhe uma redução substancial na tarifa de esgotos.

Dependendo da opção dos moradores, o custo do investimento do Estado na implantação da rede pode reduzir-se em até 84 por cento. E com essa economia o governo adquire condições de implantar a rede em um número muito maior de lugares, beneficiando muito mais moradores.

Assim, com essa nova parceria entre governo e povo, **será possível implantar, ao longo dos quatro anos deste governo, rede coletora de esgotos para todas as residências do Distrito Federal.**

E ainda mais: com o tratamento descentralizado dos esgotos, inclusive em lagoas de oxidação que serão utilizadas também para tratamento paisagístico e recuperação do verde, deixará de haver esgotos despejados sem tratamento em cursos d'água.

É mais um resultado da parceria governo/povo. Para fazer justiça social no Distrito Federal.

PS: As obras já estão em andamento em vários assentamentos.

“TODO HOMEM TEM DIREITO À VIDA...”

(Declaração Universal dos Direitos do Homem, Artigo 3º)



CONFERÊNCIA
INTERNACIONAL
DE DIREITO
AMBIENTAL

HOTEL GLÓRIA - 28 A 31 DE OUTUBRO DE 1991

SECRETARIA MUNICIPAL DE
URBANISMO E MEIO AMBIENTE



RIO Prefeitura
da Cidade