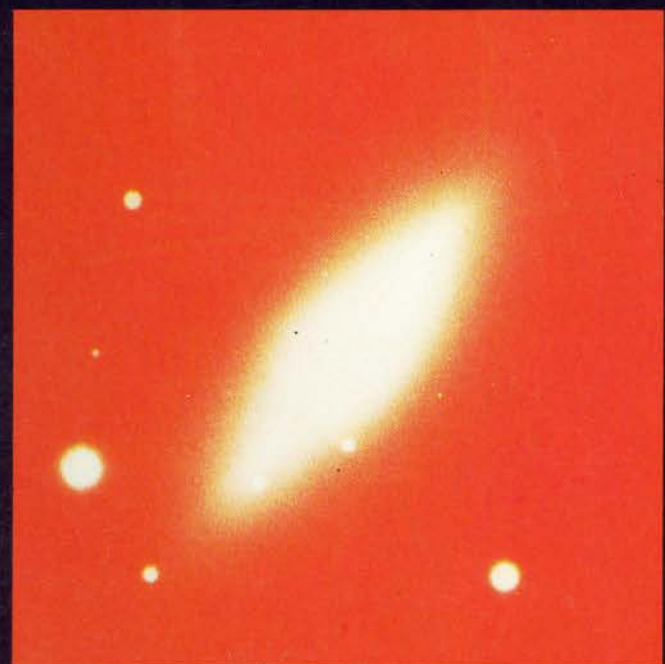


CIÊNCIAHOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA VOL. 13 Nº 78 DEZEMBRO DE 1991 Cr\$ 5.200,00

ENCARTE: CONGRESSOS



Galáxias: Muralhas do Universo
NOVAS FAÇANHAS DA BIOLOGIA MOLECULAR





O escritório do futuro, hoje

Compartilhamento de informações. Micros interligados. Processadores de textos. Gráficos e planilhas de cálculo. Bancos de dados. Softwares específicos. Tudo isto deixou de pertencer ao futuro para fazer parte do presente. A informatização aumenta a produtividade das empresas e agiliza as rotinas de um escritório, reduzindo sensivelmente custos e tempo.

A Itautec tem a linha de equipamentos para a automação completa de seu escritório. Preparamos você hoje, para o futuro.

Microcomputadores • Fac-símile • Copiadoras

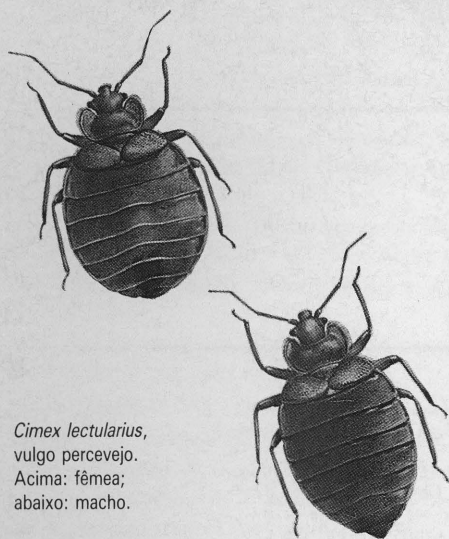
Itautec



De olho no futuro.

Itautec Informática S.A. São Paulo: PABX (011) 280-2966 - Vendas São Paulo: (011) 853-4800 - Filiais: Belém (091) 224-5137; Belo Horizonte (031) 227-8855; Blumenau (0473) 22-3311; Brasília (061) 321-4800; Campinas (019) 41-7888; Campo Grande (067) 383-3942; Curitiba (041) 225-7355; Florianópolis (0482) 23-6344; Fortaleza (085) 244-9233; Foz do Iguaçu (0445) 72-1695; Goiânia (062) 212-2555; Joinville (0474) 22-3787; Londrina (0432) 23-1010; Manaus (092) 233-7177; Porto Alegre (0512) 22-1733; Recife (081) 228-0888; Ribeirão Preto (016) 627-2800; Rio de Janeiro (021) 286-4622; Salvador (071) 371-3246; São Bernardo do Campo (011) 455-5300; São José dos Campos (0123) 22-3788; Vitória (027) 225-8211.

CARTAS DOS LEITORES



Cimex lectularius,
vulgo percevejo.
Acima: fêmea;
abaixo: macho.

Percevejos

Foi com imenso prazer que li a reportagem 'Percevejo de volta a Belo Horizonte', publicada na seção 'É bom saber' de *Ciência Hoje* nº 72. Entretanto a revista cometeu um equívoco ao publicar a frase "O pesquisador nega, entretanto, o envolvimento do inseto em transmissão de doenças do sangue." A frase correta, enviada a essa revista, foi: "*O pesquisador nega, entretanto, o envolvimento do inseto em transmissão de doenças do sangue, conforme especulações atribuídas equivocadamente à sua tese, publicadas recentemente na imprensa.*"

RONALDO LUIZ NAGEM
INSTITUTO DE CIÊNCIAS
BIOLÓGICAS/UFGM, BELO HORIZONTE

Endereço

Sou assinante da revista *Ciência Hoje* e li no nº 75, na seção 'Resenha', um artigo falando sobre o cinquentenário da *Revista Brasileira de Biologia*. Sou professor de biologia e fiquei muito interessado em conhecer essa revista, já que ela deve ser uma grande fonte de informações. Por isto escrevo para saber como devo proceder para obtê-la.

RONY BERNACCHI KUEHNER
RIO DE JANEIRO

• A *Revista Brasileira de Biologia* é publicada pela *Academia Brasileira de Ciências*, cuja sede fica na rua Anfilólio de Carvalho 29, 3º andar, Rio de Janeiro, CEP 20030. O telefone é (021) 220-4794.

Fotos

Gostaria de parabenizá-los pelo excelente trabalho na área de meio ambiente realizado por esta revista. Sou biólogo e tenho grande experiência em fotografias da fauna e da flora dos mais variados ecossistemas do Brasil. Possuo um bom acervo de diapositivos e negativos, os quais tenho interesse em divulgar, para dar continuidade a esse meu trabalho. (...)

RENATO CAMPELLO CORDEIRO
LAGUNA (SC)

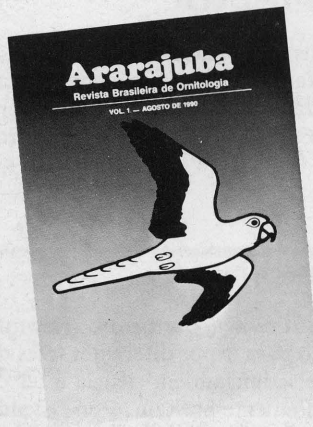
• *Esperando contribuir para a divulgação dos seus trabalhos fotográficos, registramos aqui seu endereço para que os interessados possam entrar em contato com você: rua Bom Jardim, 5/301, Mar Grosso, Laguna (SC), CEP 88790. Desejamos que tenha sucesso.*

Ararajuba

Solicito a fineza de informar-me o endereço da Sociedade Brasileira de Ornitologia, que publica a revista *Ararajuba*, conforme noticiado na p. 68 de *Ciência Hoje* nº 71. Aproveito a ocasião para parabenizar a revista por sua qualidade.

ROGELIO GARCIA BONIL
SUMARÉ (SP)

• *O endereço é Unisinos (Museu de Zoologia), Caixa Postal 275, CEP 92020, São Leopoldo, Rio Grande do Sul. A revista Ararajuba pode ser assinada por qualquer pessoa interessada, sendo que os sócios quites com a SBO a recebem gratuitamente.*



Decisão corajosa

No artigo de T. Mulholland, 'Modernidade de avestruz', onde é discutida a suposta proibição de contratação de docentes estrangeiros (CH 74), lê-se: "Apesar da unanimidade da opinião pública e das decisões corajosas da USP e da UFMG, é difícil acreditar que haverá força política para reverter esta situação."

Em primeiro lugar, solicito que a Universidade do Estado do Rio de Janeiro seja incluída no rol das que tomaram decisão corajosa, pois seu Conselho Universitário, em 17 de maio, resolveu que, "para efeitos de ingresso e promoção na carreira docente, a UERJ não distinguirá entre brasileiros e estrangeiros".

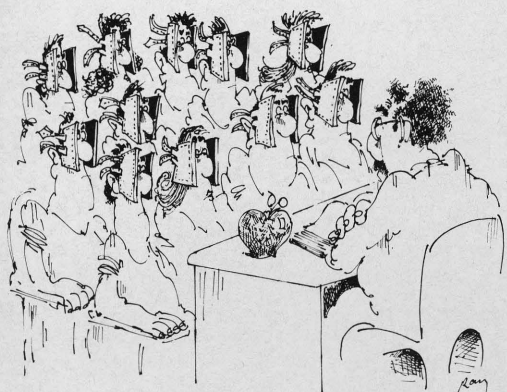
Mais importante, concordo que não é garantido que haja força política para reverter a situação. No entanto, a repetição de atitudes corajosas por grandes universidades, como a UnB, por exemplo, aumentará as chances de corrigirmos este absurdo. Está aí uma boa oportunidade de exercer a tão sonhada autonomia universitária!

REINALDO GUIMARÃES
SUB-REITOR DE PÓS-GRADUAÇÃO
E PESQUISA/UERJ

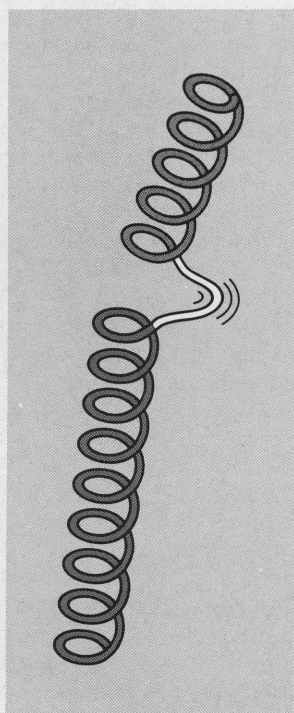
Química

Gostaria de parabenizar o trabalho ao qual a *Ciência Hoje* vem se dedicando, ou seja, a divulgação científica. Sou estudante, preste a participar da seleção da UFRJ para o curso de engenharia química e venho por meio desta elogiar o artigo 'A falsa imagem da química' (*Ciência Hoje* nº 74). Entre outros motivos, o gosto que tenho por esta ciência me obriga a dizer que é necessário todo e qualquer tipo de divulgação a seu respeito. Não só a química, como também tudo o que esteja ligado de modo geral à ciência deve fazer parte do conhecimento de um número cada vez maior de pessoas. Sem dúvida, é uma tarefa árdua e difícil. Faço votos de que esse maravilhoso meio de divulgação científica vá cada vez mais adiante.

ROSA RAQUEL GOMES CORRÊA
RIO DE JANEIRO



19



29

CARTAS

1

EDITORIAL

5

UM MUNDO DE CIÊNCIA

6

No dia 8 de dezembro de 1992, a sonda *Galileo* se aproximará da Terra, trazendo informações que colheu ao sobrevoar o asteroide Gaspra, em outubro passado. O astrônomo Roberto Vieira Martins comenta alguns dados que ela já nos enviou sobre Vênus, nesta missão comprometida por um defeito na sua superantena.

A recente descoberta do gene responsável por uma das formas mais freqüentes de retardamento mental hereditário não esgota a questão, mas contribui para aperfeiçoar os métodos de diagnósticos de portadores assintomáticos. Por Hector N. Seuánez.

TOME CIÊNCIA

9

O estudo da atividade de plantas a partir de dados fornecidos pelas populações que as consomem é uma alternativa de combate à malária, cuja forma mais grave tem-se mostrado cada vez mais resistente às drogas usuais. Por Maria das Graças L. Brândão, Luzia H. Carvalho e Antoniana U. Krettli.

Canais iônicos, ressonância magnética nuclear e cristais líquidos foram as áreas de estudo de que saíram os laureados com o prêmio Nobel respectivamente em medicina e fisiologia, química e física em 1991.

OPINIÃO

18

Mais que transmitir informações, o ciclo básico, na área das ciências biológicas, deve familiarizar o aluno com o método e o pensamento científico — é o que propõem Elizabeth Spangler Andrade Moreira, Francisca Nunes Caixeta, Humberto Coelho de Carvalho e Paulo Sérgio Lacerda Beirão, da Universidade Federal de Minas Gerais.

RESENHA

21

Em *A ciência por dentro*, Newton Freire-Maia usa sua longa experiência como biólogo para expor diferentes teses de filosofia da ciência, de forma a ajudar os jovens que se iniciam em ciência a ter consciência plena dos pressupostos filosóficos que tacitamente aceitam. Por Osvaldo Pessoa Jr.

ARTIGOS

DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DA VIDA MOLECULAR

24

Luiz Alberto Colnago

Em trabalho desenvolvido na Universidade de Pensilvânia, o autor verificou as potencialidades da RMN (ressonância magnética nuclear) no estudo dos fenômenos biológicos. Essa técnica fornece uma visão estereodinâmica das estruturas moleculares dos biopolímeros, cujo conhecimento permitirá avançar na solução de doenças como Aids e câncer.

DEFORMAÇÕES NATURAIS E EXPERIMENTAIS NAS ROCHAS

30

Silvio Jorge Coelho Simões e Celso Dal Ré Carneiro

Eventos importantes da evolução geológica da Terra podem ser conhecidos graças ao estudo das rochas da crosta terrestre, que encontramos em nosso dia-a-dia, e das deformações por elas sofridas através dos tempos.

A CIÊNCIA-MÚSICA DA IDADE MÉDIA

38

Nice Rissone

Situada na mesma categoria das ciências matemáticas por Santo Agostinho, no século IV de nossa era, a música só perdeu esse *status* no final da Idade Média, quando os vários saberes começaram a se confinar aos limites da profissionalização.



35

ENTREVISTA

46

O mapeamento das galáxias ambiciona desvendar o segredo da formação do universo. O Observatório Nacional do Rio de Janeiro está fazendo parte desse trabalho, sob a chefia do prof. Luiz Nicolaci da Costa. O astrônomo Paulo Pellegrini conta a *Ciência Hoje* o que se descobriu até agora.

DOCUMENTO

52

Um estudo da SUDAM mostra que, dependendo de variáveis nacionais e internacionais, vários futuros alternativos se delineiam para a Amazônia no século XXI. Mais do que tudo, entretanto, fatores políticos determinarão a forma pela qual as enormes potencialidades da região podem vir a ser aproveitadas em benefício do homem e da natureza.



45

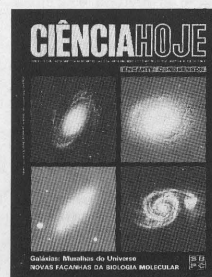
É BOM SABER

62

Pesquisadores do Centro Brasileiro de Sequenciamento de Proteínas, da Universidade de Brasília, identificaram pela primeira vez no milho a tionina. A extração, purificação e sequenciamento dessa proteína foram feitos em apenas dez dias, considerado tempo recorde. Por Margareth Marmori.

A Universidade de Pittsburgh (EUA) propôs ao Brasil acordo peculiar: trocar tecnologia avançada de transplantes por fígados de brasileiros. Por Cássio Leite Vieira.

Meio eficiente para desenvolver nas crianças a consciência ambiental, os estudos de campo são relegados a segundo plano no Brasil — ao contrário do que ocorre na Europa —, embora baste um pouco de criatividade para realizá-los a um custo mínimo. Por Walter Leal Filho.



CAPA Galáxias. Fotos cedidas por Paulo S. Pellegrini.

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 Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Luiz Bevilacqua (Coppe/UFRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UERJ), 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 (editora de texto); Regina Ferreira (coord. de revisão); Alicia Ivanisevich (coord. de jornalística); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzweig (setor internacional).

Edição de Arte: Christiane Abbade, Claudia Fleury da R. Borges e Ana Claudia Ribeiro (programação visual); Selma Azevedo e Carlos Henrique V. dos Santos (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M. S. Bahri (gerente interino), Neuza Maria de Oliveira Soares, Marcos de Alcantara Serrão, Neuza Luísa de S. Soares, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Guilherme Frederico da Silva.

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, Ernesto Pontes Pereira, Jorge Noé Lopes Carmo, 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 Luíza X. de A. Borges, Marília Martins (edição de texto); Rachel Valença, Vilma Homero e Miriam Cavalcanti (revisão); Cassio Leite Vieira (jornalismo); 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), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José R. do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José 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. Moysés Nussenzweig (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 E. A. de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia/PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sílvia Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo S. Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marizete Muniz, Sílvia Godinho (estagiária) — Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31160, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346, fax (061) 224-7147.

Sucursal Brasília: Margareth Marmori — ICC, Ala Sul, sobreloja 301, Campus Universitário, UnB, C.P. 04323, CEP 70919, Brasília, DF, tel.: (061) 273-4780; fax (061) 224-7147.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcusch, Angela Weber — Av. Luís 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.

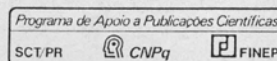
Correspondentes: **Porto Alegre:** Gilberto Carvalho Ferraz — Travessa Luiz Englert s/nº, prédio 20, sala 09, Campus Central/UFRRS, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 27-5529. **Curitiba:** Glaci Zancan — Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, 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 — Dept.º 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) 263-2521, fax: (011) 62-6702; **Rio de Janeiro:** Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846 fax: (021) 541-5342, **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 321-5009.



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 Agrônômicas/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/UFRO, 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 Godoi 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 (Maurio Kyotoko); **PE** - Depto. de Economia/UFPE, Av. Luís Freire s/nº, Área II, Cidade Universitária, CEP 50000, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 6844 (Divaldo de Almeida Sampaio); **PI** - Depto. Biomédico/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 264-2522, 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 (Eloí Fernandez y Fernandez); **RN** - Depto. de Informática e Matemática Aplicada/UFRRN, 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/UFGRS, 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/UFMS, 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 II, seccional Botucatu) - Depto. de Genética, Instituto de Biociências/UNESP, Campus Universitário, CEP 18610, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 229 (Romeu Cardoso Guimarães); **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Carlos Tonani, km 05, CEP 14870, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000, r. 254/255 (Márcia Justino R. Mutton).

O NORTE-SUL DA CIÊNCIA

“Por quem os sinos doam?”

Nas Américas do Sul e do Norte, a crise econômica tem causado graves danos às instituições científicas. Na América Latina, os equipamentos dos laboratórios, quando ainda existem, estão obsoletos. Nos EUA, é cada vez mais difícil renová-los. No Norte, o ritmo de crescimento dos investimentos em pesquisa básica nas universidades caiu, segundo a revista *Science*, de janeiro de 91. No Sul, na última década, os recursos para pesquisa, salvo raras exceções, não tiveram qualquer acréscimo quando não foram drasticamente cortados. O número de doutores aumentou lentamente e, no Brasil, os programas de pós-graduação e bolsas foram ampliados, o que diminuiu o valor do apoio a cada pesquisador. Na América Latina, as universidades, os laboratórios e a manutenção dos equipamentos passaram a depender mais e mais do financiamento de fundações particulares e bancos internacionais. No Sul como no Norte, reduziram-se as chances de emprego para jovens pesquisadores. O desestímulo à carreira científica e a perda de talentos são fenômenos inquietantes.

Há, portanto, uma base de problemas comuns que poderia levar as comunidades científicas dos principais países das regiões ao exame de ações conjuntas capazes de beneficiar todo o continente. Animada por esta perspectiva, a SBPC entrou em contato com a American Association for Advancement of Science (AAAS), para promover encontros e discussões entre lideranças científicas latino e norte-americanas.

Essas reuniões apreciariam uma agenda de possibilidades e necessidades, envolvendo os seguintes objetivos:

1. Ampliar as relações entre as sociedades científicas das Américas e estabelecer diretrizes para políticas comuns de C&T.
2. Sistematizar o papel da pesquisa científica acadêmica no esforço de integração e desenvolvimento social das Américas.
3. Traçar estratégias para a sobrevivência de pesquisa própria da América Latina como base de seu avanço econômico e social.
4. Desenvolver a cooperação científica para acelerar a produção de conhecimentos na América Latina e revitalizar a pesquisa nos EUA.

5. Buscar instrumentos de apoio à formação e fixação de pesquisadores na América Latina, promoção do intercâmbio científico nas Américas e financiamento de projetos de pesquisas, programas e laboratórios nas diferentes áreas do conhecimento.

Preocupam as comunidades científicas do Norte e do Sul as soluções dadas por políticos e economistas para superar as atuais dificuldades econômicas. Tais soluções dão prioridade aos investimentos em pesquisa tecnológica de uso industrial, reduzem a responsabilidade do Estado no apoio à pesquisa básica e propõem a privatização de laboratórios e institutos. Os bancos internacionais de desenvolvimento preferem financiar a pesquisa aplicada, de curto prazo, dedicando à pesquisa acadêmica investimentos apenas marginais.

Questiona-se a necessidade de realizar pesquisa básica na América Latina. O pretexto são os graves conflitos sociais e os programas educacionais, sanitários, urbanos, energéticos etc., que exigiriam absoluta concentração dos escassos recursos disponíveis.

Assim, não se justificariam gastos adicionais com pesquisa básica e de fronteira. Subestima-se o papel formativo dessa pesquisa, em oposição ao desenvolvimento tecnológico que tem objetivo e duração limitados.

No entanto, a crescente importância dos estudos ambientais requer laboratórios e pesquisadores qualificados em diferentes regiões das Américas. A contenção e o controle de epidemias exigem cooperação internacional e programas permanentes de treinamento e pesquisa científica, tanto nas regiões endêmicas como nos centros mais vulneráveis à sua propagação. Laboratórios e pesquisadores devem estar aptos para, prontamente, caracterizar e combaterem as enfermidades.

A ponte científica Norte-Sul é fundamental para o próprio desenvolvimento da ciência no Norte. A ausência de interlocutores no Sul pode provocar o isolamento dos laboratórios do Norte, limitando o universo de problemas explorados, sociais e antropológicos, físicos e ambientais. O estudo de questões climáticas, oceânicas, geofísicas, espaciais tem dimensões planetárias e demanda laboratórios equipados e competentemente conduzidos, em diferentes regiões do planeta.

Outro tema essencial é o princípio da ampla e livre divulgação dos resultados das pesquisas científicas como patrimônio comum da humanidade. Sempre que aplicações industriais se revelam possíveis este princípio é posto à margem. Pressionados pela visão utilitária e imediatista do mercado e dos sistemas de financiamento da pesquisa, os valores da ciência, que justificam a credibilidade de suas instituições perante o grande público, tendem a perder firmeza e coerência.

O diálogo Norte-Sul poderia ainda examinar a viabilidade de importantes iniciativas em defesa da ciência nas Américas. Entre elas, vale destacar a criação de uma fundação de apoio ao desenvolvimento e à cooperação científica, como órgão multinacional não-governamental, incumbido de promover o intercâmbio científico entre os países da América Latina e destes com os EUA, a formação e a fixação de pesquisadores, o financiamento de pesquisas na América Latina, além da realização de pesquisas conjuntas entre laboratórios latino-americanos e norte-americanos. A fundação deveria ter caráter privado, reunindo recursos de bancos, empresas, governos, fundações internacionais e regionais. Outra iniciativa útil seria tratar de convencer os bancos e fundações internacionais a adotarem diretrizes mais favoráveis ao desenvolvimento científico. Seria oportuno também unir esforços para desmistificar as políticas oficiais de privatização das verbas para a pesquisa e a retirada do apoio à pesquisa básica. Poder-se-ia apreciar ainda o intercâmbio de projetos educacionais, bem como programas comuns de divulgação científica, para aproximar nas Américas os cientistas e o grande público.

Identificados interesses e preocupações semelhantes, estabelecidos os primeiros contatos, resta agora verificar se será possível abrir caminhos para a ciência entre o Sul e o Norte.

A MISSÃO GALILEO EM VÊNUS

Em 18 de outubro de 1989, a sonda espacial *Galileo* foi lançada a partir do ônibus espacial *Atlantis* em direção a Vênus, tendo como destino final Júpiter. O projeto original previa seu lançamento direto a esse destino, com a missão de explorar Júpiter e seus satélites. Tais planos foram, contudo, inutilizados com a explosão da *Challenger*, em janeiro de 1986. A decisão da NASA de não mais utilizar, nos ônibus espaciais, foguetes do tipo necessário para impulsionar a nave ao destino previsto deixou *Galileo* sem meios de obter velocidade suficiente para superar o campo gravitacional do Sol e alcançar Júpiter.

O problema foi resolvido projetando-se para a sonda uma trajetória bem mais complicada, que utilizasse o impulso gravitacional de Vênus e, por duas vezes, o da Terra. Assim, a nova trajetória foi programada, e em 10 de fevereiro de 1990 a nave sobrevoou Vênus. Adquirindo impulso no campo gravitacional desse planeta, aproximou-se pela primeira vez da Terra em 8 de dezembro do mesmo ano, seguindo então em direção ao asteroide Gaspra, sobrevoado em 29 de outubro de 1991. Daí, começou a retornar ao campo gravitacional terrestre, para ganhar novo impulso e, em 8 de dezembro de 1992, rumar definitivamente para Júpiter, onde deve chegar em 7 de dezembro de 1995, permanecendo ativa por dois anos. No seu caminho, *Galileo* deve-

rá ainda se aproximar do asteroide Ida, em 26 de agosto de 1993.

Aproveitando a passagem de *Galileo* por Vênus, seus instrumentos foram ativados, a fim de se obterem informações a respeito das propriedades da atmosfera e do plasma do planeta. Em virtude do desenho da nave, projetada para transmitir dados a grande distância do Sol e na mesma direção em que estariam apontados seus sensores solares, os dados obtidos em Vênus tiveram que ser armazenados numa fita magnética, a bordo da nave, e foram transmitidos para a Terra quando de sua primeira passagem pelo nosso planeta, no final de 1990. Cientistas da NASA e do Laboratório de Propulsão a Jato de Pasadena (Califórnia) publicaram recentemente alguns dados sobre essa parte da missão.*

Vênus já recebera a visita de inúmeras sondas americanas e soviéticas, inclusive, recentemente, a da sonda *Magalhães*. A missão em Vênus foi então planejada para que a nave fizesse observações inéditas do planeta, seja pelo desempenho de seus instrumentos, equipados com tecnologias das mais modernas, seja pelo ineditismo de alguns deles. Foram realizadas observações de relâmpagos e das ondas de plasma geradas localmente, assim como das emissões no ultravioleta e no infravermelho da atmosfera venusiana. Foram feitas medidas do plasma, de partículas energéticas e do

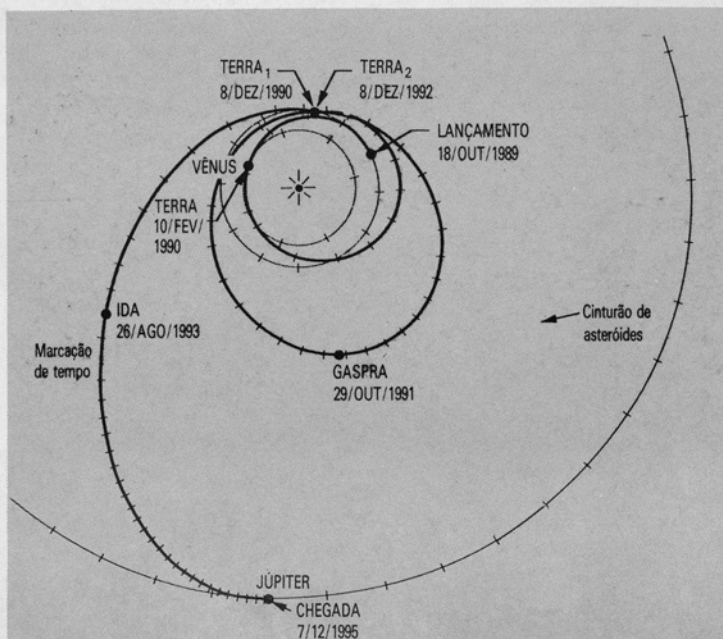
campo magnético. Essas observações, além de levantarem questões fundamentais relativas à composição, evolução e dinâmica da atmosfera de Vênus, permitiram observar fenômenos interessantes, relacionados à interação entre o campo magnético do planeta e o vento solar. Pela primeira vez foi observada, de forma inequívoca, a ocorrência de relâmpagos na atmosfera de Vênus. A importância desses fenômenos reside no fato de serem indicativos de tempestades convectivas (movimentos violentos de regiões da atmosfera, devidos à diferença de temperatura na região) ou, então, de atividade vulcânica. Foi também possível esclarecer pontos importantes sobre os mecanismos que mantêm a vigorosa circulação da atmosfera e a variação da opacidade das nuvens mais baixas.

Em abril de 1991, depois de 18 meses cruzando o sistema solar interior, foi dado o comando para que a antena de 4,8 m se abrisse, possibilitando as comunicações de *Galileo* com a Terra nos próximos passos da missão. Infelizmente, a antena não se abriu, o que compromete de forma quase definitiva a continuidade da missão. Além dos problemas de navegação, decorrentes da dificuldade de comunicação, para avaliar a magnitude do problema, basta dizer que, sem a antena de alto ganho, a nave tem capacidade de transmitir no máximo 40 *bits* de dados por segundo (uma imagem por semana), enquanto o planejado seria 134 mil *bits* (20 imagens por hora).

Várias tentativas vêm sendo feitas, sem resultado, para sanar o defeito. Embora a observação de Gaspra tenha sido um sucesso, a totalidade dos dados obtidos do asteroide só será conhecida na segunda e última passagem de *Galileo* pela Terra, no final de 1992. Depois disso, só nos resta torcer para que uma das muitas tentativas para sanar o problema da antena tenha êxito, permitindo assim a *Galileo* cumprir sua missão em Júpiter com a mesma *performance* que teve em Vênus.

* *Science*, vol. 253, pp. 1.516-1.518, 1991

Trajetória da sonda *Galileo* até Júpiter, com as passagens estratégicas por Vênus e pela Terra, para ganhar impulso no campo gravitacional desses dois planetas. Terra₁ e Terra₂ assinalam as duas passagens pela Terra. A localização da sonda é assinalada em intervalos de 30 dias.



ROBERTO VIEIRA MARTINS

DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA/CNPq E
OBSERVATÓRIO NACIONAL DO RIO DE JANEIRO

AS BASES MOLECULARES DA SÍNDROME DO CROMOSSOMO X FRÁGIL

A síndrome do cromossomo X frágil é a causa mais comum de retardo mental hereditário, com uma incidência de 1/1.500 nos homens e 1/2.500 nas mulheres. Nesses casos, o cromossomo X apresenta uma zona de quebra no seu braço longo, observada em 5-60% das células cultivadas *in vitro* com baixa concentração de ácido fólico. Frequentemente, homens com o cromossomo X frágil são clinicamente afetados porque o defeito se encontra no único cromossomo X que eles possuem. No sexo feminino, que apresenta o cromossomo X em dose dupla, o cromossomo X normal pode compensar o deficiente. Na realidade, um dos dois cromossomos da mulher é normalmente inativado aleatoriamente na fase embrionária do desenvolvimento. Desse modo, a inativação do cromossomo X defeituoso ocorrerá em 50% das células, o que permitirá sua compensação pelo cromossomo X normal. Sendo assim, a mulher poderá ser apenas portadora do defeito, sem sintomatologia clínica.

A expressão clínica dessa síndrome, porém, não é tão simplesmente correlacionada à presença de uma anomalia citológica. Na verdade, 20 a 50% dos homens portadores do defeito cromossômico são assintomáticos, mas podem transmiti-lo à descendência. As filhas desses homens, que necessariamente herdam o cromossomo X defeituoso do pai, são em geral assintomáticas, devido à predominância do outro cromossomo X, de origem materna, que é normal e compensa o defeito. Os descen-

dentes dessas portadoras, entretanto, poderão ser clinicamente afetados, sejam eles do sexo masculino ou feminino. Desse modo, pode-se concluir que alguma mutação deve ter afetado o cromossomo X frágil das mães portadoras para que a síndrome, até então não evidente, passe a se manifestar na terceira geração.

Com os recentes avanços da biologia molecular, demonstrados pelo trabalho de Oberlé e col.,* muitas interrogações têm sido esclarecidas. Em primeiro lugar, o gene responsável pela aparição do sítio frágil foi localizado no próprio cromossomo X, perto da zona de quebra. Esse gene contém uma região isolada (ou 'ilha') de ADN, que é rica em citocina e guanina (CG). Quando a citocina dessa região é metilada, transformando-se em 5-metilcitocina, o portador do defeito cromossômico apresenta sintomatologia clínica. Isto foi demonstrado por meio da análise do ADN com várias enzimas de restrição (endonucleases), que cortam o ADN em sítios específicos, ricos em citocina. Quando a citocina é metilada, o ADN não é cortado nesses sítios, e o resultado são fragmentos de ADN de tamanho maior que os produzidos por um ADN com citocina não metilada.

Foi assim possível analisar os padrões de digestão dessa região (ou ilha de ADN) em pessoas normais, em portadores assintomáticos e nos clinicamente afetados. Nos homens normais, assim como naqueles que apresentam o cromossomo X frágil sem

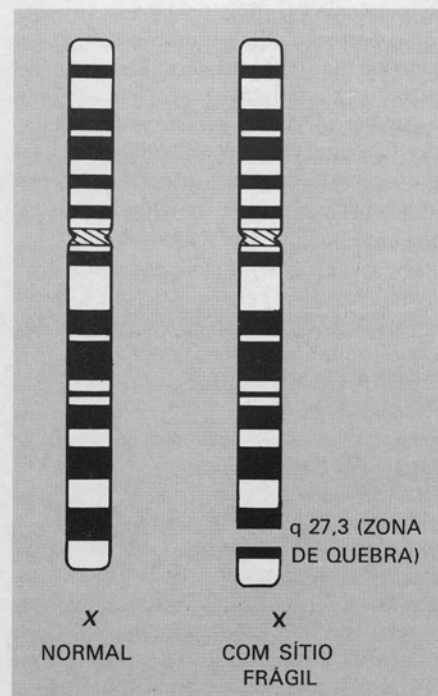


FIGURA 2. O cromossomo X humano. A zona de quebra corresponde à zona do braço longo, chamada Xq27.3.

sintomatologia clínica, o ADN dessa região não se encontra metilado. Nas mulheres normais, 50% do ADN dessa região se encontra metilado, presumivelmente devido ao fato de que parte desse ADN, localizado no cromossomo X, está inativada (quando ocorre inativação de um cromossomo X, o seu ADN é normalmente metilado, já que a metilação da citocina ao longo desse cromossomo tem sido observada). Finalmente, nos homens afetados, a totalidade da região rica em CG se encontra metilada. Nas mulheres afetadas, a metilação seria mais alta do que nas normais (50%).

Poderíamos atribuir a predominância de sintomatologia clínica à metilação de uma zona rica em CG do gene defeituoso? A verdadeira causa é ainda mais complexa, já que a metilação da citocina nessa região é somente parte do problema. Na realidade, os homens portadores do cromossomo X frágil (porém sem sintomatologia clínica) apresentam uma mutação na região rica em CG, caracterizada por uma inserção (ou segmento adicional) de 500 pares de bases. Essa mutação é transmitida às filhas, nas quais o segmento adicional tinha tama-

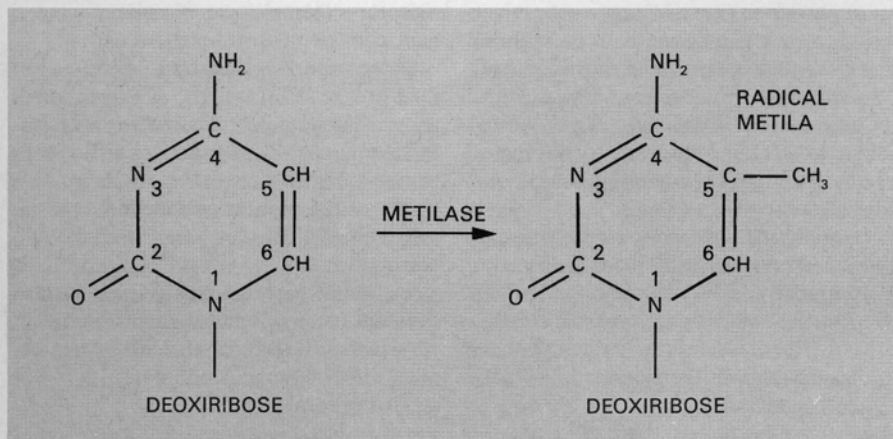


FIGURA 1. Esquema da citocina e da 5-metilcitocina. A metilação da citocina ocorre na posição 5 do anel e se deve à ação de uma metilase, no próprio ADN.

nho semelhante, ou ligeiramente variável. Nos indivíduos afetados da terceira geração, porém, esse segmento inserido apresentava um notável incremento de tamanho, sendo de 1.500 a 2.500 pares de bases. Desse modo, a sintomatologia clínica estaria associada a dois problemas: metilação e mutação. Essa mutação deverá ter ocorrido na linhagem germinal das mães portadoras da inserção menor (de 500 pares de bases), dando origem a uma mutação diferente. Outra possibilidade é que tenha ocorrido durante o desenvolvimento embrionário de cada indivíduo afetado.

Qualquer que seja o processo, a mutação inicial, de 500 pares de bases, é claramente modificada após a passagem por via materna à terceira geração.

Os estudos moleculares têm demonstrado claramente que dois fenômenos relacionados — metilação e mutação — se associam na manifestação clínica da síndrome, sem esclarecer, porém, se a mutação é um fenômeno secundário à metilação ou independente dela. Embora essa questão permaneça em aberto, os estudos moleculares têm permitido elucidar os mecanismos associados à manifestação clínica da síndrome.

me do cromossomo X frágil, assim como providenciar métodos de diagnóstico para identificar os portadores assintomáticos dessa doença.

* *Science* n° 252, pp. 1.070 e 1.097-1.102

HECTOR N. SEUÁNEZ

DEPARTAMENTO DE GENÉTICA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO,
E COORDENAÇÃO DE PESQUISA,
INSTITUTO NACIONAL DO CâNCER

NOTAS

Erupções solares

O telescópio de raios X moles (SXT), a bordo do satélite japonês *Yohkoh*, registrou forte erupção numa região ativa da atmosfera solar. O instrumento é o de mais alta resolução até hoje colocado em órbita.

Para os detectores do telescópio nipon-americano, a superfície do Sol, na qual a temperatura é relativamente 'fria' (5.000°C), fica registrada sob forma de imagens escuras. Mas são os gases da coroa solar, a milhões de graus, que brilham e emitem radiação eletromagnética na faixa dos raios X.

Nas regiões ativas do Sol, o campo magnético circula para fora da superfície, formando os anéis de raios X (figuras semelhantes a filamentos e arcos) que aprisionam os gases da atmosfera solar.

Desde o lançamento de *Yohkoh*, os pesquisadores do projeto SXT estiveram na expectativa de registrar erupções que vêm de dentro ou da periferia dos anéis de raios X. Isso finalmente aconteceu em outubro passado, quando Loren Acton, do Laboratório de Pesquisa de Palo Alto (EUA), e seus colaboradores obtiveram uma série de dados importantes pela observação de erupções fortes e sucessivas.

O estudo desses fenômenos, que é feito em colaboração com Tadashi Hirayama, do Observatório Nacional Astronômico (Japão), permitirá compreender detalhes de como o Sol converte energia magnética em térmica. Os resultados desse trabalho poderão também contribuir para se entender a evolução magnética da coroa solar.

* *Science*, vol. 254, p. 793 (1991)



EXTRAÍDA DE SCIENCE, VOL. 254

Asteróide Gaspra

Cientistas do Laboratório de Propulsão a Jato, situado em Pasadena (EUA), obtiveram fotos do asteróide Gaspra feitas pela sonda *Galileo* em sua viagem rumo a Júpiter. A nave passou a cerca de 16 mil km desse pedaço de rocha que tem aproximadamente 15 km de diâmetro em sua parte mais larga.

O Gaspra se situa numa região de asteróides além de Marte, onde se calcula que um objeto desse tipo não possa sobreviver mais do que algumas centenas de milhões de anos face às colisões com outros corpos.

Sua forma irregular reforça a hipótese de que asteróides sejam pedaços de rocha resultantes da fragmentação de corpos maiores que se formaram ao mesmo tempo que os planetas.

O conjunto das fotos registradas pela *Galileo* inclui imagens feitas através de vários comprimentos de onda e com diferentes resoluções. Só será possível conhecer a estrutura superficial e determinar a composição do Gaspra quando for finalizada a transmissão de dados.

* *Nature*, vol. 354, n° 6.350, p. 178 (1991)

* *Science*, vol. 254, p. 1.109 (1991)

Receptor de NMDA

A equipe de Shigetada Nakanishi, da Universidade de Kioto (Japão), conseguiu clonar o gene responsável pela produção do receptor de NMDA (N-metil-D-aspartato), proteína que desempenha papel importante no sistema nervoso central. Trabalho semelhante foi anunciado simultaneamente por E. Michaelis e seus colaboradores, da Universidade de Kansas (EUA).

Acredita-se que o receptor de NMDA possibilite funções básicas do aminoácido glutamato relacionadas à aprendizagem, memória, regulação do desenvolvimento neural e a certas doenças como o derrame cerebral, a epilepsia e outras de caráter neurodegenerativo.

O glutamato é um neurotransmissor excitatório que pode exercer diversas funções, às quais correspondem diferentes tipos de receptores (complexos moleculares que reagem com os neurotransmissores).

Os receptores estão caracterizados em dois grupos. O primeiro, dos metabotrópicos, funciona por sinalização intracelular, enquanto os ionotrópicos estão associados a canais para passagem de íons específicos. Esses últimos podem ou não ser sensíveis ao NMDA, um análogo do glutamato.

Os receptores não-sensíveis ao NMDA também foram clonados recentemente. A caracterização dos receptores de NMDA era mais difícil e vinha sendo pesquisada por muitos laboratórios.

* *Nature*, vol. 354, n° 6.348, pp. 16, 31, 70 (1991)

* *Science*, vol. 254, p. 801 (1991)

ANTIMALÁRICOS DE USO POPULAR NA AMAZÔNIA

A pesar dos grandes avanços no campo da vacinação antimalárica experimental, com triagens clínicas já realizadas em voluntários humanos, a quimioterapia específica e a aplicação intradomiciliar de inseticidas residuais, principalmente o DDT, permanecem como as principais medidas de controle da malária. O principal problema enfrentado no controle e no tratamento da doença em seres humanos é a resistência do parasita aos antimaláricos usuais. No momento não há disponibilidade de drogas profiláticas adequadas. Na região amazônica, há ampla disseminação de cepas de *Plasmodium falciparum* resistentes a drogas e não são raros os problemas associados ao uso do DDT.

Muitos projetos na área de quimioterapia experimental têm sido conduzidos através de síntese química ou, mais recentemente, a partir de produtos naturais, com ênfase na abordagem etnofarmacológica. Entende-se por etnofarmacologia o estudo da atividade de plantas, levando-se em conta as informações coletadas junto a uma determinada população que as utiliza. A identificação do potente antimalárico artemisinina, por exemplo, isolado pelos chineses a partir das folhas de *Artemisia annua*, deu-se graças ao conhecimento popular, de mais de dois mil anos, de que a planta tinha poder antitérmico. A artemisinina, pouco tóxica, tem sido usada com sucesso por centenas de pacientes chineses que apresentam a forma grave da malária (terça maligna), até mesmo em casos de *P. falciparum* multirresistentes (ver 'O que é a malária'). Além dessa, outras plantas vêm sendo estudadas com o objetivo de determinar seus componentes ativos e avaliar sua eficácia terapêutica como antimaláricos.

Em trabalho anterior, publicado no volume 37 da revista *Ciência e Cultura*, descrevemos os resultados de testes experimentais antimaláricos com extratos brutos obtidos de várias plantas coletadas na região Sudeste do Brasil, bem como dados de um levantamento bibliográfico em que constatamos um grande número de espécies vegetais brasileiras usadas popularmente contra a malária. A partir dessa observação, sugerimos uma abordagem mais racional para a avaliação químico-farmacológica de plantas. Neste trabalho apresentamos os resultados de levantamentos sobre o uso popular de plantas para o tratamento da malária e suas complicações em áreas endê-

micas da Amazônia brasileira, bem como a confirmação dessa atividade em duas das nove plantas testadas experimentalmente.

Os levantamentos foram feitos com o auxílio do professor Donald R. Sawyer, durante os inquéritos realizados pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais, junto à população de duas regiões geograficamente distintas da Amazônia: no sul do Pará e no nordeste de Rondônia. No Pará, os inquéritos foram feitos na cidade de São Félix do Xingu, onde foram entrevistados 20 moradores, e na região de Tucumã e Orilândia, tendo sido ouvidos 4.669 moradores das zonas rural e ur-

bana. Em Rondônia, os levantamentos foram feitos nas regiões envolvidas pelo Projeto Machadinho — um dos programas de colonização patrocinados pelo governo brasileiro —, tendo sido ouvidos 750 indivíduos. A região de São Félix do Xingu, cuja maioria da população é de nativos que se ocupam de atividades extrativistas, é a que apresenta características mais tipicamente amazônicas.

Os trabalhos de campo foram realizados através de três tipos de abordagem: aplicação de questionários elaborados pelo Cedeplar, incluindo questões referentes ao uso de plantas para o tratamento da malária; entrevistas com informantes selecionados a partir dos dados obtidos nos questionários, buscando maiores detalhes sobre o uso das plantas citadas; entrevistas diretas com moradores nativos da região. A aplicação dos questionários foi feita em julho de 1984 no sul do Pará e nos meses de julho de 1984, 1985 e 1986 e agosto de 1987 em Rondônia. As entrevistas com informantes pré-selecionados e com nativos da região foram conduzidas em 1984, no Pará, e em 1987 em Rondônia. Na cidade de São Félix do Xingu só foram realizadas entrevistas diretas com nativos.

Com o auxílio de informantes locais, foram colhidas amostras das espécies utilizadas, visando à preparação de exsiccatas (exemplares dessecados para conservação em herbários) para a posterior identificação da planta, feita pela professora Telma S. M. Grandi, do Departamento de Botânica da UFMG. Foram colhidas também as partes das plantas utilizadas pela população como antimaláricos, com o objetivo de testá-las sob a forma de extrato bruto. Um total de 42 espécies, distribuídas em 23 famílias botânicas, foram indicadas como úteis para o tratamento da malária e suas complicações (Tabela 1). Praticamente todas elas são utilizadas sob a forma de chá.

Não foram observadas diferenças marcantes entre as espécies usadas pela população de Tucumã e Orilândia e a da região do Projeto Machadinho. Em ambas, há uma nítida tendência para o uso de plantas como 'remédio' contra as perturbações hepáticas ocasionadas pela doença. Nessa categoria está a maior parte das plantas utilizadas, quase todas elas cultivadas. De fato, 83% das espécies citadas não compõem a flora nativa amazônica, tendo sido trazidas das regiões de origem dos morado-

O QUE É A MALÁRIA

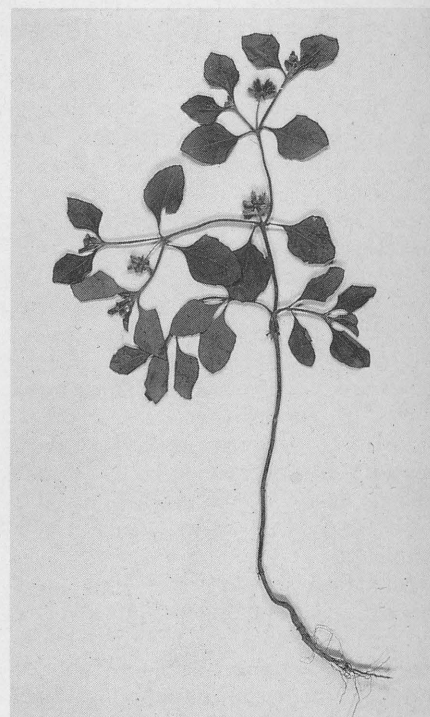
A transmissão da malária humana, também conhecida por impaludismo, febre palustre, sezão ou maleita, se dá de homem a homem, através da picada de mosquitos do gênero *Anopheles*. No Brasil, é causada por três espécies de protozoários do gênero *Plasmodium*: *P. vivax*, responsável pela terça benigna; *P. falciparum*, agente da terça maligna, a forma mais grave da doença; e *P. malariae*, responsável pela quarta benigna. O *P. ovale*, que também causa a terça benigna, existe apenas na África e na Ásia tropical.

O ciclo biológico do parasita ocorre em dois hospedeiros: o homem, hospedeiro intermediário, onde se dá a reprodução assexuada; e o mosquito, hospedeiro definitivo, onde tem lugar a reprodução sexuada. As três espécies de *Plasmodium* que existem no Brasil têm diferentes níveis de patogenicidade, e apenas o *P. falciparum* é capaz de levar o indivíduo à morte. Além disso, essa espécie tem cepas resistentes aos medicamentos usuais e apresenta os mais elevados graus de letalidade. As outras espécies dificilmente levam o indivíduo à morte, mas provocam acessos maláricos e anemia capazes de reduzir sua economia física e capacidade de trabalho. Das doenças parasitárias, a malária é a que mais danos tem causado a milhões de pessoas nas regiões tropicais e subtropicais da Terra.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME POPULAR	FREQÜÊNCIA DE CITAÇÃO (%) ¹
APOCYNACEAE	<i>Aspidospermum nitidum</i> Benth.*	carapanaúba	1,9 ²
	<i>Geissospermum sericeum</i> Benth.*	quina	12,0
BIGNONIACEAE	<i>Adenocalymma alliaceum</i> Miers*	pau-d'alho	0,6
BIXACEAE	<i>Bixa orellana</i> L.*	urucum	4,7
CARICACEAE	<i>Carica papaya</i> L.	mamão	0,1
COMPOSITAE	<i>Acanthospermum australe</i> (Lof.) Kuntze*	carrapicho	2,7
	<i>Ageratum cornizoides</i> L.	mentrasto	0,1
	<i>Artemisia</i> sp*	losna/artemisia	1,1
	<i>Bidens bipinata</i> L.	picão	4,6
	<i>Pluchea quitoc</i> DC.	quitoco	0,9
	<i>Solidago microglossa</i> DC.	rabo-de-raposa	0,9
	<i>Spilantes oleraceae</i> L.	jambu	1,4
	<i>Vernonia condensata</i> Baker	boldo	3,8
CUCURBITACEAE	<i>Momordica charantia</i> L.*	melão-de-são-caetano	8,5
EUFORBIACEAE	<i>Phyllanthus</i> sp	quebra-pedra	0,1
GENTIANACEAE	<i>Tachia guianensis</i> Aubl.*	caferana	1,3 ²
LABIATAE	<i>Coleus barbatus</i> (Andrews) Benth.	boldo	2,4
	<i>Leonotis nepetaefolia</i> (L.) R. Br.	cordão-de-frade	0,1
	<i>Melissa officinalis</i> L.	erva-cidreira	0,1
	<i>Ocimum</i> sp	alfavaca	1,1
LAURACEAE	<i>Persea americana</i> Mitler	abacate	2,2
LECYTHIDACEAE	<i>Bertholletia excelsa</i> Humb. & Bonpl.*	castanheira	8,8
LEGUMINOSAE			
Subfamília	<i>Copaifera officinalis</i> (Jacq.) L.	copaiba	0,1
CAESALPINIOIDEAE	<i>Bauhinia rutilans</i> Benth.	cipó-escada	0,3
	<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.*	mata-pasto	0,3
	<i>Senna occidentalis</i> (L.) H. Irving & Barbany*	fedegoso	20,0
	<i>Senna (aff.) spruceana</i> (Benth.) H. Irving & Barbany	fedegoso	0,3
Subfamília	<i>Bowdichia</i> sp	sucupira	5,9
FABOIDEAE	<i>Desmodium adscendens</i> (SW) DC	carrapicho	0,8
LILIACEAE	<i>Allium sativum</i> L.	alho	2,5
MALVACEAE	<i>Gossipium herbaceum</i> L.	algodão	0,9
	<i>Sida spinosa</i> L.	malva	0,7
MYRTACEAE	<i>Psidium guayava</i> L.	goiaba	0,1
NYCTAGINACEAE	<i>Boerhavia hirsuta</i> Willd*	pega-pinto	1,5
PALMAE	<i>Euterpe oleracea</i> Mart	açaí	0,1
PIPERACEAE	<i>Piper</i> sp	pimenta-de-macaco	0,7
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pilosa</i> L.	amor-crescido	1,0
RUBIACEAE	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) Schum.*	quina-quina	0,1
RUTACEAE	<i>Ruta graveolens</i> L.	arruda	0,5
SOLANACEAE	<i>Physalis brasiliensis</i> Sendt.	camapu	3,0
	<i>Solanum</i> sp*	jurubeba	1,9
VERBENACEAE	<i>Starchytarpheta cayennensis</i> (Rich) Vahl	gervão	0,1

¹Calculada em relação ao número total de plantas citadas (100%).²Espécies usadas principalmente pela população nativa de São Félix do Xingu.

TABELA 1. Espécies de plantas utilizadas popularmente no tratamento da malária, com suas respectivas famílias botânicas e nomes populares, com destaque* às citadas na literatura.

Exemplar de carrapicho (*Acanthospermum australe*), ativa contra a malária.

res e cultivadas nas proximidades de suas residências. O grande número e a diversidade de espécies de plantas utilizadas nas regiões afetadas pela malária indicam que elas constituem uma opção para o tratamento da doença. É difícil o acesso aos postos da Fundação Nacional de Saúde (ex-Sucam) e aos medicamentos comercializados nas farmácias, que, na maioria das vezes, apresentam efeitos colaterais.

A casca da quina (*Geissospermum sericeum*) é usada no tratamento da malária pela população nativa de São Félix do Xingu. Espécies da família das apocináceas, à qual pertence *G. sericeum*, são ricas em alcalóides, portanto muito amargas. Segundo a população local, a eficácia de uma planta como antimalárica estaria diretamente relacionada a essa característica. O fato parece estar associado ao amargor da casca da rubiácea conhecida como quina verdadeira (*Cinchona* sp), da qual é extraída a quinina, alcalóide usado há séculos no tratamento da malária humana e ainda útil no tratamento da terçã maligna nos casos de resistência à cloroquina. Outra espécie conhecida como quina (ou quina-quina) é a *Coutarea hexandra*, nativa da região e de uso bastante difundido entre os moradores da região do Projeto Machadinho. É



FOTO DONALD R. SAWYER

Machadinho: núcleo urbano na Amazônia (Rondônia), onde foram entrevistados moradores das zonas rural e urbana.

Espécie (Família)	nome popular	parte usada (origem)	Atividade antimalárica em laboratório
<i>Acanthospermum australe</i> (Compositae)	carrapicho	folhas, toda (nativa)	ativa
<i>Aspidospermum nitidum</i> (Apocynaceae)	carapanaúba	casca (nativa)	inativa
<i>Bertholletia excelsa</i> (Lecytidaceae)	castanheira	casca (nativa)	inativa
<i>Boerhavia hirsuta</i> (Nyctaginaceae)	pega-pinto	toda (nativa)	inativa
<i>Coutarea hexandra</i> (Rubiaceae)	quina-quina	casca (nativa)	inativa
<i>Geissospermum sericeum</i> (Apocynaceae)	quina	casca (nativa)	inativa
<i>Momordica charantia</i> (Cucurbitaceae)	melão-de-são-caetano	toda (nativa/cultivada)	inativa
<i>Senna occidentalis</i> (Leguminosae/Subfam. Caes.)	fedegoso	raiz (nativa/cultivada)	inativa
<i>Tachia guianensis</i> (Gentianaceae)	caferana	casca (nativa)	ativa

TABELA 2. Espécies vegetais citadas popularmente na Amazônia como antimaláricas e a confirmação ou não de sua atividade em modelo de laboratório.

curioso observar que a *Artemisia* sp, uma das espécies popularmente utilizadas na Amazônia, pertence ao mesmo gênero do qual se obtém a droga chinesa *qinghaosu*, ou artemisinina (ver 'Antimaláricos na China', em *Ciência Hoje* n° 45, p. 14). As folhas amargas da *Artemisia* sp são usadas pela população da região de Tucumã e Orilândia e do Projeto Machadinho para o 'tratamento do fígado'.

Das 42 espécies citadas popularmente, 14 são também referidas na literatura como

antitérmicas e/ou antimaláricas. Quatro dessas espécies são amplamente utilizadas nas regiões pesquisadas: *Geissospermum sericeum* (quina), *Momordica charantia* (melão-de-são-caetano), *Senna occidentalis* (fedegoso) e *Bertholletia excelsa* (castanheira). Ao melão-de-são-caetano e ao fedegoso, que ocorrem em quase todo o território brasileiro, são atribuídas em vasta bibliografia propriedades antimaláricas.

Amostras de *Acanthospermum australe*, *Boerhavia hirsuta*, *Senna occidentalis*, *Mo-*

mordica charantia, *Aspidospermum nitidum*, *Bertholletia excelsa*, *Tachia guianensis*, *Geissospermum sericeum* e *Coutarea hexandra* foram coletadas visando à preparação de extratos brutos aquosos, os quais foram testados como antimaláricos em camundongos infectados com o *Plasmodium berghei*. Extratos brutos das plantas *A. australe* (carrapicho) e *T. guianensis* (caferana) tiveram atividade antimalárica confirmada. É interessante ressaltar que *T. guianensis* foi citada por 13 dos 20 nativos de São Félix do Xingu. Recentemente confirmamos a atividade antimalárica do *A. australe* coletado em Belo Horizonte. Os extratos das demais amostras coletadas se mostraram inativos (Tabela 2).

A confirmação da atividade em dois dos nove extratos testados reforça a importância da abordagem etnofarmacológica na pesquisa de novos antimaláricos a partir de produtos naturais. Novas coletas dessas plantas, em outras áreas e em diferentes épocas do ano, estão sendo conduzidas e novos testes deverão ser realizados. Em resultados preliminares, extratos de *M. charantia* coletada no Nordeste se mostraram ativos *in vitro* contra formas de cultivo do *P. falciparum*. Com o agravamento crescente da malária na região amazônica e os problemas de tratamento e controle da doença, as alternativas para conter a transmissão são cada vez mais necessárias.

Considerando que o uso de plantas é uma prática comum da população brasileira, que algumas espécies nativas são abundantes nas áreas endêmicas e que a atividade antimalárica experimental de algumas dessas espécies já foi confirmada, seria recomendável padronizar o uso dessas drogas no tratamento da malária, após testes de toxicidade e avaliação mais extensa da eficácia *in vitro* e *in vivo*. A exemplo dos chineses, estudos químico-farmacológicos das espécies vegetais brasileiras utilizadas popularmente como antimaláricos poderiam também resultar na obtenção de novos medicamentos a partir da identificação da substância ativa.

MARIA DAS GRAÇAS LINS BRANDÃO
FACULDADE DE FARMÁCIA, UFMG

LUZIA HELENA CARVALHO E
ANTONIANA URSINE KRETLI

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, UFMG
CENTRO DE PESQUISAS RENÉ RACHOU, FIOCRUZ
(BELO HORIZONTE)

A COMUNICAÇÃO INTERCELULAR DECIFRADA

A edição número 5.554 da revista britânica *Nature*, de 29 de abril de 1976, trouxe em suas páginas um artigo, assinado pelo físico Erwin Neher e pelo médico Bert Sakmann, ambos alemães, que daria início a uma verdadeira revolução no estudo dos chamados canais iônicos. O impacto e a excelência dos trabalhos daí originados lhes garantiriam, 15 anos mais tarde, o prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia.

Mas o que são canais iônicos e qual sua importância? As células e tecidos se comunicam através de sinais elétricos e químicos. É através de sinais como esses que o cérebro comanda os músculos e conseguimos, por exemplo, sentir as partes do nosso corpo ou, através dos sentidos, perceber o meio ambiente. É assim também que certas células secretoras conseguem alterar à distância o funcionamento de tecidos. Esses sinais elétricos e muitos sinais químicos vão agir direta ou indiretamente sobre os canais, pequenos poros protéicos que atravessam membranas celulares e dispõem de um mecanismo de fechamento controlado. Normalmente a membrana impede a livre passagem de íons para o exterior ou para o interior da célula. Os canais iônicos respondem a sinais químicos e elétricos, abrindo-se ou, mais raramente, fechando-se, com transições abruptas entre os dois estados. Ao abrir, eles deixam passar um determinado tipo de íon, em geral de forma muito seletiva, provocando a condução de sinais pela célula ou modificações em sua atividade.

Há uma grande diversidade de canais iônicos, alguns já conhecidos há vários anos, como por exemplo os canais de sódio de nervos e músculos. Graças a Neher e Sakmann, a lista aumentou consideravelmente nos últimos 15 anos com o reconhecimento de diversos tipos de canais. Muitos deles se abrem quando o potencial elétrico através da membrana se aproxima de zero — geralmente ele se situa em valores próximos a um vigésimo da diferença de potencial de uma pilha comum, com o lado negativo no interior da célula —, outros quando uma determinada substância química se liga a uma molécula receptora nas proximidades do canal, outros quando a membrana é estirada etc.

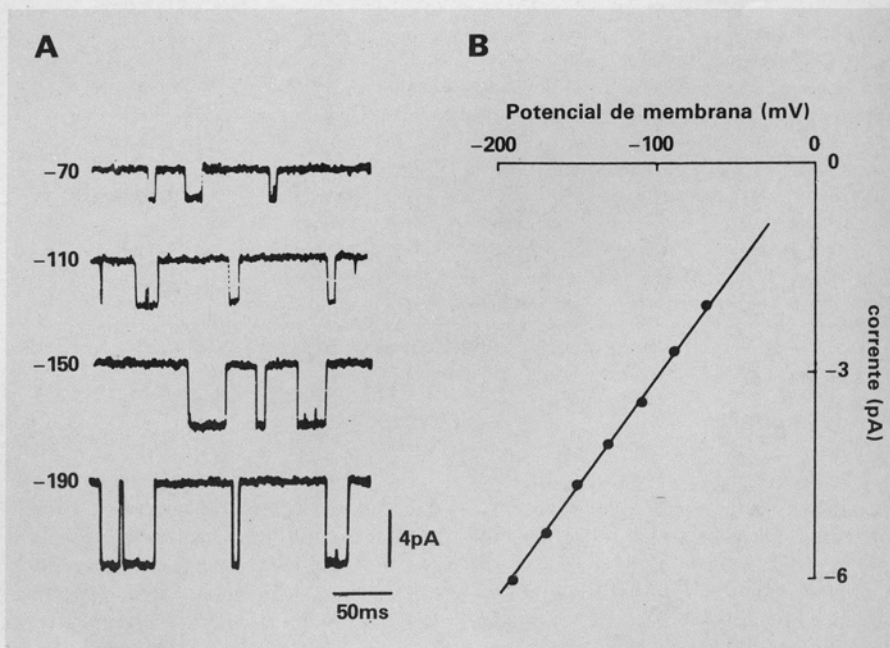
Antes de Neher e Sakmann, muito já se sabia sobre alguns desses canais, mas eles só podiam ser estudados em preparações

simples, como por exemplo o nervo, que possui poucos tipos de canais e tem tamanho e forma que facilitam a experimentação. Mesmo assim, seu comportamento era inferido com base na medida da corrente elétrica — carregada pelos íons que entram ou saem da célula através desses canais — que atravessava um grande número de canais diferentes, acionados simultaneamente. Neher e Sakmann desenvolveram uma técnica, conhecida como *patch clamp*, que veio permitir o estudo de canais individuais em praticamente qualquer tipo de membrana. Eles estiraram um tubo capilar de vidro, fazendo uma ponta polida com uma abertura de aproximadamente um milésimo de milímetro. Quando essa micropipeta tocava a membrana, os cientistas faziam uma pequena aspiração, provocando o selamento entre sua ponta e a superfície da membrana, com alta resistência elétrica e mecânica. Como a área da membrana que fica no interior da pipeta é muito pequena, é muito grande a probabilidade de se encontrar nela apenas um único canal iônico, cuja corrente que o atravessa pode ser medida com o auxílio de um sistema eletrônico especialmente desenvolvido. A técnica

permite, portanto, estudar um pequeno pedaço da membrana. Daí a origem da expressão *patch clamp*: *patch*, em inglês, quer dizer pedaço; *clamp* é um jargão da eletrofisiologia que transmite a idéia de se poder controlar o potencial através desse pedaço de membrana.

Em uma outra modalidade de *patch clamp*, também desenvolvida mais tarde por Neher, Sakmann e colaboradores, o pedaço de membrana é rompido, estabelecendo-se uma continuidade entre o interior da célula e o interior da pipeta. Nesse caso o potencial da célula inteira é controlado, desde que ela não seja maior do que poucos centésimos de milímetro. A vantagem dessa modalidade de *patch clamp* é o fato de ela tornar possível o estudo de células pequenas, como alguns tipos de células nervosas e algumas células secretoras. É extraordinário o impacto que essa técnica tem trazido no estudo do cérebro, por exemplo.

Há muito interesse nesse tipo de estudo, tanto do ponto de vista acadêmico, de avanço do conhecimento, como do ponto de vista prático e aplicado, embora não se possa fazer uma distinção nítida entre essas categorias. Medir e acompanhar o funciona-



A figura (a) mostra os registros de corrente obtidos pela técnica de *patch clamp* de um canal nicotínico ativado por um mediador químico. O registro mostra as transições abruptas entre os estados fechado e aberto, em quatro diferentes potenciais de membrana. Os valores desses potenciais estão indicados à frente dos respectivos registros no nível do estado fechado. O gráfico, em (b), mostra como a corrente que passa por um canal aberto depende do potencial de membrana.

EXTRAÍDO DE HAMILL, O.P., MARTY, A., NEHER, E., SAKMANN, B., E SIGWORTH, F.J. *PELVIGERS ARCH.* 391: 85-100, 1981

mento de uma única molécula complexa é, do ponto de vista acadêmico, um feito notável. Os estudos que vêm sendo realizados têm permitido que se compreenda melhor como funcionam essas moléculas protéicas especializadas e como elas transitam entre diferentes conformações, como, por exemplo, do estado aberto para o estado fechado e vice-versa. Ultimamente muitos pesquisadores têm estudado como é que pequenas modificações (mutações) na sua estrutura, produzidas por engenharia genética, alteram esse funcionamento.

Do ponto de vista prático, as perspectivas são igualmente notáveis. Essa técnica permitiu o estudo de vários tipos de células, antes inacessíveis a uma investigação funcional mais detalhada, e a identificação de vários tipos de canais iônicos. Como esses canais estão relacionados ao controle de certas funções celulares, foi possível iden-

tificar doenças cujas causas primárias resultam de seu mau funcionamento. E o que é mais importante: tem sido possível estudar a ação de certos produtos naturais (como toxinas) e artificiais (como medicamentos) que, atuando seletivamente sobre um determinado canal, podem modular especificamente determinado tipo de função de determinado tipo de célula. O potencial terapêutico que se abre é inestimável.

Mas Neher e Sakmann não ficaram apenas na invenção e desenvolvimento dessa técnica. Souberam fazer uso dela e deram expressivas contribuições para a compreensão do funcionamento de alguns tipos importantes de canais, como os canais nicotínicos do músculo esquelético, que lhe permitem responder a estímulos nervosos. Atualmente eles vêm trilhando caminhos diferentes. Neher voltou-se para o estudo dos canais no controle das funções celula-

res, em especial da secreção. Sakmann, por sua vez, encaminhou-se para a biologia molecular, e seu principal interesse tem sido compreender o funcionamento dos canais iônicos, a partir de estudos que correlacionam sua estrutura à sua função.

Em algumas universidades brasileiras há pesquisadores habilitados a empregar a técnica de *patch clamp*. Alguns já dispõem do equipamento mínimo necessário, enquanto outros aguardam há anos a verba (que não é muita) necessária para implantá-la e empregá-la na solução de problemas de nosso interesse.

PAULO SÉRGIO LACERDA BEIRÃO

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E IMUNOLOGIA,
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

NOBEL DE QUÍMICA 1991

ERNST, O ESQUADRINHADOR DAS MOLÉCULAS

A outorga do prêmio Nobel de Química ao professor suíço Richard Ernst, de 58 anos, por suas contribuições ao desenvolvimento da Ressonância Magnética Nuclear (RMN), reflete a importância dessa técnica — usada para estudar a estrutura de moléculas —, na química e, sobretudo, mais recentemente, na biologia e até na medicina (veja também ‘Desvendando os mistérios da vida molecular’, nesta edição).

O fenômeno da RMN foi descoberto independentemente pelos grupos de F. Bloch e E.M. Purcell em 1946. Baseada na absorção de ondas de radiofrequência por certos núcleos atômicos na presença de um campo magnético, a RMN permite observar a interação destes com a nuvem eletrônica, e ainda com outros núcleos. A partir dessa informação, pode-se inferir a presença e posição relativa dos diversos grupos atômicos numa molécula, cuja estrutura pode então ser determinada. Em vista dessa enorme capacidade para explorar a matéria, é natural que a RMN se tornasse uma das formas de espectroscopia mais utilizadas na química, nos anos que se seguiram à sua descoberta.

Na forma original, a RMN consistia na irradiação contínua de substâncias com ondas de frequência variável f , e na observação das substâncias que absorviam essas ondas. A função $G(f)$ assim obtida constituiu o espectro de RMN. Essa implementação, chamada de onda contínua (CW), era semelhante à usada nas diferentes classes de espectroscopia óptica da época. Contudo, viu-se que a RMN tinha uma característica singular: as interações envolvidas entre os núcleos são tão fracas que é possível introduzir nas experiências perturbações relativamente fortes. Assim, os núcleos podem ser manipulados, o que simplifica o operador que descreve o comportamento do sistema (hamiltoniano), facilitando a interpretação dos espectros.

Esta manipulação dos hamiltonianos tornou-se a marca distintiva da RMN. No entanto, o aproveitamento dessa característica era ainda parcial, restando ainda um universo de possibilidades a ser desvelado. O professor Ernst tem seu nome associado a um sólido conjunto de contribuições, que levaram a RMN a se tornar uma das mais poderosas ferramentas no estudo da

estrutura das proteínas (ver ‘Proteína mostra, por seu cristal, como age no organismo’, em *Ciência Hoje* n° 67).

Tais contribuições começam em meados dos anos 60, quando, após doutorar-se na Suíça com o professor H. Primas, Ernst ocupa um cargo como pós-doutorando junto a W.A. Anderson, nos laboratórios da Varian, na Califórnia. Ali, em artigo publicado na *Review of Scientific Instruments* (n° 37, 1966), introduz a técnica de transformada de Fourier para obtenção de espectros a partir da resposta temporal do sistema de núcleos. O método, baseado na teoria da resposta linear, aproveita o fato de que o espectro $G(f)$ é, em condições bastante gerais, a transformada de Fourier do sinal transitório $F(t)$, emitido pelos núcleos após sua excitação por um pulso RF de curtíssima duração.

A partir de então, tem lugar uma revolução na RMN, com a introdução de instrumentos cada vez mais sofisticados, que têm no computador seu elemento central, encarregado de realizar as ‘mágicas’ que os electroscopistas criam para manipular os *spins* nucleares. Acontece que a nova téc-

nica, embora visando originalmente ao aumento da sensibilidade, introduz uma segunda característica singular, que a distingue radicalmente das outras electroscopias: a excitação e a detecção ocorrem em tempos diferentes, entre ambas há um tempo para que o sistema evolua em condições controladas. Boa parte das manipulações, que freqüentemente envolvem mecanismos de transferência de coerência ou polarização, pode agora ter lugar durante o tempo de evolução do sistema.

A nova dimensão temporal da experiência permite assim introduzir uma nova dimensão de freqüência nos espectros, que mede as interações, mesmo fraquíssimas,

através do efeito produzido durante o intervalo de evolução em que agiram. A partir dessa idéia, lançada por J. Jeener em 1971, Ernst cria em 1974, em seu laboratório na Faculdade Técnica de Zurique, a espectroscopia bidimensional, que, ao expandir os complexos espectros de linhas para o espaço de duas dimensões, aumenta a resolução, tornando mais fácil a interpretação dos espectros de complicadas proteínas (trabalho apresentado à VI Conferência sobre Ressonância Magnética nos Sistemas Biológicos, Kandersteg, Suíça, 1974, e publicado em *Chimia*, 29, 179, de 1975). A figura 1 ilustra a idéia.

No espectro convencional (unidimensional) do n-hexano, as linhas provenientes de núcleos de ^{13}C , quimicamente diferentes, ocorrem em freqüências distintas, ou (em linguagem de RMN) com diferentes deslocamentos químicos. Por sua vez, a interação carbono e hidrogênio desdobra essas linhas em multipletos, de acordo com o número de prótons vizinhos, o que ajuda a identificação. Contudo, se o deslocamento químico não for suficientemente grande, as linhas de multipletos próximos se superpõem, produzindo um espectro não resolvido. Na experiência esquematizada na figura 1a, após a preparação do sistema

com um pulso de excitação do ^{13}C , segue-se um intervalo de evolução, de duração t_1 , durante o qual a interação com os prótons fica atuante.

Esse acoplamento é eliminado, irradiando hidrogênio durante o intervalo de detecção, de duração t_2 , no qual o sinal é captado e armazenado no computador. A repetição dessa seqüência com sucessivos valores de t_1 produz uma função, $F(t_1, t_2)$, cuja transformada bidimensional gera o espectro $G(f_1, f_2)$, mostrado na figura 1b. Neste, os multipletos aparecem ao longo do eixo f_1 , separados entre si pelo deslocamento químico f_2 . O resultado é semelhante à separação das bandas obtidas na cromatografia ou eletroforese bidimensionais, com o conseqüente aumento de resolução.

Após a introdução dos métodos bidimensionais, seguiu-se a incorporação de uma série de técnicas, que permitem estabelecer a correlação entre núcleos em diferentes sítios das moléculas, determinar a sua distância e orientação relativa, e ainda acompanhar processos dinâmicos, como, por exemplo, o de troca química. A aplicação dessa artilharia técnica nos últimos anos tem sido fundamental para a determinação da estrutura tridimensional de proteínas, essencial para determinar a sua ação bioquímica. O método de RMN permite obter essa informação estrutural com as proteínas em solução, isto é, numa forma mais próxima daquela em que agem na natureza, e ainda sem as dificuldades próprias do processo de cristalização, necessário nas técnicas de difração de raios X.

Lembramos, finalmente, que em 1974 Ernst e seus colaboradores demonstraram a aplicação do método da transformada de Fourier para a formação de imagens por RMN, hoje mundialmente adotado nessa mais recente e talvez a mais impressionante aplicação da RMN ao diagnóstico médico: a tomografia de ressonância magnética.

Ao conceder-lhe o prêmio, a comissão de química da Academia Sueca assinalou: "O trabalho de Ernst ajudou a tornar a RMN um recurso indispensável, que para o homem comum significa o acesso a medicamentos que só podem ser fabricados graças a essa ferramenta."

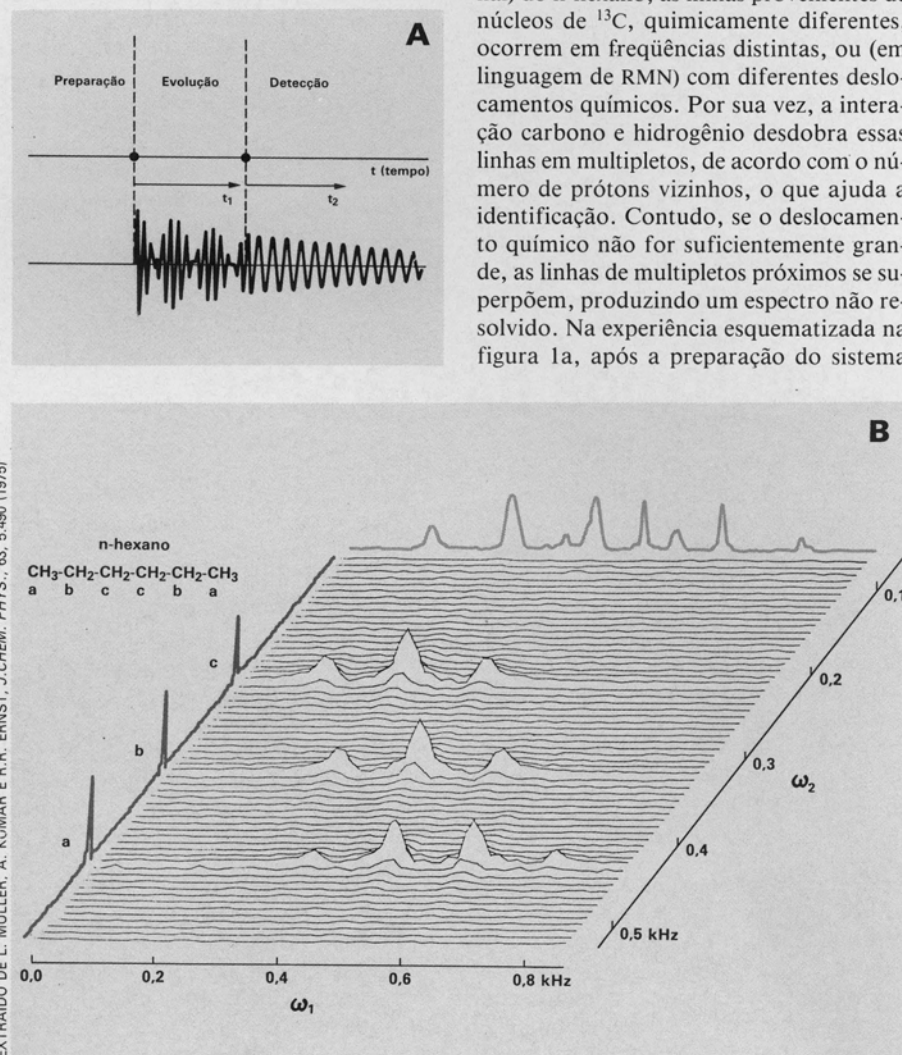


FIGURA 1. Primeira realização experimental da espectroscopia em duas dimensões (2D). (a) A preparação consiste em excitar os núcleos de ^{13}C com um pulso de radiofreqüência em $t_1 = 0$; durante o tempo de evolução t_2 , o ^{13}C sente a interação com os núcleos de ^1H (prótons), que afeta a sua freqüência de precisão e, assim, a fase do sinal emitido a partir de $t_2 = 0$. Durante a detecção, o sinal do ^{13}C é adquirido enquanto se irradia o hidrogênio para eliminar a interação entre ambos. (b) O espectro 2D mostra a estrutura dos multipletos resolvida ao longo de ω_1 , enquanto o deslocamento químico associado a cada um deles é medido ao longo de ω_2 . O espectro unidimensional (1D) teria as linhas superpostas (cinza claro) ou daria apenas os deslocamentos químicos, se obtido com desacoplamento (cinza escuro).

HORÁCIO CARLOS PANEPUCCI
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E QUÍMICA
DE SÃO CARLOS,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

UMA TEORIA DE GRANDE IMPACTO INDUSTRIAL

A Real Academia de Ciências da Suécia atribuiu o prêmio Nobel de Física de 1991 ao francês Pierre-Gilles de Gennes, pela sua fundamental contribuição ao estudo da física dos cristais líquidos.

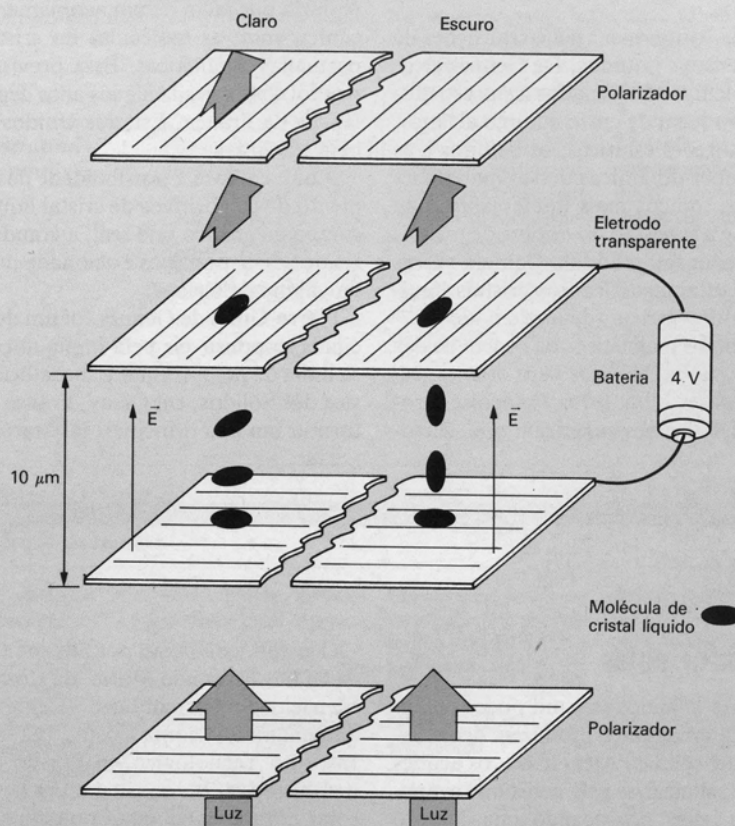
Os cristais líquidos foram observados pela primeira vez em 1888 pelo botânico austríaco Friedrich Reinitzer. Ele verificou que certas substâncias, como o acetato de colesterila e o benzoato de colesterila, quando aquecidas, apresentavam duas temperaturas de fusão: na primeira, o material passava do estado sólido para o líquido, guardando um aspecto leitoso; na segunda, mais elevada, esse líquido se tornava transparente. Além dessa propriedade, Reinitzer verificou que aquelas substâncias apresentavam o que chamou de 'fenômeno das cores', a reflexão seletiva de alguns comprimentos de onda da luz branca incidente em sua superfície.

No ano seguinte, Otto Lehmann, na Alemanha, realizou investigações de natureza química, para garantir a pureza daquelas substâncias, confirmando as observações de Reinitzer, e denominou o novo material de cristal líquido. A denominação se explica porque essas substâncias apresentam tanto as propriedades de um sólido cristalino (isto é, algum tipo de ordenamento de seus constituintes básicos), quanto a fluidez de um líquido isotrópico. Em 1922, George Friedel, na França, criticou a denominação dada por Lehmann. Considerando que se tratava de um novo estado que a matéria pode apresentar, sugeriu a denominação 'estados mesamorfs da matéria'. Historicamente, contudo, o termo cristal líquido se mantém até hoje.

Como vimos, algumas propriedades ópticas dos cristais líquidos são conhecidas há muito tempo. Mas a formulação das teorias que objetivam a sua descrição é bem mais recente, e nisso a contribuição de De Gennes foi fundamental. Em 1971, ele estendeu a teoria de Landau (de 1937) às transições de fases em cristais líquidos. Compreender os aspectos envolvidos nessas transições é importante tanto para a física básica quanto para a pesquisa tecnológica. O conhecimento de parâmetros, como as constantes elásticas, a anisotropia de suscetibilidade diamagnética e de constante dielétrica, birrefringência óptica, viscosidade, é fundamental para utilização desses materiais em dispositivos eletroópticos.

Na teoria de Landau-De Gennes, a den-

UM SANDUÍCHE LUMINOSO



Um mostrador de cristal líquido é basicamente um 'sanduíche', no qual temos um filme líquido cristalino de espessura da ordem de $10\ \mu\text{m}$ ($1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$) entre duas lâminas de vidro. Sobre as lâminas, é feito um depósito metálico semitransparente, para permitir a passagem da luz. A figura mostra um esquema do processo de acionamento de um dispositivo. Sobre as superfícies de vidro, as moléculas de cristal são depositadas de modo a ficarem paralelas às direções indicadas pelas setas. No volume, sem a aplicação de campos elétricos (gerados por uma pequena bateria), as moléculas do cristal seguem um arranjo em forma de hélice (eixo da hélice perpendicular às superfícies do vidro). Quando o campo é ligado, as moléculas no volume tendem a se alinhar paralelamente ao campo E . Quando a bateria é desligada, as moléculas voltam rapidamente à sua organização original em forma de hélice. Para obter o efeito claro-escuro, usam-se polarizadores para a luz. Ao entrar em contato com a estrutura em forma de hélice do cristal, a luz, polarizada linearmente, tem seu plano de polarização girado no sentido da hélice e consegue, portanto, atravessar um segundo polarizador cruzado com relação à polarização de entrada da luz. No caso da região na qual as moléculas perderam o arranjo helicoidal, o plano de polarização da luz não é girado, e ela não consegue atravessar o segundo polarizador. Este princípio é basicamente o mesmo usado em todos os dispositivos de cristal líquido. Em televisores a cores, além desse efeito, filtros são colocados de modo a compor as diferentes imagens.

sidade de energia livre é expandida em termos dos invariantes de um parâmetro de ordem e de suas derivadas espaciais. O parâmetro de ordem escolhido é um tensor simétrico de segunda ordem e traço nulo, que guarda a simetria da fase líquido-cristalina.

Além de se interessar pelas transições de fase em cristais líquidos, De Gennes estudou problemas relacionados à sua estrutura e ordem local de curto e longo alcance, pelas distorções estáticas, os defeitos e as propriedades dinâmicas desses materiais.

Um dos tópicos mais interessantes que abordou é a sugestão do *doping* de cristais líquidos com ferrofluidos. Como a suscetibilidade diamagnética dos cristais líquidos é muito baixa (da ordem de 10^{-8} CGS), campos magnéticos da ordem de dez mil gauss são necessários para orientar essas mesofases. Em 1970, Françoise Brochard e De Gennes sugeriram que, intro-

duzindo pequenos ímãs permanentes com dimensões da ordem de cem angstroms ($1\text{Å} = 10^{-10}\text{ m}$) em um cristal líquido, campos da ordem de dez gauss seriam suficientes para orientar esses cristais. Eles mostraram que a orientação do cristal líquido se daria por meio de um acoplamento mecânico entre as moléculas do cristal e as partículas magnéticas. Essa previsão teórica foi comprovada alguns anos depois por físicos na França, Estados Unidos e também no Brasil.

Muito embora a possibilidade de acionamento de dispositivos de cristal líquido via campo magnético seja real, a grande maioria desses dispositivos é acionada por meio de campos elétricos.

Pierre-Gilles de Gennes foi um dos principais responsáveis pela implantação dessa linha de pesquisas no Laboratório de Física dos Sólidos, em Orsay, França, que se tornou um dos principais laboratórios do

mundo cuja contribuição foi fundamental para a geração de tecnologia de dispositivos de cristal líquido.

Além do trabalho desenvolvido nessa área, De Gennes deu valiosas contribuições à física dos supercondutores, polímeros e ferrofluidos, mostrando sempre uma profunda reflexão sobre os aspectos básicos envolvidos na física de materiais. Atualmente é diretor da Escola Superior de Física e Química de Paris, demonstrando grande vitalidade. Nos últimos anos, tem dedicado especial atenção aos problemas de fronteira da física da molhagem de superfícies sólidas por fluidos.

ANTONIO MARTINS FIGUEIREDO NETO

INSTITUTO DE FÍSICA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

NOTAS

Destilador solar

Cerca de 70% dos três mil poços perfurados em Pernambuco produzem águas salobras e até salinas. Além disso, os açudes tendem a salinizar-se pela constante evaporação das águas, provocando uma situação desesperadora para um grande número de comunidades. Na tentativa de mudar essa realidade, um grupo de pesquisadores desse estado está estudando o aproveitamento do enorme potencial de irradiação solar disponível no tratamento de águas de açudes e poços subterrâneos nas áreas secas, uma vez que se apresentam, na maioria das vezes, impróprias para o consumo e irrigação.

O grupo, composto por Silvana Calado, da UFPE, Fernando Motta, da Companhia Eletricidade Pernambuco (Celpe), João Jungmann e Siciônia Costa, da Fundação Instituto Tecnológico do Estado de Pernambuco (ITEP), construiu um destilador solar para tratar a água poluída ou salobra. Além de barato, o equipamento é de fácil instalação, operação e manutenção.

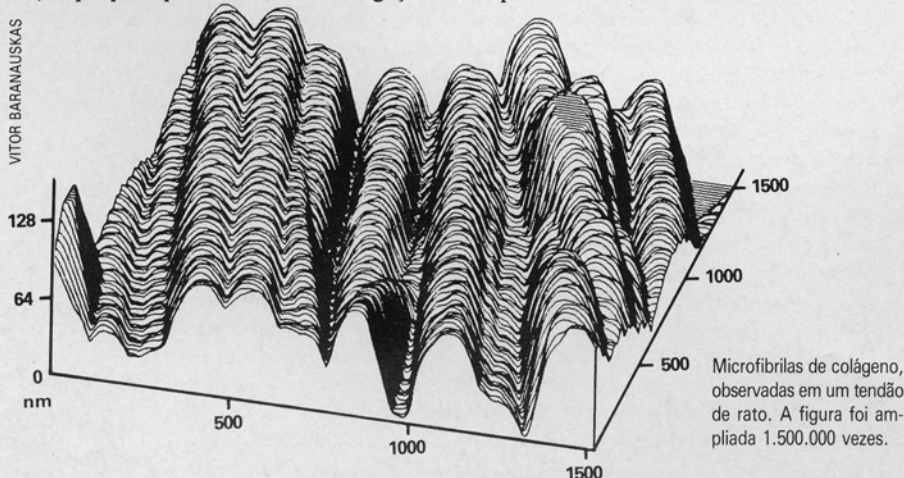
A unidade de 6 m^2 de área útil foi montada no ITEP. A operação, iniciada com águas contendo 7.000 ppm de sais dissolvidos, resultou numa redução de aproximadamente 98%. A água destilada apresentou 5,9 ppm de oxigênio, quantidade aceita para o consumo humano.

A produção máxima foi de $5,8\text{ l/m}^2/\text{dia}$ e a média de $4,5\text{ l/m}^2/\text{dia}$. Esses valores indicam um rendimento médio de 51% e máximo de 57,9%. Segundo os pesquisadores, o desempenho do equipamento é função direta da insolação, o que os leva a esperar um rendimento médio de $5,5\text{ l/m}^2/\text{dia}$ de água destilada nas regiões mais castigadas pela seca.

Primeira imagem de colágeno

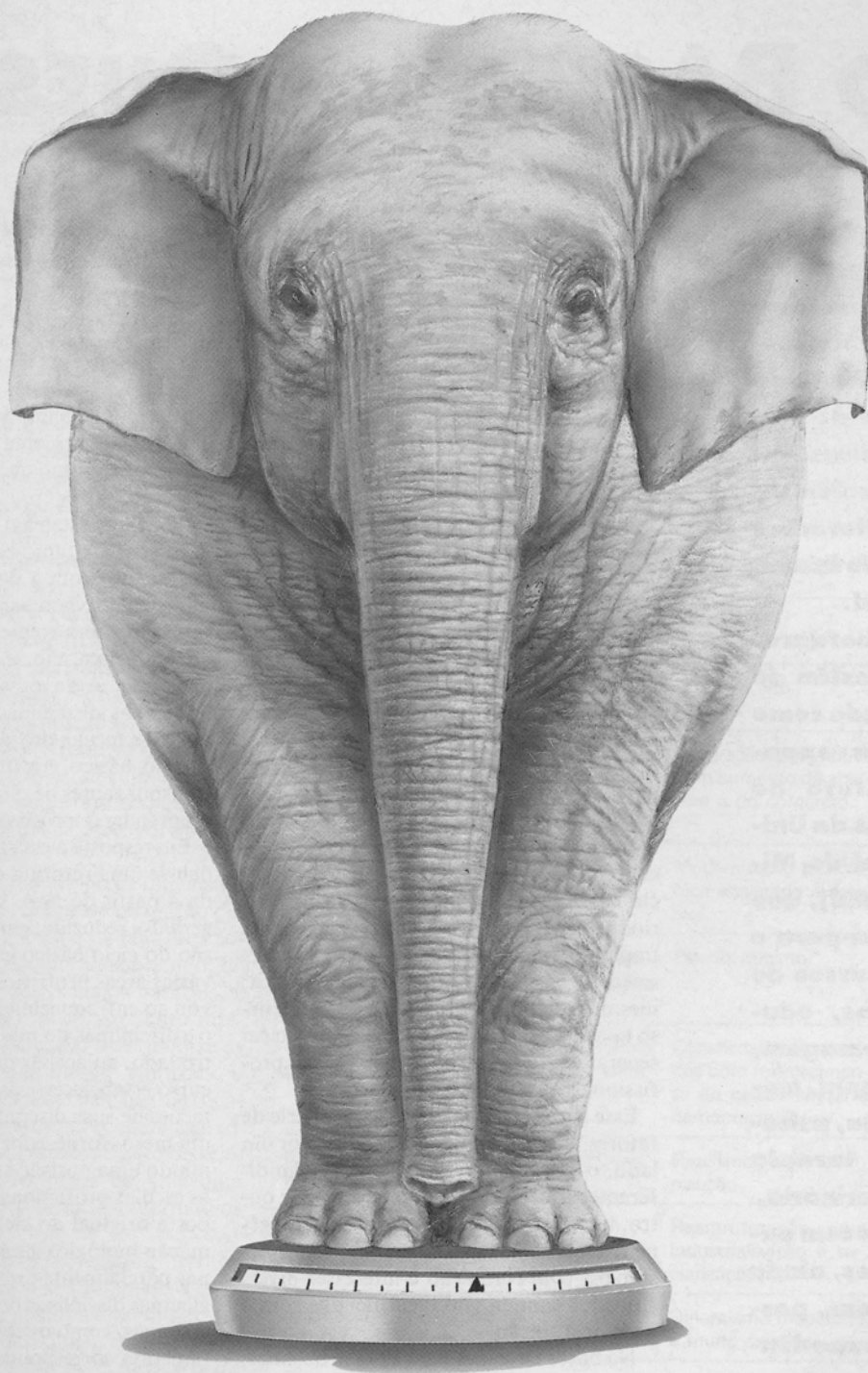
A primeira imagem mundial da molécula de colágeno acaba de ser obtida por Vitor Baranauskas, da Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp, através de um microscópio de força atômica, cuja resolução permite a observação de átomos e detalhes de suas ligações. As imagens, obtidas a partir de tendões de ratos, permitiram constatar que todas as fibras do colágeno são longitudinais e cruzadas.

O conhecimento da composição e estrutura do colágeno — substância do tecido conjuntivo que representa um terço da constituição física das pessoas — poderá trazer significativos avanços para a ciência, como futuras córneas artificiais com a informação genética do próprio indivíduo. Baranauskas prossegue atualmente suas observações para tentar obter a imagem do ADN, de molécula bem maior.



VITOR BARANAUSKAS

**COM O ESTADO PERDENDO PESO,
TODO MUNDO GANHA.**



USIMINAS, USIMEC, CELMA,
MAFERSA, COSINOR.

Com o sucesso da venda
dessas empresas, a desestatização
se transforma em realidade.

Como mais de quarenta

países, o Brasil também acredita
na privatização como um caminho
para modernizar sua economia
e retomar o desenvolvimento.

Mais leve, o Estado terá
melhores condições para atender
o cidadão nas suas prioridades

básicas: saúde, educação,
saneamento, habitação e segurança.

O apoio dos brasileiros ao
programa tem sido uma constante.
Isto porque eles entenderam
que, quando o Estado perde peso,
todo mundo ganha.



A prioridade é o cidadão.



CICLO BÁSICO EM QUESTÃO

A questão da reelaboração dos currículos dos cursos universitários na área das ciências biológicas e da saúde tem estado em pauta nas várias universidades brasileiras. Em grande parte, a polêmica se enraiza em diferentes concepções de ciclo básico e ciclo profissional.

Neste texto, abordaremos apenas a questão do ensinobásico, tendo como referencial nossa experiência no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG), que oferece disciplinas para o ciclo básico dos cursos de ciências biológicas, educação física, enfermagem, farmácia, fisioterapia, medicina, odontologia, psicologia, química, terapia ocupacional e veterinária.

Para que leitores com experiências similares, ainda que em outras áreas, possam cotejar suas experiências com as nossas, faremos um breve histórico do ensino na nossa instituição. Duas questões permeiam este texto: Como formamos nossos alunos? Que procedimentos deveríamos adotar para fazê-lo melhor?

**Elizabeth Spangler Andrade Moreira . Francisca Nunes Caixeta .
Humberto Coelho de Carvalho . Paulo Sérgio Lacerda Beirão**

Instituto de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Minas Gerais

A reforma universitária implantada pelo governo federal em 1968 formalizou a criação dos institutos básicos, que se tornaram responsáveis por um conjunto de disciplinas básicas antes ministradas separadamente nas diversas faculdades. A medida espelhava, acima de tudo, a ênfase na modernização e na eficiência — economia de recursos, níveis mais altos de eficácia nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, além de maior integração entre elas, eram as metas perseguidas.

Nesse contexto foi criado, em 1970, o ICB/UFMG, que concentrou recursos materiais e humanos, tendo como proposta inicial no campo do ensino dar formação biológica geral a todos os alunos, independentemente de sua opção profissional (ciclo básico geral). Apenas nos últimos períodos, quando necessário, seriam ministradas disciplinas específicas para cada curso (ciclo básico específico). Nessa óptica, mesmo existindo a pré-opção por um curso no vestibular, não havia preocupação em separar os alunos segundo suas opções profissionais nos primeiros períodos.

Esse sistema fracassou, por uma série de fatores. Entre eles, podemos citar, por um lado, o grande número de alunos com diferentes formações e interesses, e, por outro, um quadro docente também heterogêneo, procedente das antigas escolas profissionais, com formação e interesses diversificados e ainda não identificados com a nova instituição.

Na busca de saídas para esses problemas, adotaram-se técnicas de ensino de massa, consideradas então a solução ideal para se lidar com grandes contingentes de estudantes. Era o início dos anos 70 e a sociedade brasileira estava sob o fascínio das medidas tecnocráticas. A primeira proposta curricular adotada no ICB — que respeitava a legislação vigente e contou com a adesão de parcela significativa dos professores — tinha nítida orientação tecnicista. Em 1972, adotou-se um 'Projeto de ensino integrado', em que os conteúdos, rigidamente es-

tabelecidos e delimitados, eram integrados interdisciplinarmente, numa tentativa de melhorar o ensino que reforçava a perspectiva tecnicista.

Parcela substancial dos alunos mostrou-se insatisfeita tanto com a experiência inicial quanto com a do 'ensino integrado'. Muitos não viam sentido em estudar, de forma tão abrangente, algumas disciplinas que pareciam não se aplicar à sua futura profissão. Agravou-se assim o sentimento, que as disciplinas básicas das antigas escolas e faculdades já despertavam, de que o ciclo básico era um mero obstáculo a transpor, antes de, efetivamente, começar a aprender a profissão.

Em resposta a essa insatisfação empreendeu-se uma reforma curricular, implantada a partir de 1980. Nesta, o ciclo básico geral foi reduzido, em favor de uma expansão do ciclo básico específico, dirigido às várias áreas profissionais. Essa medida levou ao enfraquecimento da integração entre disciplinas do mesmo período. Por outro lado, ao aceitar que cada colegiado de curso estabelecesse as diretrizes e as orientações de suas disciplinas, o ICB tornou-se um mero 'fornecedor' de disciplinas, assumindo uma posição subalterna em relação às escolas profissionais. O sentido da proposta original do ciclo básico — dar formação biológica geral — ficou assim apenas parcialmente preservado, e apenas em algumas disciplinas dos primeiros períodos. Ademais, como os colegiados de curso não puderam corresponder ao que deles se esperava, as atribuições do ciclo básico permaneceram mal definidas.

A reforma de 1980 também não logrou sucesso, embora tenha atendido à principal exigência das escolas profissionais. Apenas iniciada sua implantação, começaram os questionamentos da qualidade do ensino, dessa vez de forma mais organizada, através de debates, mesas-redondas e seminários, com a participação dos corpos docente e discente das áreas básicas e dos cursos profissionais.

Hoje observamos um retorno praticamente às mesmas questões que estavam em pauta quando da criação do ICB: necessidade de integração de conteúdos, de adoção de enfoques e conteúdos específicos por curso e de definições mais claras do tipo de ensino ou formação a privilegiar. Estas questões, porém, não são exclusividade nossa — são recorrentes na história do ensino básico na universidade brasileira.

A indefinição do papel do ciclo básico é explicável, não só pela novidade da experiência, mas também pela nossa tradição acadêmica. Até 1930, o ensino superior no país era constituído por uma rede de escolas ou faculdades autônomas, voltadas para a formação de profissionais liberais. Desde os anos 30 e 40, a organização universitária está centrada na idéia de cursos estruturados para conferir um diploma que habilitasse ao exercício de uma profissão.

O que hoje se observa no ICB reflete, em certa medida, o modo como o ciclo básico foi concebido e implantado na universidade brasileira. As posições conflitantes decorrem de diferentes concepções sobre seu papel. A análise das propostas apresentadas nas discussões sobre o ensino superior revela duas tendências distintas.

Uma, enraizada na tradição profissionalizante, objetiva sobretudo a adequação dos conteúdos às tarefas a serem desempenhadas no mercado de trabalho, chegando às vezes à defesa de uma profissionali-

zação precoce. Exemplo dessa linha é a proposta apresentada pela Direção Executiva Nacional de Estudantes de Medicina, em janeiro de 1987, em Porto Alegre. Em nome do engajamento do estudante de medicina na prática assistencial, ela propunha sua profissionalização desde o ingresso na universidade.

Os partidários da outra tendência consideram que, na área das ciências biológicas e da saúde, é função precípua do ciclo básico ministrar uma educação científica. Recomendam um ensino voltado não só para a compreensão e o uso do método científico, como para o desenvolvimento do espírito crítico e do raciocínio. Como adeptos desta segunda tendência, buscaremos elucidar o que seria esse ensino, que chamaríamos de formativo, e como torná-lo realidade.

Mesmo que reconheçamos que a demanda por diplomas é um vazio cultural que gera expectativas na sociedade e nos estudantes com relação à universidade, impõem-se esforços para possibilitar uma formação universitária mais ampla e diversificada.

Consideramos por isso que a importância dada à avaliação e às formas massificadas de ensino e avaliação deve ser substancialmente reduzida, de modo a permitir que o aluno participe mais ativamente no processo ensino-aprendizagem. Muito

mais que simplesmente adquirir informações, ele deve desenvolver no ciclo básico a capacidade de selecionar, integrar e utilizar conhecimentos, bem como de acompanhar o desenvolvimento científico, mesmo após sua graduação.

Para cumprirem tal papel, as disciplinas do ciclo básico devem ter como objetivos:

(1) Desenvolver no aluno a capacidade de observar, interpretar e inferir; de formular hipóteses e fazer predições e julgamentos críticos a partir da análise de dados por ele obtidos ou coletados da literatura.

(2) Levá-lo ao domínio de termos, notações e conceitos que lhe permitam utilizar bibliografia especializada e traduzir na linguagem da sua disciplina situações apresentadas em outras linguagens e vice-versa.

(3) Propiciar sua compreensão das relações entre o indivíduo, a sociedade e o ambiente, bem como o entendimento e a sensibilidade com relação a outras áreas de conhecimento.

É evidente que, segundo as peculiaridades de cada disciplina, alguns desses objetivos serão atingidos com maior ou menor facilidade.

As ciências biológicas têm experimentado nas últimas décadas um notável avanço e um acúmulo exponencial de conhecimentos, a maioria deles com implicações na compreensão dos fenômenos de interesse na área profissional. Frente a isso, e a partir do pressuposto de que todo conhecimento básico com possível aplicação profissional deve ser transmitido ao aluno, tende-se a aumentar a carga horária das disciplinas. Ainda assim, as informações acabam sendo transmitidas de forma condensada, simplificada (para não provocar dúvidas), dogmática e sem questionamentos (para maior 'eficácia' da transmissão).

Do nosso ponto de vista, tal prática, além de ineficaz como forma de transmissão de conhecimento, é nociva à formação do estudante. Este é transformado num mero receptor de informações (ou mesmo de belos e elaborados raciocínios), que retém num grau mínimo. O hábito de recebê-las passivamente e devolvê-las sem qualquer elaboração redonda ainda numa indesejável dependência para com o professor. Ao invés do espírito de independência e de liderança, indispensáveis em qualquer campo de trabalho de nível superior, promovem-se seus contrários.

Cabe-nos, como professores, levar o aluno a adquirir uma visão geral dos problemas, a elucidar conceitos, a discutir seus aspectos mais relevantes e a estabelecer re-

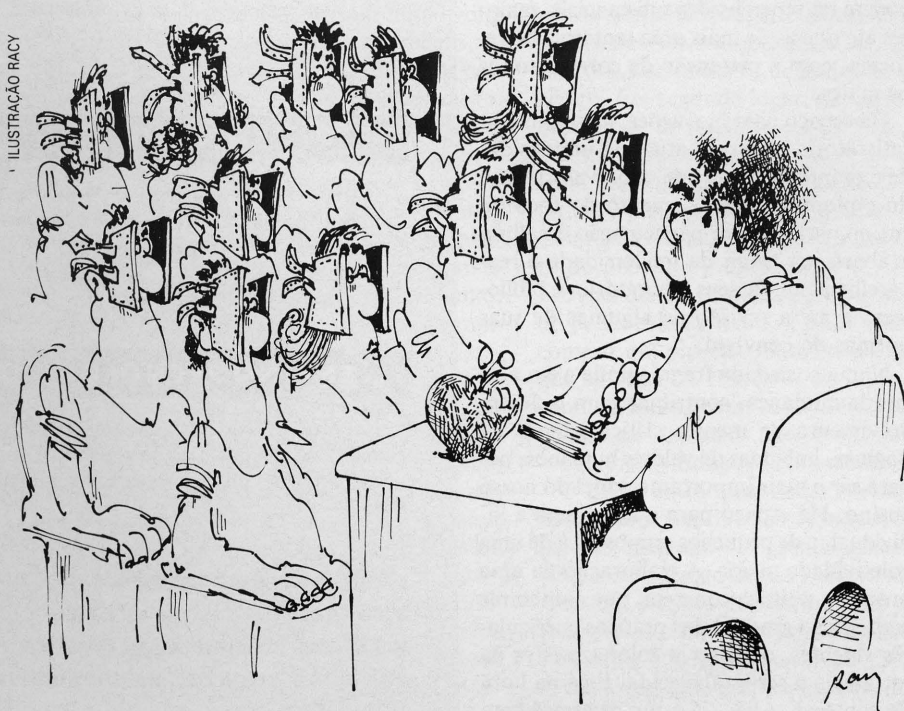


ILUSTRAÇÃO RACY

lações entre eles. É ainda nossa função acompanhar, orientar e estimular o estudo, atribuindo ao aluno tarefas pertinentes, além de avaliar seu desempenho. A preocupação de veicular grande quantidade de informações, sem o cuidado de estabelecer hierarquia e nexo entre elas, resulta frequentemente na retenção de detalhes irrelevantes, em detrimento de aspectos fundamentais das questões.

É necessário, pois, propiciar ao aluno tempo não só para adquirir e assimilar as informações, como para criar e expressar seu raciocínio. Para isso, é preciso reduzir sua carga horária diante do professor, permitindo-lhe desenvolver estudos, tarefas práticas ou pequenos projetos que demandem elaboração intelectual e colaboração mútua. É fundamental, portanto, a disponibilidade de boas bibliotecas, laboratórios e a existência de um ambiente estimulante, com seminários, estágios, conferências e uma gama diversificada de atividades extracurriculares.

As aulas práticas, importantes nesse tipo de orientação, devem ser apresentadas como problemas a serem resolvidos. Mesmo uma prática simples, como a observação de uma lâmina histológica, pode ser apresentada com a instrução 'descreva o que você vê nesta lâmina', sem que o professor 'veja' antes para o aluno e determine o que ele deve ou não observar. A aparente 'perda de tempo' acarretada por tal procedimento possibilita o que, a nosso ver, é o mais importante nesse tipo de aula: o desenvolvimento da capacidade de observar, de reconhecer estruturas e descrevê-las. Nas lâminas subsequentes, o processo será cada vez mais rápido, alicerçando-se na habilidade desenvolvida, essencial para o exercício de qualquer profissão de nível superior na área biológica.

Mesmo um problema experimental simples, do tipo 'faça uma solução-tampão de acetato de sódio 0,1 M pH 5,0', quando não acompanhado da 'receita', obriga o aluno a repassar todo o seu conhecimento sobre soluções, pH, tampões etc. Superadas a perplexidade e a ansiedade iniciais, o aluno acaba por descobrir que dispõe das informações necessárias e consegue resolver o problema. A experiência mostra que a maior dificuldade está na falta de hábito de enfrentar problemas e buscar em si mesmo ou nos livros os elementos necessários para fazê-lo.

Nas discussões em grupo, deve-se privilegiar a aplicação e a extrapolação do conhecimento, seja frente a situações-proble-

ma, apresentadas pelo professor ou pelos alunos, seja frente a um texto científico de atualização. A leitura e análise de gráficos e tabelas estimula a capacidade de observação, descrição e interpretação. Os grupos de discussão não devem ser miniaulas teóricas ou servir apenas para tirar dúvidas, cabendo ao professor a palavra final. Devem ser uma oportunidade para que os alunos expressem suas dúvidas e os conceitos que estão adquirindo, sendo função do professor orientá-los.

Uma disciplina poderá ser substancialmente enriquecida se o aluno tiver a oportunidade de realizar pequenos projetos. Isto lhe permitirá exercitar-se nas técnicas de planejamento, coleta, tabulação, interpretação e discussão de dados por ele mesmo levantados. Essa atividade lhe permitirá constatar que a ciência não se reduz ao aprendizado do que outros já descobriram. Compreender como se adquire um novo conhecimento é mais importante que memorizar o já sabido.

A eficiência do ensino numa universidade é determinada pela conjugação de muitos fatores. Centramos nossa atenção, aqui, nos efeitos que a adoção de certos procedimentos por professores e alunos teria sobre a qualidade do ensino e a formação profissional. Sem desconhecer a necessidade de reflexões mais aprofundadas, sugerimos o desencadeamento de um processo contínuo de pequenas mudanças, de efeito cumulativo. Acreditamos que estas podem ter repercussões substanciais, maiores até que as de mais uma tentativa de reforma, com a pretensão de corrigir todos os males.

Há espaço para inovações, mesmo na insatisfatória estrutura atual da universidade e diante da arraigada supervalorização do diploma. O deslocamento do foco do ensino para a maior participação do aluno acabará por exigir da universidade o reaparelhamento de seus laboratórios e bibliotecas e até a revisão de algumas de suas normas de convívio.

Numa sociedade fragmentada e em acelerada mudança, contribuir para o desenvolvimento de mentes críticas, livres de dogmas, imbuídas de valores humanos, poderá ser o mais importante papel do nosso ensino. Há espaço para a ação, seja a individual, a de pequenos grupos ou a de uma coletividade maior. A elaboração de uma proposta política concreta, que contemple a alteração gradual das práticas curriculares vigentes, deve ser a coluna mestra da estratégia a ser estabelecida. Está na hora de começar. Aliás, já estamos atrasados.

LEIA NA PRÓXIMA EDIÇÃO DE

CIÊNCIAHOJE

ÚLCERA E BACTÉRIA

Pesquisadores da UFMG confirmam a associação entre a bactéria *Helicobacter pylori* e a úlcera duodenal. O estudo ajuda na compreensão e tratamento dos distúrbios gastroduodenais.

SOCIEDADE SECRETA

Por volta de 1832, uma sociedade secreta formada por professores e alunos da Faculdade de Direito de São Paulo participou ativamente das articulações da Primeira República.

MAGNETISMO DOS PLANETAS

Assim como a Terra, a maioria dos planetas do sistema solar tem campo magnético. Dados fornecidos pelas sondas espaciais fornecem pela primeira vez uma visão global desse fenômeno.

PERFIL

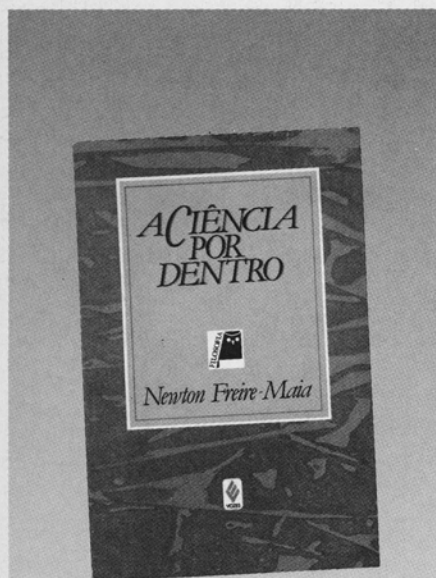
O físico Marcelo Damy de Souza Santos fala sobre sua vida, carreira universitária e pesquisas realizadas no Brasil e exterior.

ENSINO TECNOLÓGICO

Um nível elevado de ensino só pode ser obtido aliando-se à alta qualificação acadêmica uma política eficiente de convivência com o mundo da produção.

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

FILOSOFIA E PRÁTICA DA CIÊNCIA



A *CIÊNCIA POR DENTRO*, por Newton Freire-Maia, apresentação de Oswaldo Frota-Pessoa, Vozes, Petrópolis, 1991, 262 pp.

É possível criticar boa parte dos filósofos da ciência por trabalharem com uma imagem idealizada da ciência, distante do dia-a-dia da pesquisa científica. Em *A ciência por dentro*, o geneticista e professor emérito da Universidade Federal do Paraná (UFPR) Newton Freire-Maia poderia ser criticado de maneira semelhante, por estar expondo uma versão simplista da filosofia da ciência.

Mas esta possível 'simplificação de uma idealização' torna-se interessante porque parte de um cientista com 45 anos de prestigiosa atividade em biologia, da qual extrai vários exemplos em primeira mão, para ilustrar diferentes teses de filosofia da ciência. É verdade que a alguns desses exemplos faltam detalhes que os tornem claros para o leitor não familiarizado com biologia (vide p. 56), mas isso é remediado pelo glossário de 20 páginas com termos técnicos de biologia e filosofia, apresentado no final do livro.

A ciência por dentro é um manual de introdução à filosofia da ciência e à prática científica no Brasil. É recomendado antes de tudo "ao jovem que se inicia em ciência" (p. 38), e que possa pretender "ser um

intelectual de alto gabarito", tendo "consciência plena dos pressupostos filosóficos que tacitamente aceita" (p. 33).

Cada um dos dez capítulos pode ser lido de maneira independente. Naqueles reservados à filosofia da ciência (I a VII), cada seção aborda um tema com base em algum outro autor (devidamente citado em rodapé ou nas 20 páginas de sugestões para leituras, ao final). Freire-Maia oferece uma introdução à inferência lógica aristotélica e ao cálculo de probabilidades, e se detém na metodologia de construção, confirmação e refutação de teorias científicas a partir de fatos empíricos. Aborda a definição de verdade científica, e apresenta as teses do indutivismo de Stuart-Mill, do positivismo lógico, do falseacionismo de Popper, da mudança de paradigmas de Kuhn e da heurística de Moles. De modo geral, o resumo das metodologias científicas não ultrapassa a década de 1960, omitindo-se menção a influentes trabalhos filosóficos do último quarto de século, como a teoria dos programas de pesquisa científica de Lakatos ou a metodologia de confirmação 'circular' de Glymour.

Freire-Maia faz uso amplo de exemplos históricos para ilustrar diferentes tópicos, o que enriquece o livro. No entanto, como a maioria desses exemplos é tirada da literatura secundária, por vezes algum episódio não fica perfeitamente claro (como a explicação newtoniana do motivo pelo qual um corpo lançado para cima não cai para oeste, já que a Terra gira, p. 136). O texto apresenta alguns erros de revisão, dentre os quais podemos citar um enunciado da inferência por *modus tollens* (p. 68) e um valor de probabilidade na p. 73.

A ciência por dentro também oferece uma excelente introdução aos problemas conceituais da biologia, abordando a questão do reducionismo (seção II.8), os elementos da teoria da evolução biológica (III.11), a questão da sua cientificidade (III.13), e a história das teorias evolutivas como exemplo de mudança de paradigma (IV.6).

A partir do capítulo VI, o autor trata da questão da prática científica, baseando-se em sua própria experiência. Resume os passos para a realização de uma boa pesquisa científica, discute o perfil intelectual do cientista e apresenta uma breve história da ciência e das instituições científicas no Brasil, na qual se destaca um interessante re-

lato da descoberta da bradicinina por cientistas brasileiros em 1947 (VII.9).

Uma seção especial do livro é a que trata das relações entre ciência e religião (VIII.5). Newton Freire-Maia conta brevemente a sua conversão ao catolicismo, traçando implicitamente uma analogia entre essa conversão e a troca de paradigmas que ocorre durante uma revolução científica. Concilia ciência e religião, dando prioridade à ciência no que tange a enunciados empiricamente verificáveis, e à religião no domínio de enunciados não verificáveis e no terreno da moral.

O autor considera que os textos religiosos são mitos a serem reinterpretados à luz da ciência, afirmando: "O mito não é uma invenção anti-racional, mas um tipo de racionalidade para exprimir experiências ou esperanças. Sem ser anticientífico, carrega uma verdade que não é científica. Pode-se dizer, no entanto, que ele seja pré-científico, tomando-se a palavra 'científico' no seu sentido atual."

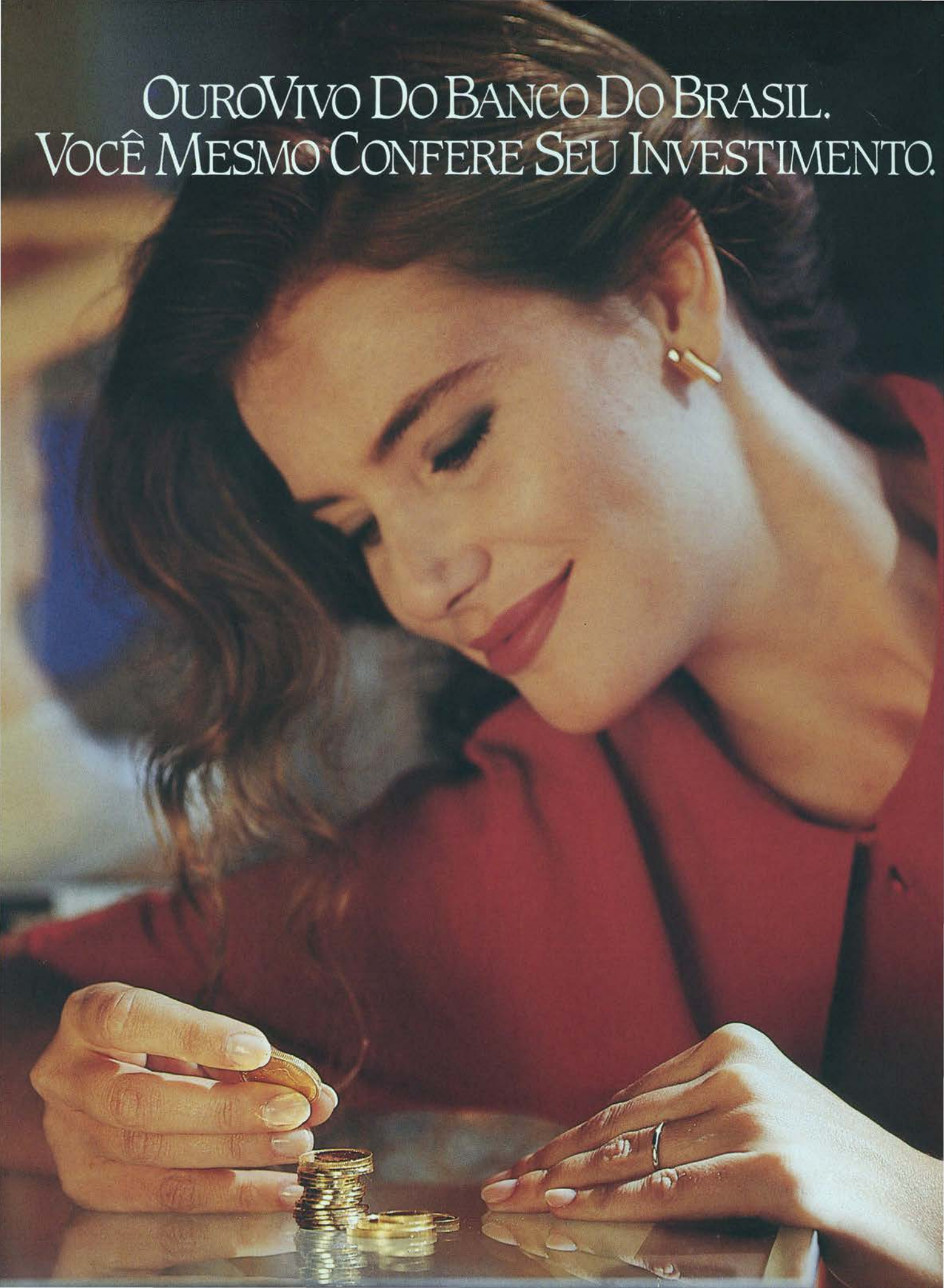
Dentre as partes mais originais do livro está o levantamento do perfil intelectual do cientista (seção VII.1, capítulo IX). O autor arrola 18 qualidades a serem satisfeitas por um bom cientista, e chama atenção para os 'perigos' que podem afastá-lo da pesquisa. Procura caracterizar o 'cientista medíocre' e critica a tendência moderna de se publicar o máximo número de artigos como um fim em si mesmo.

A ciência por dentro se abre com uma distinção entre 'ciência-disciplina' e 'ciência-processo'. Usando esses conceitos, podemos concluir que o livro cumpre seu objetivo de desvelar a ciência-processo para o jovem pesquisador. A filosofia da ciência que é apresentada, porém, detém-se apenas no nível da 'filosofia-da-ciência-disciplina'. Isso não impede, contudo, que o livro possa servir de estímulo para que mais pesquisadores brasileiros passem a contribuir de forma original para a filosofia (e sociologia) da ciência enquanto processo.

OSVALDO PESSOA JR.

CENTRO DE LÓGICA, EPISTEMOLOGIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA/UNICAMP

OUROVIVO DO BANCO DO BRASIL.
VOCÊ MESMO CONFERE SEU INVESTIMENTO.



Quem tem OuroVivo sabe exatamente quanto tem, a qualquer hora. OuroVivo é uma peça em ouro puro, com 5, 10 ou 20 gramas, que tem recompra garantida. É só não violar o lacre que envolve a peça e o certificado, que o Banco do Brasil troca OuroVivo por dinheiro vivo. No ato, sem medir nem pesar. OuroVivo acompanha a valorização do ouro e vem com certificado de garantia do Banco do Brasil e do Banco Goldmine. Pra conferir, você mesmo faz a conta. E ainda conta com a garantia do Banco do Brasil.



OUROVIVO



BANCO DO BRASIL





Simulação em computador da estrutura tridimensional de uma molécula biológica.

DESVENDANDO OS MISTÉRIOS DA VIDA MOLECULAR

Luiz Alberto Colnago

Núcleo de P&D de Instrumentação Agropecuária,
Embrapa/São Carlos (SP)

Várias técnicas deverão ser combinadas para que se possa entender como o ser humano funciona realmente em nível molecular. Esse conhecimento é de máxima importância, tanto para acelerar os progressos da engenharia genética como para — o que é ainda mais importante — ajudar a solucionar de maneira rápida e efetiva a maioria das doenças que afligem a humanidade, entre elas a AIDS e o câncer.

O conhecimento que temos do funcionamento dos seres vivos em nível atômico-molecular já permite criar plantas e animais transgênicos, usar bactérias para produzir insulina, obter um equivalente da impressão digital pela análise do ADN (ácido desoxirribonucleico) e várias outras façanhas há bem pouco tempo reservadas ao domínio e à literatura de ficção científica. Esta área, conhecida como biologia molecular, está desvendando o que poderíamos chamar de 'última fronteira *hardware*' dos seres vivos.

Entretanto, mesmo com todo esse progresso, a biologia molecular está enfrentando um problema básico: não há nenhuma tecnologia rápida e eficiente o bastante para estudar as estruturas moleculares dos biopolímeros: proteínas, ADN etc. Esse obstáculo está retardando a obtenção de informações precisas sobre, por exemplo, a AIDS e o câncer, o que certamente dificulta uma solução rápida para essas doenças.

Com o microscópio eletrônico consegue-se enxergar células, organelas celulares, vírus, e até estruturas supramoleculares, como os complexos enzimáticos, mas com uma resolução de aproximadamente cem angstroms (um angstrom é dez milhões de vezes menor que um milímetro). Portanto, com o microscópio eletrônico não é possível enxergar as moléculas biológicas com o grau de resolução necessário à completa compreensão do seu funcionamento.

Por sua vez, os microscópios de tunelamento e de força atômica, a difração de raios X e nêutrons, as espectroscopias, como ressonância magnética nuclear (RMN) e outras técnicas, só conseguem determinar a posição dos átomos com grande precisão e baixo grau de dificuldade em moléculas pequenas. Quando usadas no estudo de moléculas biológicas, como os biopolímeros e seus complexos, são deficientes, em vista da necessidade de determinar a posição de milhares a milhões de átomos.

Portanto, ainda há uma faixa invisível, ou difícil de se ver, abaixo da resolução do microscópio eletrônico e acima das informações em nível atômico das pequenas moléculas. É exatamente nessa faixa que ocorrem os principais fenômenos biológicos, como a ação das enzimas e dos anticorpos, a regulação da expressão dos genes, o transporte através de membranas. Ou seja: a maioria dos processos que controlam ou executam as atividades normais nas células dos seres vivos.

Apesar da dificuldade para determinar a posição de milhares de átomos, as principais técnicas que estão sendo usadas no estudo dos biopolímeros são os métodos químicos de seqüenciamento, difração de raios X e nêutrons, a RMN, e mais recentemente as microscopias de tunelamento e força atômica. Os métodos químicos de análise (ver 'Seqüenciamento de proteínas', em *Ciência Hoje* n° 53) são usados sobretudo para estudo da estrutura primária dos biopolímeros (isto é, da seqüência com a qual eles foram sintetizados), da seqüência de aminoácidos nas proteínas, de nucleotídeos nos ácidos nucléicos etc. Mas quase não fornecem dados sobre a disposição espacial desses constituintes (estruturas secundárias, terciárias etc.).

Dentre todos os métodos físicos citados, a difração de raios X (ver 'Proteína mostra, por seu cristal, como age no organismo', em *Ciência Hoje* n° 67) é a mais usada: praticamente todas as estruturas conhecidas foram determinadas por meio dessa técnica. Vários pesquisadores já receberam o prêmio Nobel por esse feito; entre eles, o mais famoso foi o conferido a James D. Watson, Francis H. C. Crick e Maurice Wilkins pela determinação da estrutura tridimensional do ADN (Nobel de Medicina, 1962).

A principal desvantagem da difração de raios X decorre da necessidade de que as amostras estejam em forma cristalina ou com alto grau de orientação, o que pode não corresponder à estrutura exata que estava ativa no organismo. Outra deficiência da difração de raios X é a sua impossibilidade de estudar processos dinâmicos nessas estruturas. É um método que fornece a disposição dos átomos em posições definidas e constantes no tempo, o que não é o caso de boa parte dos átomos que constituem os biopolímeros, principalmente quando estão executando suas funções biológicas, como as reações enzimáticas.

As microscopias com resolução atômica (tunelamento, força atômica etc.) também estão sendo usadas no estudo de biopolímeros. Esses métodos, contudo, têm o inconveniente de não fornecer informações, por exemplo, sobre os átomos no interior de uma proteína globular (as mais comuns) e também de não poderem ser usados para

estudos dinâmicos de alta frequência, tão habituais nessas estruturas.

Outra técnica muito usada para determinar a estrutura tridimensional de biopolímeros e as estruturas supramoleculares é a RMN. Ela apresenta algumas vantagens sobre a difração de raios X e as microscopias de resolução atômica. As amostras não precisam estar na forma cristalina ou com alto grau de ordenação. Pode ser aplicada para estudo de amostras encontradas na natureza nos mais diferentes meios ou estados — em solução, como sólidos amorfos ou cristalinos, na forma líquida ou como gel, e até mesmo *in vivo* —, mantendo intactas, além das estruturas, as interações com o ambiente natural. Outra vantagem é que, além da estrutura, a RMN tem vários parâmetros que estão associados a processos dinâmicos característicos dos polímeros, ou seja: a RMN fornece uma visão estereodinâmica, que corresponde ao estado real dessas moléculas na natureza.

O trabalho que publicamos na revista *Science* (com Ki-Joon Shon, Yongae Kim e Stanley J. Opella), sob o título 'NMR studies of the structure and dynamics of mem-

brane-bound bacteriophage Pf1 coat protein' (Estudos por RMN da estrutura e dinâmica da proteína de cobertura do bacteriófago Pf1 na forma ligada à membrana), desenvolvido na Universidade da Pensilvânia (EUA), é um importante exemplo das potencialidades da RMN no estudo estereodinâmico dos biopolímeros (ver 'Espectroscopia de RMN'). Nesse trabalho, apresentamos a determinação da estrutura e a estereodinâmica da proteína de cobertura do Pf1 na forma ligada à membrana, e da dinâmica da mesma proteína na forma adulta (ver 'O bacteriófago Pf1').

A estrutura secundária da proteína foi determinada pela técnica de RMN de solução. Combinando-se técnicas de RMN de duas dimensões, conhecidas como correlação heteronuclear e espectroscopia de Efeito Overhauser Nuclear (ver 'A RMN e as proteínas', em *Ciência Hoje* n° 60), determinamos que essa proteína tem dois segmentos de alfa-hélices. A estrutura terciária — ou seja, como as alfa-hélices estão posicionadas entre si — foi determinada com RMN do estado sólido das proteínas inseridas em membranas orientadas.

ESPECTROSCOPIA DE RMN

O fenômeno da ressonância magnética nuclear (RMN) foi descoberto por dois grupos de físicos liderados por F. Bloch e E. Purcell em 1946. Eles observaram que as transições entre os níveis energéticos dos *spins* nucleares (na presença de um campo magnético) podem ser induzidas e observadas com a irradiação da amostra por meio de uma frequência igual à do núcleo em precessão (ver 'Tomografia por ressonância magnética nuclear', em *Ciência Hoje* n° 20). Tal fenômeno, que inicialmente se imaginava ser apenas do interesse da física, logo mostrou ter importantes aplicações em química, biologia, medicina, agricultura, ciência dos materiais, entre outras. Por essa descoberta, Bloch e Purcell receberam o prêmio Nobel de Física em 1952.

A RMN é aplicada a todos os isótopos com número ímpar de prótons e/ou de nêutrons, o que inclui, por exemplo, os três isótopos do hidrogênio (^1H — hidrogênio —, ^2H — deutério —, e ^3H — trítio), o de ^{13}C , ^{14}N e ^{15}N , ^{17}O , ^{31}P , ^{33}S , entre outros isótopos de interesse para a biologia.

Na análise dos biopolímeros em solução (proteínas dissolvidas em água, por exemplo), a RMN de alta resolução tem várias técnicas que permitem identificar

os aminoácidos presentes, sua seqüência e a estrutura tridimensional através da medida da intensidade de um sinal causado pelo fenômeno conhecido como Efeito Overhauser Nuclear (EON), que é proporcional às distâncias internucleares.

Quando as moléculas não estão sujeitas a movimentos de alta frequência e amplitude, como os observados em vírus, complexos proteínas-membranas etc., técnicas conhecidas como de RMN do estado sólido têm que ser usadas. Com elas, é possível obter espectros de sólidos em alta resolução ou preservando-se as interações de estados sólidos (anisotropia de deslocamento químico, dipolar e quadrupolar), importantes para o estudo da estrutura e da dinâmica das proteínas.

Os espectros de RMN de estado sólido fornecem informações estruturais quando as amostras são cristalinas, ou quando estão com alto grau de ordenação e contêm informações dinâmicas nos espectros de pó (sem orientação preferencial). Quando as estruturas não apresentam movimentos aleatórios de alta frequência, é possível identificar com marcação isotópica seletiva (por exemplo, na leucina do vírus, ou na proteína da membrana) movimentos internos, como os da proteína do Pf1 na membrana e na forma adulta.

O BACTERÍOFAGO Pf1

Bacteriófagos são vírus que atacam as bactérias. O Pf1 é um bacteriófago filamentososo (com forma semelhante à de um bastão) com aproximadamente 1,9 microns de comprimento e 65 angstroms de diâmetro. É constituído por uma molécula de ADN circular formada por 7.390 nucleotídeos que se enrola em si mesma, e envolvido por uma proteína de cobertura que tem 46 aminoácidos e se repete 7.620 vezes (figura 1).

Para o enriquecimento isotópico das proteínas, os vírus são multiplicados em

bactérias, que são cultivadas em meios contendo o aminoácido enriquecido que se deseja marcar. Por exemplo: para marcar somente as leucinas (LEU) com o isótopo deutério (cuja abundância natural é de apenas 0,016%), faz-se um meio de cultura onde o aminoácido previamente marcado (com enriquecimento isotópico de pelo menos 98%) é usado no lugar do aminoácido comum (com enriquecimento natural).

O ciclo de vida do Pf1 tem várias etapas: (1) ataque à bactéria conhecida co

mo *Pseudomonas aeruginosa*, com a entrada do ADN no citoplasma e a inserção das proteínas de cobertura na membrana celular (figura 2); (2) replicação do ADN e síntese das novas proteínas que são inseridas na membrana; (3) reconstrução do vírus com as proteínas de cobertura envolvendo o ADN e originando o vírus adulto. Processo similar ocorre com outros vírus, entre eles o ataque do vírus da AIDS aos linfócitos (ver 'AIDS: mais um passo na busca da terapia', em *Ciência Hoje* nº 65).

$_2\text{HN}$ - GLI - VAL - ILE - ASP - THR - SER - ALA - VAL - GLU - SER - ALA - ILE - THR - ASP - GLI -
GLN - GLI - ASP - MET - LIS - ALA - ILE - GLI - GLI - TIR - ILE - VAL - GLI - ALA - LEU - VAL - ILE -
LEU - ALA - VAL - ALA - GLI - LEU - ILE - TIR - SER - MET - LEU - ARG - LIS - ALA - COOH

Obs.: Os aminoácidos dentro dos círculos foram marcados especificamente com ^{15}N ou deutério para a realização deste trabalho.

FIGURA 1. Sequência da proteína de cobertura do bacteriófago Pf1.

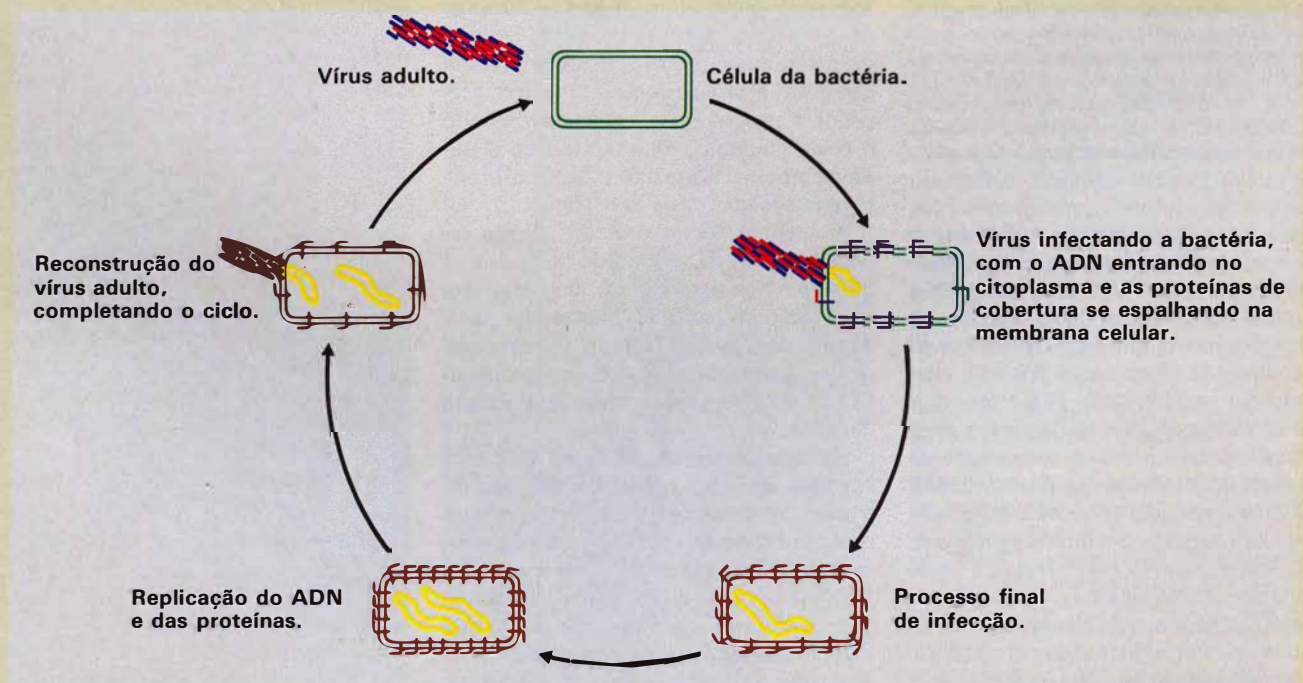


FIGURA 2. Diagrama do ciclo de vida do Pf1.

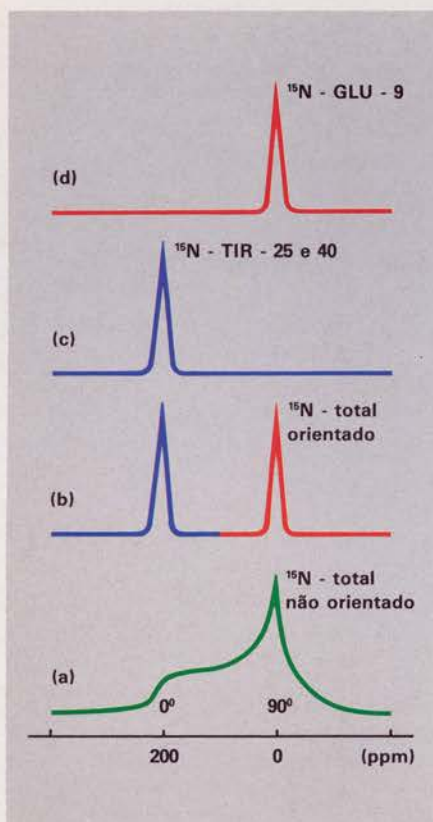


FIGURA 3. Representação dos espectros de RMN e ^{15}N . (a) Espectro de RMN de estado sólido sem orientação preferencial (verde). Os dois extremos do espectro correspondem à orientação paralela (0°) e perpendicular (90°) do principal elemento do tensor de deslocamento químico (que é paralelo à orientação das alfa-hélices) com relação à direção do campo magnético do ímã. (b) Espectro da proteína de cobertura do Pf1 totalmente enriquecida com ^{15}N e inserida em membranas orientadas (o azul representa a orientação paralela e o vermelho a perpendicular). (c) Espectro da proteína de cobertura com marcação específica das tirosinas (azul). (d) Espectro da proteína de cobertura com marcação específica do ácido glutâmico (vermelho).

Para esses experimentos, utilizamos as proteínas enriquecidas com ^{15}N (a abundância natural do ^{15}N é de apenas 0,4%). A figura 3 explica essa determinação. Na figura 3a, temos um espectro de ^{15}N de uma amostra de proteína amorfa (sem orientação preferencial). Nesse espectro, com simetria axial, o sinal depende apenas do ângulo entre o principal componente do tensor de deslocamento químico anisotrópico (que é paralelo ao sentido longitudinal da alfa-hélice) e o campo magnético do ímã. Sem orientação preferencial, a intensidade do sinal representa a probabilidade da orientação em cada direção que decai de uma orientação perpendicular (90°) para uma orientação paralela (0°). Na figura 3b, temos o espectro da proteína de cobertura do Pf1 enriquecida totalmente com ^{15}N , em membranas orientadas. Observa-se que há apenas dois sinais, um em zero e outro em 90° , o que indica estarem as duas alfa-hélices perpendiculares.

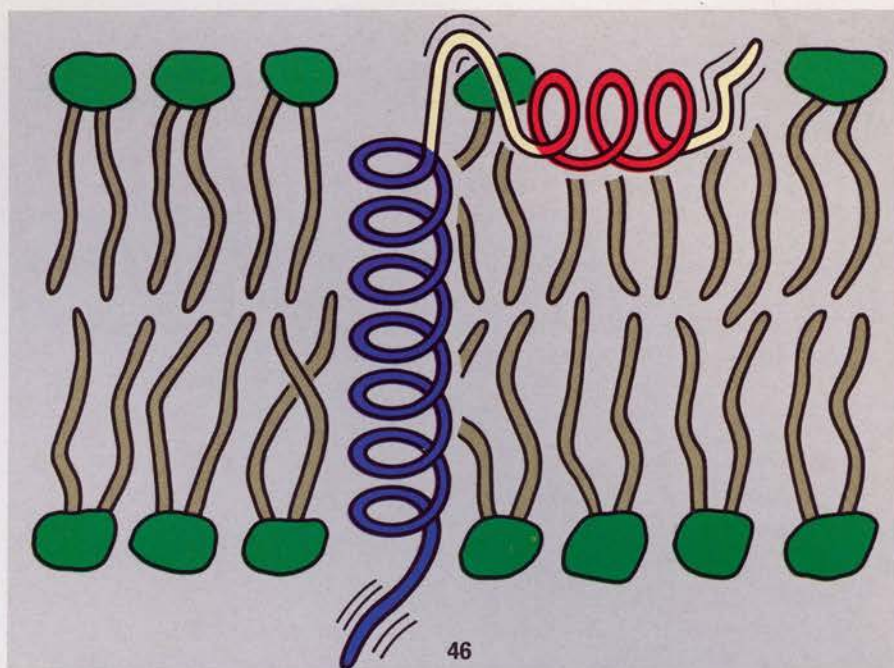


FIGURA 4. Diagrama da proteína de cobertura do Pf1 na forma ligada à membrana. A cor amarela representa as partes flexíveis da proteína, a vermelha a alfa-hélice rígida e paralela ao plano da membrana, a verde a parte polar dos fosfolípidios que compõem a membrana, e a marrom as partes apolares dos fosfolípidios.

Para determinar a direção de cada alfa-hélice, fizemos a marcação seletiva de aminoácidos, como a tirosina, que fica na posição 25 e 40 da proteína, e o ácido glutâmico, que ocorre somente na posição 9. Como se pode ver na figura 3c, os sinais dos ^{15}N das tirosinas (TIR 25 e 40) estão em zero grau, enquanto, na figura 3d, o do ácido glutâmico (GLU 9) está a 90° . Com isso, determinamos que a estrutura terciária dessa proteína é de duas alfa-hélices perpendiculares, e que o segmento contendo o ácido glutâmico está paralelo ao plano da membrana, enquanto o das tirosinas é perpendicular a esses dois (figura 4).

A dinâmica dessa proteína foi obtida com a análise da largura de linha dos sinais de ^{15}N e deutério em amostras sem orientação preferencial. Nesses espectros, os sinais das partes rígidas são sempre largos, enquanto os das partes em movimento são estreitos e apresentam uma posição definida.

Na figura 5 temos: (a) espectros de ^{15}N em uma estrutura rígida, (b) em uma estrutura em movimentos aleatórios, e (c) espectro observado com marcação específica das glicinas que apresentam a superposição de um sinal estreito sobre um largo. Isso demonstra a presença de partes móveis e rígidas na estrutura da proteína (ver a sequência da proteína em 'O bacteriófago Pf1'). Esse mesmo tipo de espectro também foi observado com a proteína na forma adulta do vírus.

Na figura 6, temos: (a) os espectros de deutério das leucinas em uma estrutura rígida, (b) para uma estrutura em movimento

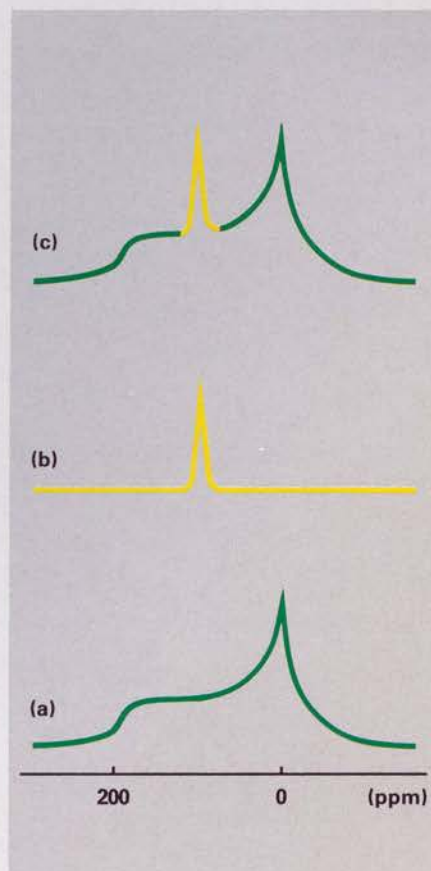


FIGURA 5. Representação dos espectros de RMN e ^{15}N de estado sólido (a) sem orientação preferencial e em uma estrutura rígida (verde); (b) em uma estrutura flexível (amarelo); (c) observado para a proteína marcada especificamente com as glicinas, tanto na forma ligada à membrana como na forma adulta (superposição dos componentes flexíveis — amarelo — e rígidos — verde).

aleatório, e (c) o espectro que foi observado para as leucinas da proteína de cobertura na membrana, ou seja, com partes móveis e rígidas. O mesmo tipo de espectro foi observado para os outros aminoácidos, como alaminas, valinas, threoninas, o que permitiu determinar as partes rígidas e flexíveis da proteína. Todos esses aminoácidos, na forma adulta, apresentaram espectros somente com os componentes rígidos.

Com esses dados, conclui-se que essa proteína, com apenas 46 aminoácidos, tem na forma ligada à membrana uma estereodinâmica bastante complexa, com cinco regiões distintas, com N e C terminais flexíveis, duas alfa-hélices rígidas, perpendiculares e conectadas por um laço flexível (figura 4). Na forma adulta, essa mesma proteína apresentou-se quase totalmente rígida, com apenas um laço flexível entre as duas estruturas de alfa-hélice (figura 7). As estruturas das alfa-hélices na forma adulta foram determinadas por difração de raios X e nêutrons (*Science* 252, 1.305-1.308, 1991).

Com os dados dos trabalhos de RMN (*Science* 252, 1.303-1.305, 1991) e difração de nêutrons (*Science* 252, 1.305-1.308), foi possível um estudo completo da estrutura e da dinâmica das proteínas de cobertura do Pf1

nas duas formas biologicamente ativas — forma ligada ao vírus e forma ligada à membrana —, bem como a montagem de um modelo detalhado da entrada e da saída do vírus.

Diz o texto (p. 1.307): “A comparação da estrutura da proteína de cobertura do bacteriófago filamentosso Pf1 no vírus intacto, como determinado por difração de nêutrons, e em membrana, como determinado por RMN em duas dimensões e estado sólido, é a informação mais detalhada para um processo de ‘montagem’ associada à membrana (montagem do vírus).

A reciclagem da proteína de cobertura viral em células infectadas implica que este processo se reverte durante a inserção da proteína na membrana (infecção pelo vírus). Consequentemente, as pontes de hidrogênio inter-hélices são quebradas com a inserção das proteínas na membrana durante a infecção. Esses resultados indicam que a estrutura secundária do Pf1 é conservada durante a montagem do vírus, mas que a estrutura terciária (relações espaciais e ligações entre estruturas secundárias) varia substancialmente na transição da membrana ao vírus adulto. A conservação da estrutura secundária acoplada a mudanças na estrutura terciária pode ser uma caracte-



FIGURA 8. A capa da revista *Science* mostra a representação da entrada ou saída do bacteriófago Pf1 de uma bactéria. Pode-se notar as várias proteínas de cobertura espalhadas na membrana bacteriana e outras sendo adicionadas ou retiradas do vírus. Notar que a parte azul (alfa-hélice rígida com seis graus do vírus) fica sempre abaixo da parte vermelha (alfa-hélice com 22° do vírus) da unidade de proteína vizinha.

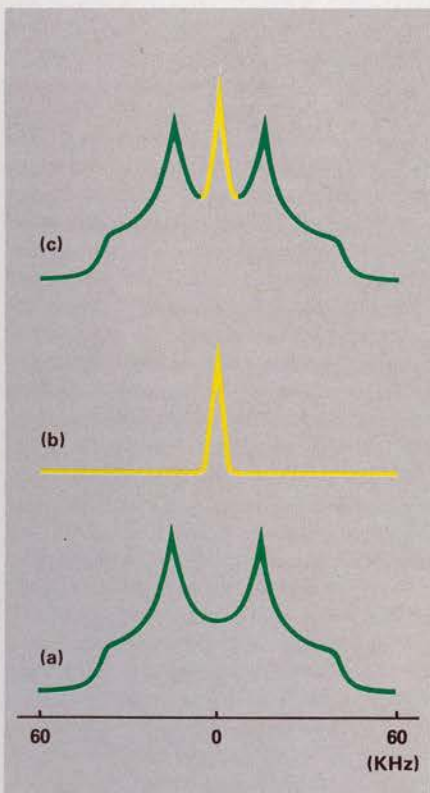


FIGURA 6. Representação dos espectros de RMN de deutério da leucina no estado sólido (a) em estrutura rígida (verde), (b) em estrutura flexível (amarelo), (c) como foi observado na proteína de cobertura do Pf1, na forma ligada à membrana (superposição dos componentes flexíveis — amarelo — e rígidos — verde).

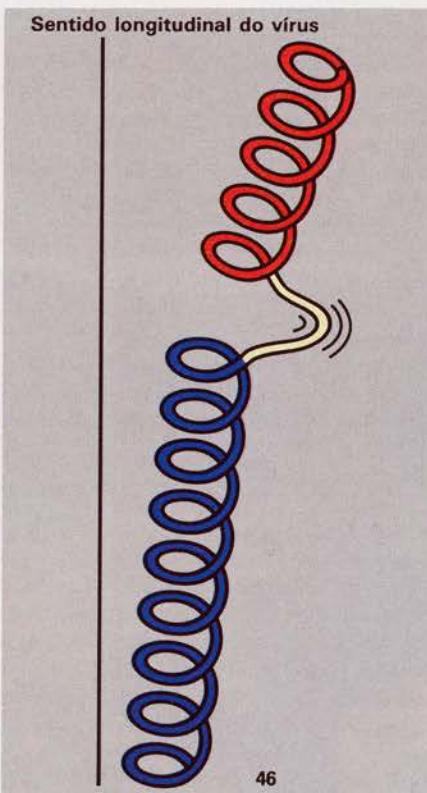


FIGURA 7. Diagrama da proteína de cobertura do Pf1 na forma adulta. A cor azul representa a alfa-hélice rígida com aproximadamente seis graus em relação ao sentido longitudinal do vírus; a amarela, o laço flexível entre as duas unidades rígidas, e o vermelho a alfa-hélice rígida, com aproximadamente 22° em relação ao eixo do vírus.

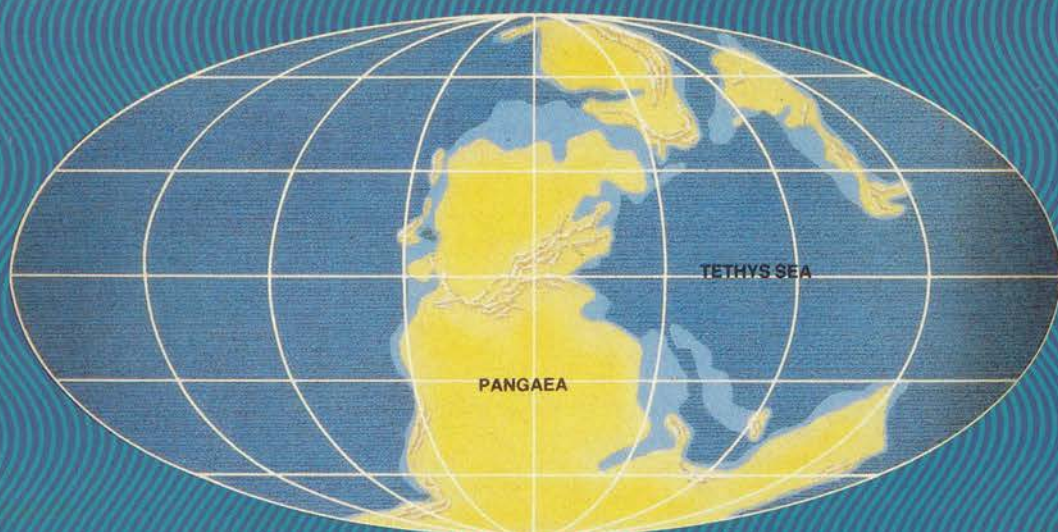
terística comum aos processos de inserção de proteínas em membranas ou translocação de proteínas através da membrana”.

Esses dois trabalhos foram o tema da capa da revista *Science*, publicada pela American Association for the Advancement of Science (Sociedade Americana para o Progresso da Ciência), de 31 de maio de 1991 (figura 8). Eles demonstram que deverá ser necessário combinar várias técnicas para entendermos como o ser humano realmente funciona em nível molecular, o que é de máxima importância, tanto para acelerar os progressos da engenharia genética como para ajudar a solucionar de maneira rápida e efetiva a maioria das doenças que afligem a humanidade.

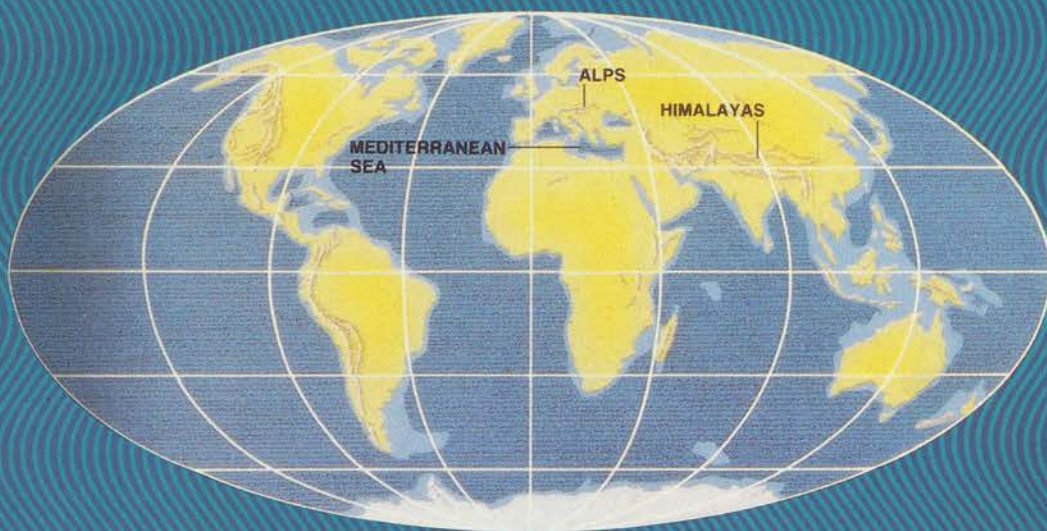
SUGESTÕES PARA LEITURA

- KING J., *Protein and nucleic acids, structure and dynamics*, The Benjamin/Cummings Publishing Co., 1985.
CANTOR C.R. & SCHIMMEL P.R., *Biophysical Chemistry*, W.H. Freeman and Co., 1980.
CAMPBELL I.D. & DWEK R.A., *Biological spectroscopy*, The Benjamin/Cummings Publishing Co., 1984.
WÜTHRICH K., *NMR of proteins and nucleic acids*, John Wiley & Sons, 1986.
FASMAN G.D., *Prediction of protein structures and the principles of protein conformation*, Plenum Press, 1990.

a



b



c

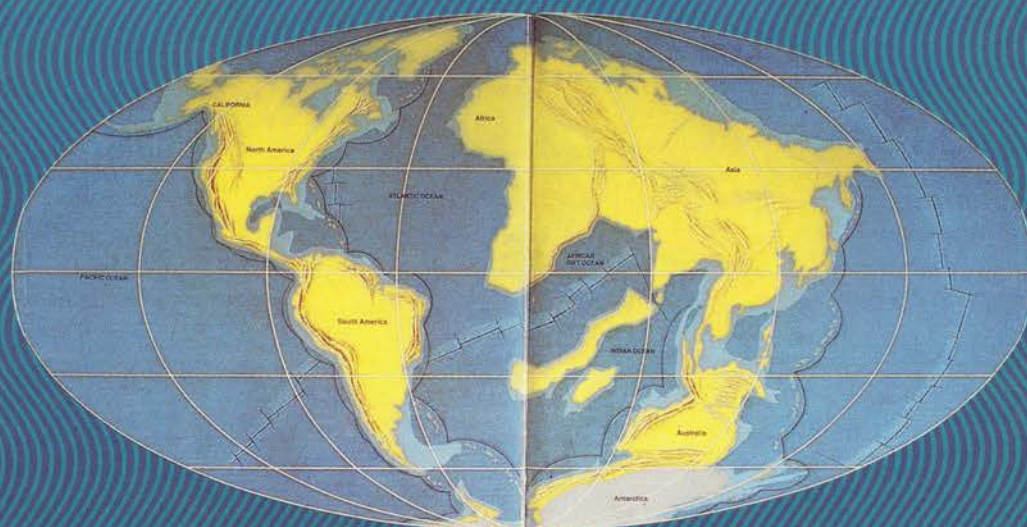


FIGURA 1. Mapas de contorno aproximado dos continentes. (a) Há cerca de 250 milhões de anos, formando a grande massa continental chamada Gondwana ou Gondwana. (b) Atualmente. (c) Daqui a 100 Ma, segundo uma reconstituição relativamente bem-fundamentada.

DEFORMAÇÕES NATURAIS E EXPERIMENTAIS NAS ROCHAS

Silvio Jorge Coelho Simões

Instituto de Geociências,
Universidade Estadual de Campinas

Celso Dal Ré Carneiro

Divisão de Geologia,
Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo

Se compararmos a posição das grandes massas continentais hoje e há cerca de 250 milhões de anos, verificaremos uma mudança de fisionomia radical (figura 1). Da mesma forma, transformações muito grandes, embora muito lentas, estão se processando. Algumas tentativas de reconstrução das tendências desses movimentos mostram, por exemplo, que dentro de cem milhões de anos a África estará unida à Europa: os dois continentes estão se aproximando à razão de três metros por século (ver 'Continentes à deriva', em *Ciência Hoje* n° 55). Ao mesmo tempo, é de 2 a 3 cm por ano o aumento de distância entre a América do Sul e a África, que atualmente representa um mínimo de 3.000 km entre Natal (Brasil) e Freetown (Serra Leoa). Daqui a cem milhões de anos, isso levará a um acréscimo considerável de distância: mais três mil quilômetros!

No entanto, tais alterações ocorrem sem que o observador mais atento as possa perceber. A superfície da Terra parece desfrutar de uma imobilidade absoluta e a paisagem terrestre nos dá a impressão de ser tranqüila e imutável. Para termos uma no-

ção mais adequada dos movimentos que ocorrem no planeta, precisamos nos adaptar a uma outra escala de tempo, na qual a unidade é de um milhão de anos (utiliza-se normalmente a abreviação 1 Ma), o que equivale, entretanto, a apenas 0,02% da idade total da Terra, que é de 4,6 milhões de anos (ver 'Vulcões no Brasil', em *Ciência Hoje* n° 62).

Dentro desse intervalo relativamente curto da história terrestre, inúmeras modificações ocorrem na própria forma das placas em colisão ou afastamento, permitindo que sejam absorvidos os enormes deslocamentos das massas continentais. O resultado são terremotos, vulcões e deformações nas rochas. Nas diferentes partes dos continentes, as transformações naturais deixam registros gravados nos diversos níveis das rochas. A tarefa corriqueira do geólogo é aprender a 'ler' esses vestígios, utilizando inclusive imagens de satélites, o microscópio, ensaios de simulação, mapas e modelagem experimental. Atualmente o emprego de satélites tornou possível medir com grande precisão o afastamento ou a aproximação entre as placas tectônicas.

Deformações naturais

Sob o efeito de esforços, uma rocha pode ser translacionada ou rotacionada sem que haja variação na sua forma externa (figura 2). Entretanto, a deformação natural normalmente inclui, além das mudanças de posição, a distorção (mudança de forma), a contração ou dilatação (mudanças de tamanho) e as mudanças na configuração de determinados pontos dentro da rocha. A deformação pode ser contínua ou descontínua (figura 3). Na primeira, a deformação afeta a totalidade da matéria e ela perde sua configuração original. Na segunda, a rocha se deforma como um corpo rígido, a partir de um plano de ruptura bem definido.

Na deformação contínua, os movimentos translacionais ou rotacionais que acompanham as mudanças na forma do corpo pertencem a dois tipos fundamentais: cisalhamento puro (ou co-axial), quando os eixos principais não mudam sua posição no espaço; e cisalhamento simples (ou não co-axial), quando a deformação vem acompanhada de rotações (figura 4). A figura 5a expressa um caso muito comum de deformação não co-axial, representada em duas dimensões, no qual um quadrado e o círculo nele inscrito são deformados respectivamente para um losango e uma elipse. As setas brancas grandes indicam os esforços compressivos, cuja orientação irá se modificar durante a deformação. As setas pretas indicam o sentido do movimento, e os ângulos Ψ e θ são utilizados para descrever e quantificar a rotação associada à mudança do estágio não deformado para o deformado. Em três dimensões, neste exemplo de estiramento, uma esfera tende à forma de charuto. A figura 5b corresponde a um elipsóide, cujos eixos X, Y e Z, ortogonais entre si, são chamados eixos principais de deformação.

É possível medir as mudanças de orientação, tamanho e forma por meio de técnicas sofisticadas ou, sob condições favoráveis, utilizando alguns métodos simples, como o estudo sistemático de diversos 'marcadores' encontrados nas rochas (p. ex. fósseis, seixos). Um exemplo corriqueiro de quantificação da deformação é visto na figura 6, em que fósseis de belenita (um tipo de concha longa, proveniente de moluscos) foram estirados (estendidos) segundo a direção X. As partes pretas (listradas) correspondem a pedaços do fóssil e as partes brancas a aglomerados do minério calcita, que preencheu os espaços vazios, originados pela separação de partes das conchas, na deformação. Neste exemplo, com a relação $e = (L_f - L_o)/L_o$, na qual L_f é o tamanho final e L_o o inicial, obtém-se um estiramento de 75% ao longo da direção X, que afeta não só o fóssil, mas também a rocha que o contém.

FIGURA 2

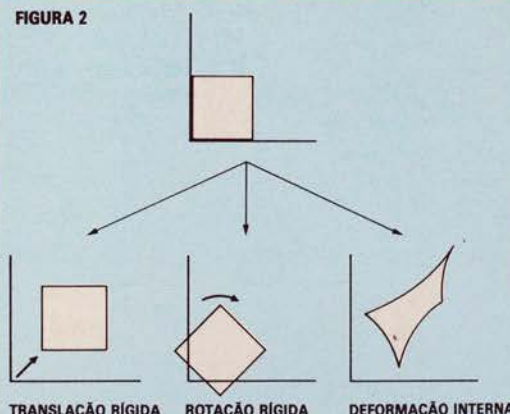


FIGURA 3

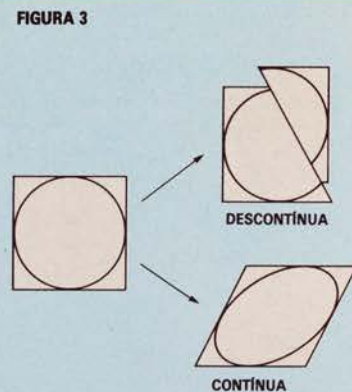
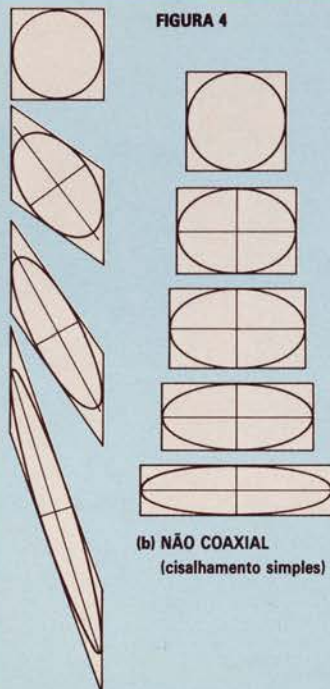


FIGURA 2. Tipos básicos de deformação natural de rochas, como resposta aos sistemas de esforços atuantes: translação, rotação e deformação interna (dilação e/ou distorção).

FIGURA 3. A deformação pode ser contínua ou descontínua, dependendo de estar sendo afetada a totalidade ou uma pequena parte do segmento rochoso considerado.

FIGURA 4



(a) COAXIAL (cisalhamento puro)

FIGURA 5

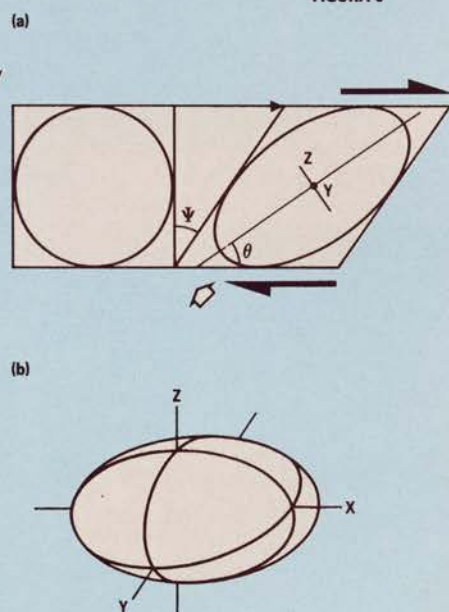


FIGURA 4. A maneira usual de classificar as deformações contínuas é através dos mecanismos co-axial (a) e não co-axial (b), que correspondem, respectivamente, ao cisalhamento puro e ao cisalhamento simples.

FIGURA 5. O cisalhamento simples é constituído de rotações e mudanças de forma dos corpos. Um círculo é transformado em elipse (a). Vista em três dimensões, a deformação pode ser representada por meio de um elipsóide (b).

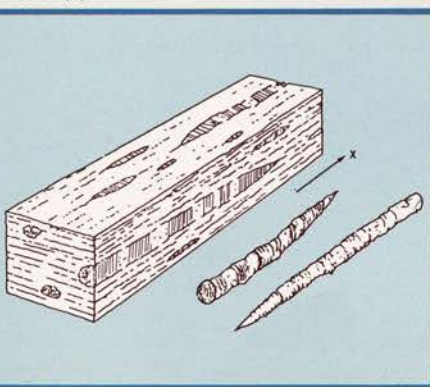


FIGURA 6. Método de quantificação da deformação natural a partir de belenitas, um tipo de fóssil que, quando deformado por estiramento, pode romper-se. O tamanho inicial do fóssil é aproximadamente igual à soma dos pedaços escuros. Os espaços vazios foram preenchidos pelo mineral calcita (partes brancas).

Os diferentes níveis de comportamento da crosta

Nas cadeias de montanhas modernas, como os Andes, os Alpes ou os Himalaias, a crosta terrestre exibe porções deformadas de maneira extremamente variável. Por esse motivo, só através de estudos especiais é possível confirmar se os mecanismos de deformação que deram origem às estruturas rochosas de uma delas são capazes de explicar também o aparecimento das outras. Uma das primeiras perguntas a serem feitas é: a que profundidades teriam ocorrido as diferentes deformações? Isto porque a pressão exercida pelo peso das rochas sobrejacentes é um dos parâmetros mais importantes para a formação de um conjunto de estruturas. A presença e a intensidade de pressões derivadas do choque das massas continentais (também chamadas de 'pressões dirigidas') e a temperatura interna são também condicionantes das deformações.

Sob as mesmas condições de pressão e temperatura, uma seqüência de rochas sedimentares na parte superior da crosta pode estar dobrada — ou seja, exibindo uma deformação dúctil —, enquanto uma rocha granítica, mais resistente à ductilidade, pode estar fraturada, mesmo localizando-se a uma profundidade maior. Quando, sob as mesmas condições, uma rocha deforma-se plasticamente enquanto outra se comporta de modo rígido, dizemos que a primeira apresenta um comportamento incompetente. O granito do exemplo acima exibiu comportamento competente, quer transmitindo os esforços aplicados, quer dando origem a fraturas e falhas. Nesse caso, as características físicas de tais rochas provocam a inversão do modelo deformacional esperado.

Submetidas a esforços dirigidos, as rochas da porção mais superficial da crosta (até cerca de 5 km de profundidade) reagem de maneira elástica, formando descontinuidades. O sentido do termo 'elástico', neste caso, é muito apropriado: quando esticamos um elástico qualquer (desses de papelaria), ele absorve a tensão aumentando de tamanho (estiramento). Quando o esforço atinge um valor limite, o elástico se rompe (deformação descontínua), tal como ocorre com as rochas de comportamento chamado frágil, friável ou quebradiço: elas suportam pressões até seu limite de elasticidade e, acima disso, se rompem. As estruturas mais representativas do comportamento friável da crosta são as fraturas, as fendas de extensão (tração) e os falhamentos. A bacia sedimentar do Recôncavo (figura 7), uma das bacias produtoras de petróleo originadas pelo afastamento entre Brasil e África, tem na sua estrutura um evidente arranjo de blocos abatidos e adernados.

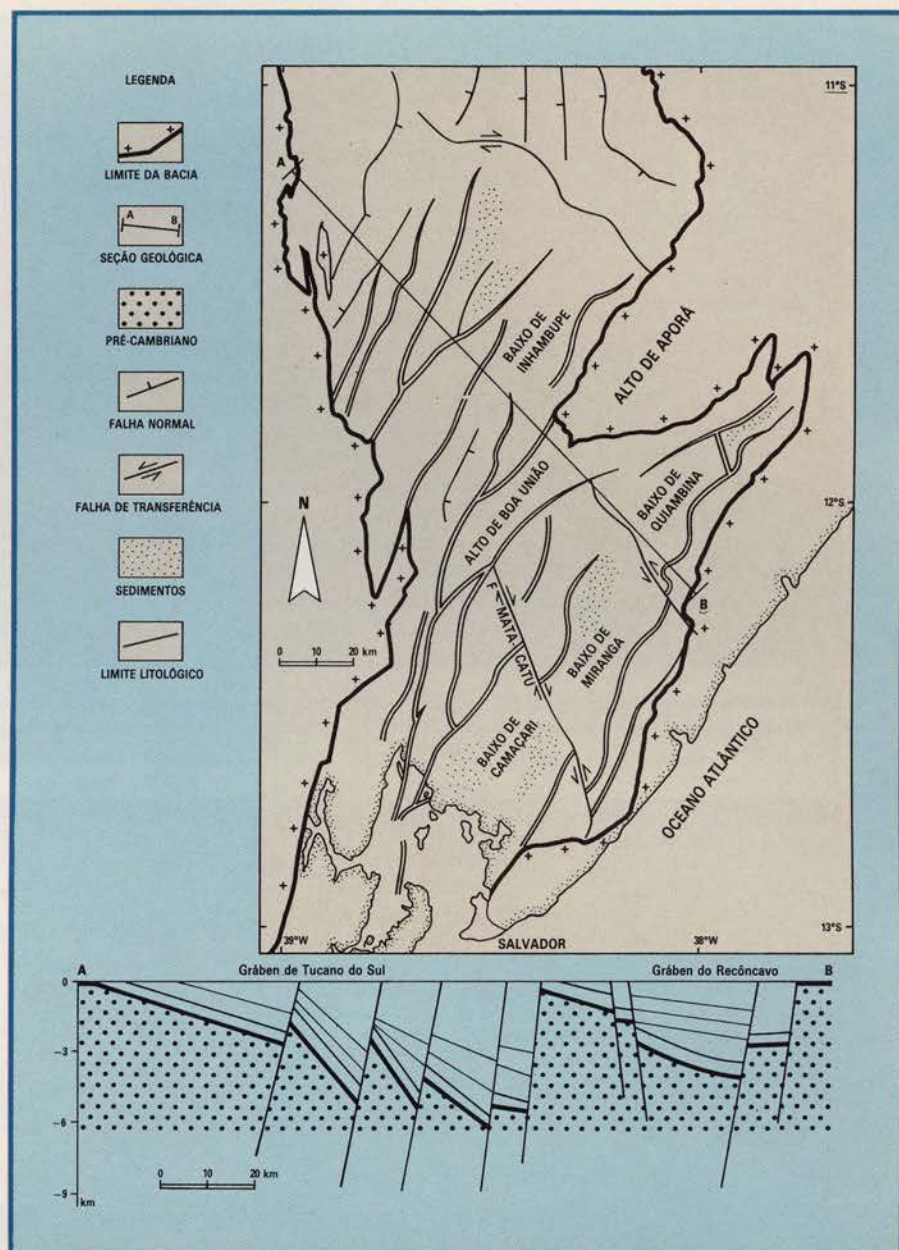


FIGURA 7. Corte e mapa geológico da bacia do Recôncavo, ao norte da cidade de Salvador, na Bahia, onde aparecem estruturas comuns no domínio friável da crosta: fraturas e vários tipos de falhamentos.

Com o aumento da profundidade e, conseqüentemente, com o crescimento da temperatura e da pressão de carga, os materiais tornam-se mais plásticos. A deformação quebradiça, ou frágil, passa transitariamente à deformação dúctil, na qual a matéria se deforma de maneira contínua. O conceito de comportamento frágil ou dúctil varia em função de cada tipo de rocha e das condições a que ela está sendo, ou foi, submetida.

Para investigação de certos ambientes, os dobramentos (figura 8) são feições estruturais importantes, razão pela qual têm sido bem conhecidos e estudados. Uma dobra é definida pela direção de seu eixo, do plano axial e pelo ângulo de abertura. Baseado nesse último critério, é possível en-

contrar desde simples ondulações até dobras extremamente apertadas, formando sistemas que dão aspecto 'amarrotado' a largas porções da crosta terrestre.

Sob condições dúcteis, os dobramentos podem ser acompanhados de uma feição planar, designada genericamente de foliação, que se origina e desenvolve durante o processo de deformação (figura 9). Trata-se de planos regulares, muito próximos entre si e paralelos ao plano axial (que é um plano de simetria) das dobras. Muitas rochas ornamentais, como as ardósias, conhecidas popularmente como 'pedra mineira', muito utilizada como piso em piscinas, e alguns gnaisses exibem esses tipos de planos, que facilitam o corte nos trabalhos de cantaria.



FIGURA 8. As dobras revelam a magnitude das deformações ocorridas no passado geológico (a). A cena (b), obtida por satélite, mostra a cadeia Sulaiman, no Paquistão, onde as camadas de rochas exibem dobras muito apertadas que, por sua vez, foram posteriormente deslocadas por falhamento.

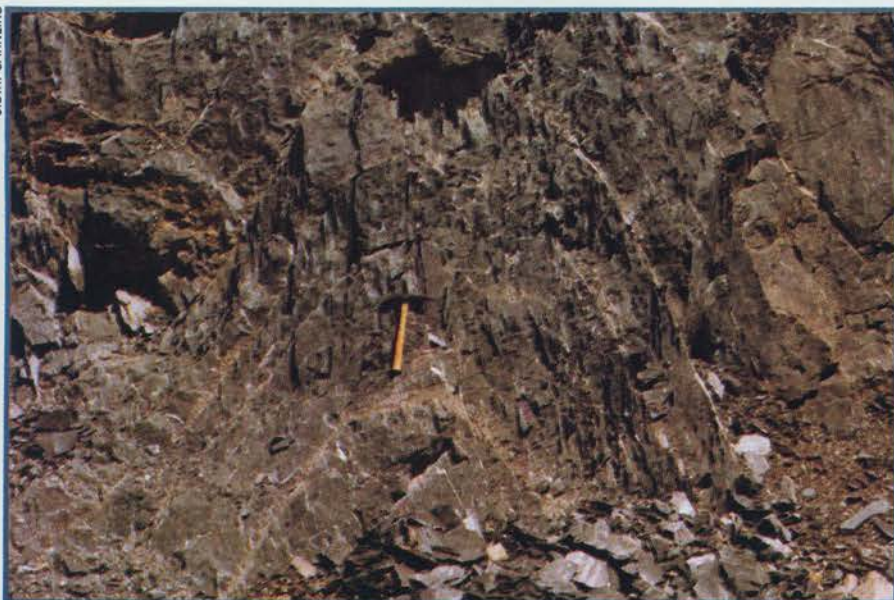


FIGURA 9. Dobras podem exibir superfícies de foliação paralelas a seu plano de simetria (plano axial), que neste caso é vertical.

O desenvolvimento de foliação numa rocha pode ocorrer sem associação direta a dobramentos, como no caso das zonas de cisalhamento (ZC). Este tipo de estrutura passou a ser mais intensamente estudado a partir dos anos 70, quando se demonstrou que a deformação por cisalhamento simples é um mecanismo capaz de explicar satisfatoriamente muitas feições da crosta terrestre. As ZC afetam os mais diferentes tipos de rochas, dando origem aos chamados milonitos, que são rochas das quais derivaram. O estiramento tende a provo-

car essa diminuição de tamanho e o formato alongado dos cristais, favorecido pela alta plasticidade da rocha sob condições de temperatura e pressão elevadas.

As zonas de cisalhamento são reconhecidas pela foliação muito bem marcada, que se atenua de forma curva na porção menos deformada da rocha, e pela presença de incontáveis linhas paralelas entre si, que formam a chamada lineação de estiramento (figura 10). Para reconhecer esse tipo de lineação, basta identificar marcadores como cristais ou grãos minerais orien-

tados na direção do movimento das massas, bem como cristais de formato anormalmente estreito e alongado, provocado pelo estiramento. A forma do elipsóide de deformação correspondente, neste caso, é alongada, à semelhança de um charuto (figura 5b). As dobras, foliações e lineações são estruturas características do domínio dútil da crosta.

Formadas a grandes profundidades, as zonas de cisalhamento atingem espessuras consideráveis (figura 11), podendo atravessar trechos muito longos, de até dezenas de quilômetros. Na sua parte superficial, recebem o nome de 'falhas rúpteis' (figura 7), e são formadas em condições de menor pressão confinante, onde predominam rochas denominadas 'brechas', cataclasitos e protomilonitos. Nas partes médias, devido ao peso das camadas superiores (pressão confinante maior), aparecem as brechas portadoras de cimento (coesivas). Em direção às partes profundas das ZC, as rochas típicas dessas 'falhas dúcteis' são na maior parte portadoras de foliação, recebendo o nome de milonitos.

Tem sido demonstrado que as zonas de cisalhamento, além de movimentarem grandes porções da crosta ao longo de distâncias que podem ultrapassar cem quilômetros, possibilitam a ação de mecanismos de migração e formação de jazidas de ouro, além da concentração de outros metais. No Brasil, os melhores exemplos são as jazidas de Fazenda Brasileiro (Bahia), em exploração pela Companhia Vale do Rio Doce, e de Morro Velho (Minas Gerais), de propriedade da Companhia Anglo-América.



FIGURA 10. Milonito portador de lineações de estiramento, encontrado em zona de cisalhamento que afetou rocha granítica.

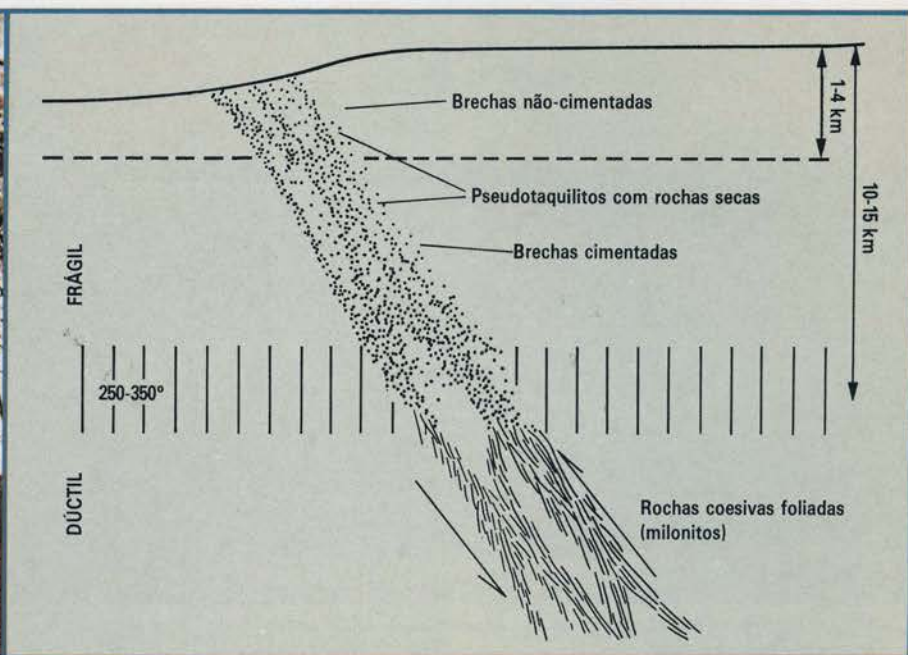


FIGURA 11. Esquema geral de distribuição, na crosta, de falhas rúpteis, e sua passagem, em profundidade, para as falhas dúcteis. As zonas de cisalhamento afetam extensas áreas, deslocando massas rochosas ao longo de dezenas ou centenas de quilômetros.

Os ensaios de laboratório

Quando, no final do séc. XVIII, o famoso naturalista escocês James Hutton (1726-1797) recebeu uma amostra de rocha que havia sido submetida a elevadas temperaturas dentro de um forno, não acreditou que ela fosse verdadeira. Afinal, a natureza se afigurava tão grandiosa que nenhuma 'reprodução em laboratório' seria digna de confiança. Naquela época tinha início a busca de decifração dos registros fragmentários da história da Terra, em que as observações de campo se contrapunham a idéias surgidas nos séculos anteriores, baseadas quase que exclusivamente em especulações filosóficas (ver 'Como as montanhas se formam').

Com o decorrer do tempo, constatou-se que alguns processos geológicos não poderiam ser compreendidos sem o auxílio de técnicas experimentais. Da mesma forma que os petrólogos precisavam de experimentos para entender os processos de equilíbrio e a transformação dos minerais sob condições físicas variáveis, os geólogos estruturalistas precisavam de experimentos para entender os mecanismos de deformação de rochas antes 'enterradas' a mais de 40 km de profundidade e que hoje, devido ao dinamismo da crosta, encontram-se na superfície.

A investigação das rochas deformadas e de suas propriedades interessa às atividades humanas que dependem de escavações (minas subterrâneas, pedreiras, fundações de edifícios, túneis etc.), ou que podem ser afetadas por terremotos. Trabalhos de ex-

ploração mineral também dependem diretamente de conhecimentos sobre deformação natural das rochas. Paralelamente ao desenvolvimento dessas atividades, os primeiros experimentos com deformação iniciaram-se praticamente neste século, acentuando-se a partir dos anos 50. Sua finalidade é controlar uma série de parâmetros físicos, com o objetivo de reproduzir estruturas análogas àquelas que se observam em rochas naturalmente deformadas.

Uma enorme variedade de experimentos é utilizada em diversos laboratórios do mundo. No Brasil, os laboratórios mais bem instalados estão no Cenpes (Centro de Pesquisas Leopoldo A. Miguez de Mello), da Petrobrás, no Rio de Janeiro, e no IPT, em São Paulo. O primeiro tem o objetivo principal de modelar aspectos decorrentes da tectônica de bacias e o segundo tem aplicações centradas no campo da engenharia e da mecânica das rochas (estudo da resistência das rochas à deformação e ao escoamento).

A modelagem computacional vem recebendo progressivos impulsos, especialmente à medida que equipamentos computacionais de maior capacidade de memória e rapidez de processamento se tornam disponíveis. Concentrados nas deformações dúcteis (contínuas), os modelos são elaborados e exibidos através de simulações na tela do computador, blocos-diagramas e outros desenhos. As possibilidades de simulação são indefinidamente variadas, pois os computadores podem fazer aproximações muito coerentes com o quadro natural de deformação de pacotes rochosos: simulam-

se camadas de diferentes espessuras, sob variadas velocidades de deformação ou na presença de fluidos. Como se sabe, todos esses fatores interferem no produto final da deformação. Convém ressaltar que no Brasil os trabalhos de modelagem computacional acham-se ainda num estágio muito preliminar.

O equipamento construído no Cenpes para modelagem física permite reproduzir as condições da parte superior da crosta terrestre (figura 12), através do emprego de materiais como areia, por exemplo. As condições dúcteis da parte inferior da crosta, por sua vez, podem ser simuladas com uma camada de silicone. O manto terrestre (espessa camada que separa a crosta do núcleo) tem sido modelado com mel de abelha, disposto em uma caixa com grossas paredes de acrílico. Sistemas de esforços aplicados por meio de pistões, nas paredes laterais da caixa, permitem simular afastamentos ou colisões entre placas tectônicas, nas quais se desenvolvem feições de tamanho menor, como bacias sedimentares. O fator tempo tem sido simulado, embora de modo imperfeito, através de pequenos incrementos (pulsos) no movimento dos pistões. Sistemas fotográficos especialmente projetados permitem registrar os sucessivos incrementos de deformação.

Nos laboratórios que tratam de mecânica de deformação de rochas, estudam-se principalmente deformações rúpteis e deslocamentos de massas rochosas sob condições naturais, como a abertura de túneis e galerias subterrâneas. Nas minas de sal de Sergipe, o IPT realizou estudos sobre

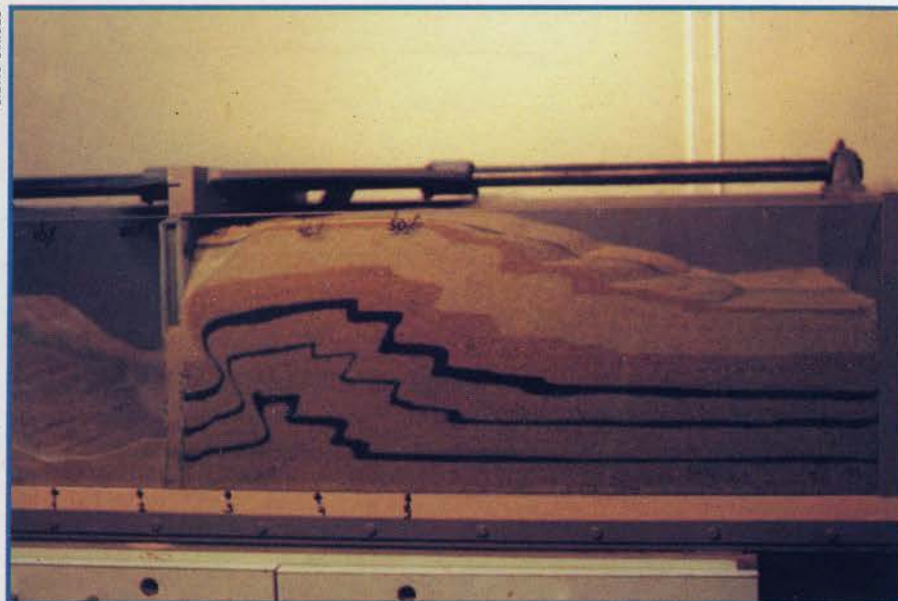


FIGURA 12. Ensaio de simulação dos efeitos da compressão horizontal de camadas de rochas, no laboratório de modelagem física do Cnpes.

comportamento elasto-plástico, muito comuns nesse tipo de rochas, mesmo sob condições de pressão e temperatura ambientes. Dois tipos de sistemas experimentais podem ser destacados: o sistema de eixo simétrico (ensaios uni e triaxiais) e o sistema por cisalhamento simples.

Os ensaios mais comumente usados são os do tipo eixo simétrico, no qual uma tensão é aplicada verticalmente por meio de prensas do tipo universal ou dispositivos que usam uma amostra de rocha em forma de cilindro. Em aplicações no campo da engenharia, os lados da amostra ficam livres, ou seja, submetidos a condições ambientais de pressão. Esse tipo de ensaio é chamado 'de compressão axial'.

Quando se deseja estudar a deformação das rochas para entendê-las num contexto geológico regional, o sistema de eixo simétrico é do tipo triaxial. Neste caso, além da força dirigida na vertical, a parte lateral da amostra sofre a ação de forças introduzidas por um fluido que atua como pressão

Como as montanhas se formam

As montanhas sempre transmitiram uma sensação de tranquilidade secular e imutável. Os geólogos, porém, têm por elas um fascínio especial, pois conhecem os lentos fenômenos que alteram a paisagem e que são capazes de arrasar por completo uma imensa cordilheira de montanhas ao longo de algumas dezenas de milhões de anos. O professor francês M. Mattauer, grande especialista em efeitos da deformação natural de rochas, afirmou em seus escritos que "o geólogo, ao ver uma montanha, sente a mesma profundidade insondável que o astrônomo ao contemplar uma estrela".

Nos últimos três séculos, diversos estudiosos tentaram explicar não só *quando* e *onde* surgiram as montanhas, mas também *como* e *por que* elas se formaram. Já em 1668, Descartes relacionava a formação das cadeias de montanhas à idéia de contração da Terra, em virtude do resfriamento interno, que enrugaria sua superfície à semelhança de uma casca de maçã, quando a fruta se desidrata.

É comum a geologia ser associada, no seu surgimento como ciência, aos trabalhos de James Hutton, particularmente ao livro *Theory of Earth*, publicado em 1785. Aquela obra introduz o conceito de que os processos geológicos atuais devem explicar a história da Terra no passado, continuando a moldá-la em direção ao futuro.

Teorias que procuravam explicar pelo Dilúvio a presença de fósseis de animais marinhos no interior das camadas sedimentares do alto das montanhas foram progressivamente abandonadas com o avanço dos conhecimentos científicos. Elas deram lugar a hipóteses que procuram vincular a formação das montanhas ao soerguimento isostático (movimentos de sobe-e-desce das montanhas e continentes) ou a pressões laterais (movimentos horizontais).

A idéia de grandes depressões preenchidas por rochas sedimentares e posteriormente deformadas evoluiu, ainda no século passado, para dar corpo à teoria geossinclinal, introduzida por James Hall e James Dana. Essa teoria inaugurou um novo período no entendimento da formação das montanhas. Os fósseis também ganhavam outra

conotação, como na explicação simples e direta de Charles Darwin: "O fato de os restos de fósseis de cada formação serem, até certo ponto, de caráter intermediário entre os fósseis nas formações [rochosas] que ficam acima e abaixo é simplesmente explicado pela sua posição intermediária na cadeia da evolução."

A exploração intensiva do planeta, num trabalho cada vez mais detalhado e sistemático, empregou desde satélites artificiais até investigações sobre o fundo dos oceanos. Isso acrescentou novos dados e questionamentos sobre as teorias existentes. Faltava um mecanismo que proporcionasse uma visão mais global de todo esse processo, finalmente alcançado com a teoria da tectônica de placas, e por sua sucessora, a moderna tectônica global, que descreve o nascimento de uma montanha a partir da compressão horizontal resultante do encontro de duas ou mais placas. Estas seriam formadas pela crosta terrestre e pela parte superior do manto (litosfera). As evidências nesse sentido são numerosas e espalhadas por todos os cantos do planeta.

A diversidade das cadeias montanhosas existentes foi sendo paulatinamente reconhecida. O estudo de suas características, por diferentes motivos, passou a empolgar um número grande de estudiosos, com as seguintes aplicações diretas: (1) previsão de eventos sísmicos e vulcânicos e determinação da estabilidade tectônica das regiões, particularmente aquelas situadas nas zonas sísmicas e cinturões vulcânicos atuais; (2) estabilidade tectônica de regiões afastadas dessas cadeias que ainda mostram eventos sísmicos, menos intensos ou mais esparsos no tempo, como o caso do Brasil, situado no interior da placa sul-americana; (3) prospecção de minérios e localização de novas jazidas minerais, a partir do conhecimento adquirido sobre a evolução antiga das várias partes dos continentes e assoalho oceânico; (4) localização de novas reservas de petróleo e gás natural; (5) aproveitamento de reservatórios naturais de fluidos geotermiais, que são principalmente águas aquecidas por influência do calor emanado do interior da Terra.

Ciência em dia

Dando continuidade à seção Ciência em dia, inaugurada na edição de setembro, apresentamos aqui a cobertura de mais alguns encontros ocorridos durante os meses de setembro, outubro e novembro.

CHAGAS: AINDA UM MAL

Cerca de 500 pesquisadores participaram da XVIII Reunião Anual de Pesquisa Básica em Doença de Chagas, de 5 a 7 de novembro, em Caxambu (MG), na qual foram apresentadas sete conferências, dez mesas-redondas e 270 comunicações. Evento brasileiro na área biomédica mais divulgado no exterior, a reunião contou com 67 pesquisadores estrangeiros, 55 dos quais inscritos com recursos próprios. Segundo seus organizadores, Renato A. Mortara, da Escola Paulista de Medicina, e Ises Abrahamsohn, do Instituto de Ciências Biomédicas da USP, o encontro consolidou-se como evento científico de caráter internacional, destacando-se como um dos mais importantes dos últimos anos, seja pelo expressivo número de participantes, seja pelo alto nível dos trabalhos apresentados. Publicamos a seguir os principais temas debatidos na reunião, que atualmente não se restringe à pesquisa básica em Chagas, mas também em leishmaniose.

CHAGAS: AINDA UM MAL	1
XVII Reunião Anual de Pesquisa Básica em Doença de Chagas	
POLÍMEROS EM ALTA	3
I Congresso Brasileiro de Polímeros	
ELUCIDANDO O PASSADO	5
VI Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira	
TOXICOLOGIA EM DEBATE	7
VII Congresso Brasileiro de Toxicologia	
AVANÇOS EM EPILEPSIA	10
XIX Congresso Internacional de Epilepsia	
QUÍMICA EM FOCO	14
XXXI Congresso Brasileiro de Química	

Controle dos focos vetoriais

O Brasil é o país que reúne o maior número de chagásicos do mundo: aproximadamente sete milhões de portadores e cerca de 25 milhões em risco de contrai-la. Segundo dados oficiais, a metade dos municípios brasileiros tem pelo menos uma espécie de barbeiro (triatomíneo responsável pela transmissão da doença). Embora se conheçam nas Américas mais de uma centena de vetores do *Trypanosoma cruzi* (agente etiológico), no Brasil o *Triatoma infestans*, espécie domiciliar no país, conhecido como barbeiro, é o principal responsável por sua transmissão vetorial.

Durante o período em que o Ministério da Saúde fez campanhas de erradicação do barbeiro, empregando inseticidas de ação residual, foi possível reduzi-lo sensivelmente na maioria das regiões endêmicas do país. Ao final das campanhas, centenas de municípios saíram da fase de ataque ao inseto para a de vigilância. Apesar disso, na mesa-redonda sobre o tema vetores, a pesquisadora Liléia Diotaiuti, do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG, criticou a forma de atuação da Fundação Nacional de Saúde, que, ao incorporar a Sucam e outros órgãos do ministério, desativou parcialmente o sistema de vigilância contra Chagas, desviando guardas sanitários para o combate de outras endemias. Crescem, assim, segundo ela, as possibilidades de retorno do barbeiro aos domicílios.

Chagas por transfusão

Com a sensível redução dos focos vetoriais, atualmente a transmissão da doença de Chagas ocorre em maior escala por via sanguínea. É importante salientar que o espectro de suas formas clínicas é bastante amplo, indo da forma branda à severa, podendo essa última ser letal. Calcula-se hoje que 60% dos chagásicos apresentem a forma crônica da doença. Por serem portadores aparentemente sadios, são eles que, na maioria das vezes, disseminam a doença através da transfusão sanguínea. Além disso, a maioria dos bancos de sangue não faz um controle estrito dos doadores. Há quatro anos, estimava-se que cerca de dez mil novos casos de chagásicos ocorriam anualmente no Brasil por transfusão sanguínea, principalmente em São Paulo, por decorrência da migração de pessoas das regiões endêmicas. Esse quadro melhorou com o surgimento da AIDS, quando passou a haver maior controle do sangue e seus derivados.

T. Cruzi, parasita inteligente

‘Mecanismo de ruptura do fagolisossoma pelo *Trypanosoma cruzi*’ foi o tema da conferência apresentada por Norma Andrews, atualmente na Universidade de Yale (EUA). Ela esclareceu uma dúvida que vinha intrigando os pesquisadores: como o *Trypanosoma* se libera do fagolisossoma, estrutura na qual o parasita fica preso

quando penetra na célula. Norma Andrews mostrou que o *T. cruzi* dispõe de mecanismos inteligentes capazes de burlar o sistema imunológico, escravizando a célula hospedeira e utilizando-a como meio para sua multiplicação. Ao investigar sua liberação do fagolisossoma e posterior multiplicação dentro da célula, ela demonstrou que esse mecanismo ocorre pela provável secreção de uma enzima capaz de destruir a membrana do fagolisossoma. A descoberta esclarece o mecanismo de interação do parasita com a célula, sua liberação do fagolisossoma e posterior multiplicação.

Chagas, doença auto-imune?

A mesa-redonda 'Imunologia celular em doença de Chagas', coordenada por Antoniana Krettl, da Fiocruz (MG), enfocou sobretudo a crescente convicção entre os cientistas sobre o caráter auto-imune da doença de Chagas. Doenças desse tipo caracterizam-se por um desvio de função da resposta imune, que em vez de atacar apenas os parasitas invasores passa a destruir também o tecido do hospedeiro. Ao tratar dos resultados de experiências de implantes de coração de camundongos saudáveis em orelhas de camundongos chagásicos crônicos, o pesquisador Ricardo R. dos Santos, da Fiocruz (RJ), mostrou que os corações implantados são rejeitados pelos linfócitos T do animal receptor. Isso, segundo ele, constitui forte evidência de que as células realmente agredem o tecido cardíaco, confirmando a existência de uma resposta auto-imune.

A partir dessa constatação, abrem-se perspectivas no sentido de avaliar se o tratamento específico, ao destruir os parasitas, interfere na resposta imune, beneficiando ou não o hospedeiro. Segundo Krettl, o fenômeno da auto-agressão na doença de Chagas por certo influirá nos projetos que visam a obtenção de uma vacina contra o parasita.

Novas técnicas de diagnóstico

Os novos métodos de imunologia e biologia molecular na detecção dos parasitas causadores da leishmaniose e da doença de Chagas foram debatidos na mesa-redonda que tratou das técnicas modernas para o diagnóstico das duas doenças. O pesquisador Win Degraeve, da Fiocruz (RJ), mostrou que já estão sendo usadas em caráter experimental sondas moleculares que permitem detectar parasitas em número muito pequeno no sangue, abrindo uma pers-



Figura 3. Formas sanguíneas de *T. cruzi*.

pectiva importante para o diagnóstico parasitológico da doença de Chagas. O cientista Douglas Barker, da Universidade de Cambridge (EUA), falou sobre o uso dessas sondas para o diagnóstico da leishmaniose. Nesse caso, as sondas já estão padronizadas e constituem um meio eficaz de diagnóstico clínico em seres humanos. Em ambos os casos, emprega-se a técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR): através de sondas que reconhecem o ADN de cada um desses parasitas, amplificam-se os sinais capazes de identificá-los. Os métodos empregados atualmente no diagnóstico de Chagas têm-se mostrado precários, principalmente para os pacientes que apresentam a forma crônica da doença. A técnica PCR tem boas chances de funcionar como um eficiente método diagnóstico complementar.

Peptídeos recombinantes

Ao falar sobre caracterização molecular de proteínas do *T. cruzi*, o pesquisador Samuel Goldemberg, da Fiocruz (RJ), destacou a tentativa de se substituírem antígenos complexos — principalmente frações subcelulares do parasita — por peptídeos sintéticos obtidos por engenharia genética. Denominados recombinantes, esses peptídeos apresentam uma sequência de aminoácidos conhecida e podem ser muito específicos, agindo como antígenos importantes no diagnóstico de doenças parasitárias, sobretudo a doença de Chagas.

Citoesqueleto e endocitose

Sistema de microtúbulos característico de tripanossomatídeos, o citoesqueleto é muito importante na manutenção da forma do parasita e em sua diferenciação. Por isso,

tem crescido o interesse em investigar como é esse citoesqueleto, de que ele se compõe e qual seu papel na morfogênese. Trabalhos recentes mostram que ele pode também ser um importante alvo nas pesquisas quimioterápicas.

Quimioterapia: estratégias

Depois de fazer uma revisão sobre a atual produção de drogas contra a doença de Chagas, Zigman Brener, da Fiocruz (MG), concluiu que o único medicamento hoje existente no mercado não pode ser descartado, pois, apesar de apresentar efeitos colaterais diversos, tem indicação formal para o tratamento de casos agudos. Como a indústria farmacêutica não está interessada em investir grandes quantias de dinheiro no desenvolvimento de novas drogas, apontam-se duas estratégias alternativas. A primeira delas, voltada para delinear medicamentos que possam afetar alvos muito específicos do parasita, foi apresentada por Wim G. Hol, da Universidade de Groningen (Holanda). Utilizando modelos estruturais desenvolvidos com o auxílio de computadores de última geração, Hol chegou a moléculas que eventualmente podem atacar alvos muito específicos do *Trypanosoma*. Embora seja voltada para o estudo do *T. brucei*, causador da doença do sono, a estratégia pode ser usada também para o *T. cruzi*.

Outro estudo abordado foi a tentativa de identificar entre as drogas que já estão no mercado aquelas que fortuitamente sejam ativas também para Chagas. Julio Urbina, da Universidade da Venezuela, apresentou um trabalho que investiga se fungicidas sistêmicos, usados no tratamento de doenças causadas por fungos, também se mostram ativos no combate ao *T. cruzi*. Esses me-

dicamentos podem vir a ser testados em pacientes chagásicos.

Chagas e transplantes cardíacos

Além dos trabalhos em pesquisa básica nas áreas de biologia molecular, imunologia, patologia e parasitologia, a XVIII Reunião buscou uma interface com a pesquisa aplicada, abordando os resultados dos transplantes cardíacos em chagásicos. Quando se considera que 30% dos cinco milhões de chagásicos brasileiros estão sujeitos a cardiopatias, às vezes graves, o transplante do coração aparece como alternativa para casos terminais. Ao abordar os problemas dos transplantes cardíacos realizados no Instituto do Coração, em São Paulo, o cirurgião Noedir Stolf falou sobre a ação das drogas imunossupressivas usadas para evitar a rejeição do órgão transplantado. Segundo Stolf, embora o sucesso dos transplantes tenha aumentado com o advento dessas drogas, no caso de chagásicos crônicos há uma reagudização da doença. A razão é simples: no transplante cardíaco, a imunossupressão é necessária para evitar a rejeição do organismo ao órgão transplantado. Ao fazê-la, suprime-se o sistema imunológico, o que, no caso do paciente chagásico, dá aos parasitas em estado latente nos tecidos a oportunidade de se multiplicar e cair na corrente sangüínea, reativando a doença. Até o momento, as tentativas de realizar simultaneamente o transplante cardíaco e o tratamento da doença não têm produzido resultados animadores.

Leishmaniose e células T

Na mesa-redonda 'Imunologia celular em leishmaniose', enfocou-se principalmente a regulação e a função das células T na leishmaniose animal e os possíveis mecanismos de atuação dessas células na leishmaniose humana. O conhecimento da resposta imune celular foi considerado um importante tema de investigação, na medida em que pode ser útil nas pesquisas voltadas para o desenvolvimento de vacinas, atualmente uma das alternativas mais promissoras no controle da leishmaniose.

• Agradecemos a colaboração de Alvaro José Romanha, do Centro de Pesquisas René Rachou, Fiocruz (MG).

COBERTURA DE MARISE MUNIZ E ROBERTO CARVALHO

CIÊNCIA HOJE, BELO HORIZONTE

POLÍMEROS EM ALTA



A pesquisa em polímeros é recente no Brasil. Data de apenas 15 anos, quando foi iniciada de forma pioneira no país pelo Instituto de Macromoléculas da UFRJ.

Mesmo relativamente nova, os avanços obtidos até agora com polímeros (compostos formados por sucessivas aglomerações de moléculas fundamentais) já comprovam que os investimentos dos últimos oito anos na formação de recursos humanos não foram em vão.

A avaliação dos especialistas é das mais otimistas: a área deve se expandir, seguindo a tendência mundial. Para impulsionar esse processo, diagnosticam eles, faltam verbas e uma indústria que participe de projetos conjuntos com as universidades, duas condições básicas e comuns a quase todos os setores de ponta. Segundo Sebastião Canevarolo, do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, as "indústrias brasileiras se limitam ainda à adaptação de processos e materiais".

Para discutir essas entre outras questões, mais de mil especialistas — físicos, químicos e engenheiros de materiais — se reuniram em São Paulo, entre 5 e 7 de novembro, no I Congresso Brasileiro de Polímeros, que contou com cerca de 180 trabalhos. Durante o evento, a Associação Brasileira de Polímeros (ABPOL) lançou o primeiro número da revista Polímeros — Ciência e Tecnologia. Relatamos abaixo alguns dos trabalhos do encontro.

Separação por membranas

Os processos de separação que utilizam membranas poliméricas já são considerados atualmente uma nova e promissora classe de processos de tecnologia química. Essas membranas agem como um tipo de barreira seletiva.

Uma das principais características desses novos processos é fazer separações sem que ocorram mudanças de fase. Isso os torna energeticamente mais vantajosos do que os processos térmicos tradicionais, como a destilação, evaporação, criogenia, entre outros.

Os processos de separação por membrana podem ser realizados a temperatura ambiente e permitem o fracionamento de substâncias termossensíveis. Essas propriedades fazem com que eles sejam largamente aplicados em setores da biotecnologia, da química fina, em indústrias farmacêuticas e alimentícias. Na área médica, a hemodiálise é um bom exemplo da aplicabilidade desses processos. A filtração das toxinas do sangue é feita por uma membrana seletiva, que cumpre parcialmente o papel do rim natural.

Ronaldo Nóbrega e Alberto Cláudio Habert são os responsáveis pelo Laboratório de Processos de Separação por Membranas e Polímeros da COPPE/UFRJ. Ao todo, o grupo apresentou sete trabalhos, abordando desde aspectos da síntese até a caracterização de membranas e suas aplicações.

Foram mostrados também resultados sobre o desenvolvimento de membranas planas microporosas em polissulfona e os primeiros dados obtidos com membranas na forma de fibra oca. Essas últimas, dependendo de suas características, podem ser empregadas em processos de micro e ultrafiltração, além de servir para o preparo de membranas compostas.

O fracionamento de misturas de etanol/água por pervaporação (método que separa misturas líquidas através de membranas poliméricas densas, seguido de evaporação) é mais uma importante aplicação dos processos de separação por membranas. Segundo Nóbrega e Habert, as membranas preparadas a partir de poliálcool vinílico, entre várias outras pesquisadas, foram as que apresentaram resultados mais promissores: partindo de uma mistura contendo 90% de etanol e 10% de água, obteve-se um permeado com cerca de 91% de água e 9% de etanol.

Na desalcoolização de soluções aquosas líquidas — um exemplo é a extração do etanol durante a fermentação —, foram utilizados polímeros especiais, os chamados hidrofó-

bicos. Nesse caso, o melhor desempenho foi o das membranas preparadas à base de silicone (polidimetil-siloxano) e com as de copolímero EVA (etileno-acetato de vinila).

Foram apresentados também trabalhos sobre a separação de fase em sistemas polímero/solvente/não-solvente e a sorção (fenômeno simultâneo de absorção e adsorção) de misturas binárias em polímeros.

Blendas poliméricas

Um bom exemplo dos benefícios que podem surgir de uma maior participação das indústrias nos projetos de pesquisa das universidades é a produção das chamadas blendas poliméricas (mistura de um ou mais polímeros). Elas são capazes de substituir, com vantagens de custo, desempenho e estética, materiais usados em carros, geladeiras, tênis etc.

A produção dessas misturas é mais barata que a dos copolímeros (polímeros formados por sucessivas aglomerações de duas moléculas fundamentais). A operacionalização das técnicas especiais empregadas em sua fabricação vem sendo alvo de interesse de vários pesquisadores no país. Os especialistas também vêm estudando a caracterização dos vários tipos de misturas e suas respectivas propriedades e, para isso, trabalham principalmente com matérias-primas produzidas no Brasil, como o polietileno, o poliestireno e o PVC.

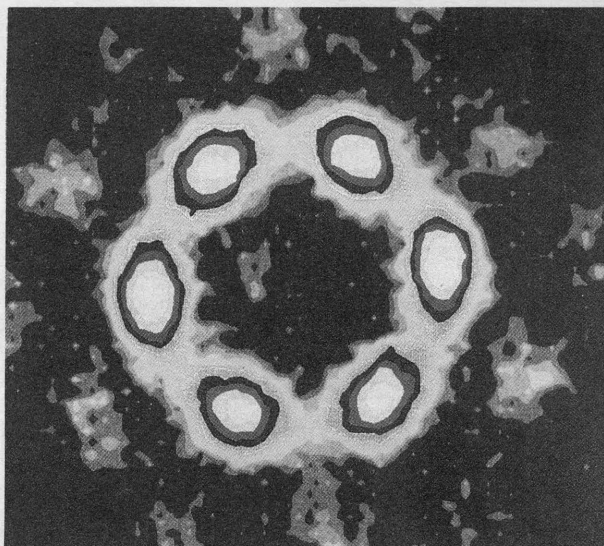
Na opinião de Sebastião Canevarolo, do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, a obtenção de resultados melhores depende ainda da definição de prioridades para a área e de mais recursos financeiros. Ele destaca a necessidade de um intenso intercâmbio internacional que coloque à disposição dos brasileiros o conhecimento básico que está fora do país.

Polímeros 'bombardeados'

Pesquisadores do Instituto de Física da UFRGS bombardearam com íons rápidos folhas finas de dois tipos de polímeros. O objetivo foi estudar que tipo de modificações esse bombardeio poderia causar nessas substâncias químicas.

Ao final, foram observadas modificações pronunciadas nas propriedades térmicas do polietileno tereftalato (PET) e do sulfeto de poliparafenileno (PPS), os polímeros bombardeados. As alterações foram associadas a dois fatores: mudanças na morfologia dos cristalitos e um aumento nas regiões desordenadas dos polímeros.

Ricardo Papaleo, Mara Rizzatti, Marco



EXTRAÍDO DA REVISTA SCIENCE, 22 DE FEVEREIRO DE 1991

Imagem de um copolímero obtida a partir de dispersão de nêutrons a ângulo pequeno

Araújo e Rogério Livi, autores do trabalho, usaram íons rápidos de $^1\text{H}^+$, $^4\text{He}^+$, $^{10}\text{B}^+$, $^{20}\text{Ne}^{++}$ e $^{40}\text{Ar}^{++}$ para o bombardeamento. Para cada íon e energia, existe uma dose crítica de radiação, abaixo da qual não há modificação significativa na estrutura química das cadeias poliméricas. Dentro desse intervalo de doses, o PET e o PPS podem ainda recristalizar.

Acredita-se que os chamados defeitos não-reativos, nos quais estão incluídas as perturbações puramente físicas, poderiam ser os responsáveis pelas alterações na estrutura cristalina. Já os defeitos reativos foram presenciados quando se ultrapassavam valores da dose crítica. Progressivamente, as cadeias poliméricas acabam perdendo a capacidade de recristalização.

Nova técnica para filmes

Um novo método de preparação e uma nova técnica de caracterização de filmes poliméricos foram apresentados pelo grupo de eletretos 'Professor Bernhard Gross' da USP (campus de São Carlos). Com esse trabalho, desenvolvido no próprio laboratório, o grupo conquistou independência na obtenção das amostras, além da possibilidade de controlar suas propriedades.

Segundo José Giacometti, um dos integrantes do grupo, essas amostras de filmes eram até então adquiridas de indústrias estrangeiras ou dependiam da colaboração com laboratórios do exterior. O grupo trabalhou com filmes poliméricos de polifluoreto de vinilideno (PVDF) e de seu copolímero P(VDF-TrFe).

A nova técnica foi desenvolvida originalmente para o estudo das propriedades elétricas dos filmes poliméricos. Ela usa o princípio da deposição de cargas elétricas, geradas por uma descarga elétrica especial (tipo corona), para carregar eletricamente o filme em estudo. Segundo Giacometti, a

nova técnica possibilita acompanhar os fenômenos físicos que se seguem ao processo de polarização.

Entre os polímeros estudados pelo grupo 'Bernhard Gross', aqueles altamente isolantes, como o Teflon FTE e o PVDF, apresentam propriedades ferroelétricas. O interesse da equipe está nas inúmeras aplicações tecnológicas dessas substâncias. Na eletrônica, esses polímeros já são empregados em circuitos integrados. Transdutores acústicos são exemplo de aplicação na medicina.

Configuração dos carbonos por RMN

Uma equipe do Departamento de Química da UFSCar usou dois tipos de Ressonância Magnética Nuclear (RMN) — a de hidrogênio (RMN^1H) e a de carbono 13 (RMN^{13}C) — para determinar as diferentes possibilidades de configuração de certos carbonos da cadeia do polímero PMMA comercial (polimetil-metacrilato).

Para cada diferente configuração dos carbonos na cadeia polimérica, a técnica de RMN responde com uma curva na forma de um pico. O percentual de cada uma dessas configurações (sindiotática, isotática e otática) pode ser obtido pelo cálculo da área abaixo dos picos.

Estudando o PMMA comercial, Carlos D'Alkaine, A. N. Spósito e A. G. Ferreira obtiveram os valores de 36% para a sindiotática, 31% para a isotática e 28% para a otática. Segundo as conclusões dos autores, foi possível, através da interpretação dos picos, confirmar os resultados encontrados na literatura.

COBERTURA DE VERA RITA COSTA E CARMEN WEINGRILL
CIÊNCIA HOJE, SÃO PAULO

ELUCIDANDO O PASSADO



A VI Reunião da Sociedade de Arqueologia Brasileira (SAB), que ocorreu de 23 a 28 de setembro na Universidade Estácio de Sá, no Rio de Janeiro, mostrou que a comunidade dos arqueólogos ainda é pequena. Fundada em 1980, a SAB conta hoje com 150 sócios efetivos. Entre eles, há aproximadamente 30 doutores, cerca de 60 mestres e um número predominante de estudantes de pós-graduação. Um quarto desses profissionais se formou nos últimos dois anos.

A composição desses quadros corresponde à oferta de cursos em arqueologia no país. Apenas uma universidade — a UNESA — tem um curso de graduação, e quatro instituições — USP, UFPE, UFRJ e PUC-RS — oferecem treinamento em nível de pós-graduação. Os projetos na área atravessam dificuldades financeiras e caminham em ritmo lento, exceto os que recebem apoio do exterior.

Trabalhos informais de sobrevivência caracterizam este período.

Apresentamos aqui um pequeno relato de alguns estudos em desenvolvimento na área.

Pesquisas na Amazônia

Dois ambiciosos projetos, de longa duração e coordenados por arqueólogos norte-americanos, dominam as pesquisas atuais na Amazônia. Um deles, denominado Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas na Bacia Amazônica (PRONAPABA), reúne arqueólogos de diferentes instituições brasileiras, sob a coordenação de Betty J. Meggers, do Instituto Smithsonian, Washington (EUA).

Meggers já defendia em trabalhos anteriores que as culturas mais desenvolvidas teriam vindo de fora e se degradado aqui, frente às limitações da floresta tropical. Há 15 anos o PRONAPABA prospecta as margens dos rios, buscando amostras das culturas da região, com o objetivo de estabelecer sua cronologia, distribuição e deslocamento. A grande massa de dados, datações e sítios tem retardado a publicação dos resultados.

O outro projeto, coordenado por Ana Roosevelt, do Museu Americano de História Natural, conta com o apoio do Museu Paraense Emílio Goeldi, e dedica-se a reescavar os sítios mais conhecidos da ilha de Marajó e de Santarém, partindo do pressuposto de que o ambiente não era tão limitante e de que as culturas são locais, mais ricas e antigas do que se tem afirmado por muito tempo. Tanto a reconstituição das plataformas de habitação dos tesos de Marajó feita por Roosevelt, como as suas datas de 10000 a.C. para um sambaqui e de 5000 a.C. para a cerâmica da região de Santarém, causaram grande impacto entre os arqueólogos. Roosevelt é autora de um polêmico livro sobre os construtores de aterros na ilha de Marajó.

Arqueologia histórica do período colonial

Ao lado da arqueologia pré-histórica, que busca reconstituir o modo de vida e a história das populações indígenas, cresce o estudo e a escavação de prédios ou inteiros assentamentos coloniais. Primeiro, foram as igrejas, as fortalezas, os palácios e fazendas, depois, as missões de diversas ordens religiosas, os quilombos e os antigos prédios coloniais. Geralmente tais trabalhos se destinam a restaurar, reconstruir, ou ao menos consolidar o bem em questão.

O Nordeste, o Sul e o Sudeste vêm se dedicando a estas atividades, para as quais estão se formando equipes especializadas.



Acima, o sambaqui da Balsina II (Imbituba, SC).

Ocupação do litoral atlântico

Embora muitos recursos tenham sido investidos no estudo dos sítios sambaquis por parte de importantes instituições de pesquisa, ainda não se tem uma visão clara do povoamento do litoral do Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul. Os esforços mais recentes buscaram distinguir as populações que viviam da apanha de moluscos daquelas predominantemente pescadoras e das que parecem estar evoluindo para o cultivo de plantas.

Um tema importante, no litoral de Santa Catarina e Paraná, é a tentativa de compreender como os grupos do planalto, antepassados dos Kaingang e dos Xokleng, se adaptaram ao litoral, produzindo sítios quase iguais aos dos grupos antigos, isto é, verdadeiros sambaquis.

Insiste-se atualmente na reconstituição precisa da forma como se deu o assentamento litorâneo, destacando as estruturas desses acampamentos ou aldeias e os espaços destinados à habitação, ao trabalho, à preparação de alimentos, à deposição dos mortos e à circulação. Este trabalho exige escavações, feitas com extremo cuidado, em superfícies amplas. É necessário também buscar os sítios permanentemente submersos onde se conservam materiais indispensáveis a esta reconstituição (por exemplo, fundos de cabana com suas esteiras, cestos, artefatos de madeira, fibras e sementes), bem como todo o acompanhamento funerário dos mortos.

Avanço para o Oeste

Irmhild Wüst, do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de Goiás, partiu para Mato Grosso com a idéia de reconstituir a origem e história dos índios Bororo, baseando-se em sua mitologia. A partir da localização de cem sítios arqueológicos em diferentes ambientes da bacia do rio São Lourenço, Wüst conseguiu mostrar como os povos, estabelecidos na área desde milênios a.C., transformaram-se em cultivadores e ceramistas no início da nossa era.

Ainda segundo seus estudos, esses agricultores, com grandes aldeias anulares que se tornaram demograficamente expressivas a partir do século VIII, teriam desembocado nos Bororo, grupo que só ficou conhecido no começo do século XVIII. Uma conclusão importante do trabalho é que populações com identidade étnica claramente marcada, como a dos Bororo, podem não ter tido uma origem simples. Ao contrário, sua formação poderia ser resultado de uma convergência de grupos étnicos muito diversos.

Arqueologia no Nordeste

A arqueologia mais divulgada no momento é certamente a do Nordeste, onde trabalham três importantes instituições: a Fundação do Homem Americano (FUNDHAM), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e o Museu Nacional da UFRJ.

A FUNDHAM, de São Raimundo Nonato (PI), sob a direção de Niède Guidon, tornou-se conhecida pelas datas avançadas com relação ao povoamento americano, pela tentativa de associar o homem à megafauna pleistocênica e pelo estudo dos numerosos abrigos com belas pinturas rupestres (ver 'Nas pegadas do homem americano', em *Ciência Hoje* n.º 69, p. 46).

O programa de mestrado em história da UFPE, coordenado por Maria Gabriela Martin Ávila, realiza trabalhos significativos em Pernambuco e Rio Grande do Norte, que procuram compreender os sítios de pinturas, fazendo salvamento arqueológico ao longo do rio São Francisco e recuperando a história colonial das missões religiosas.

Na Bahia, Maria da Conceição M.C. Beltrão tem surpreendido os arqueólogos, com inovadoras interpretações da arte rupestre e avançadíssimas datas para o povoamento da América.

FOTOS CEDIDAS POR PEDRO IGNACIO SCHMITZ



▲ Grandes petroglifos, gravados nos lajedos: figuras geométricas geralmente compostas à base do círculo, mais raramente pisadas de aves, de gatos e de homens. Muitas vezes estão ligadas entre si por longos sulcos, que se estendem por dezenas de metros.

Fotos da pesquisa do Pantanal Mato Grosso do Sul.

Petroglifos na proximidade de Corumbá.

Lajedos horizontais com petroglifos, ocupando centenas de metros quadrados. Limpando a área. ▶



Essas pesquisas imprimem à arqueologia do Nordeste uma razoável consistência na visão do desenvolvimento pré-histórico regional. No ritmo que seguem, com a quantidade e qualidade dos sítios e os recursos manejados, poderão se tornar destaque dentro do panorama brasileiro. As datas muito antigas, que exigem confirmação, e as interpretações da arte rupestre em termos calendáricos e astronômicos ainda são pontos controversos.

Pré-história no Pantanal

O Instituto Anchieta de Pesquisa (IAP), a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMG) e a Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) realizaram conjuntamente, sob a coordenação de Pedro Ignácio Schmitz, do IAP, um projeto

marcadamente ecológico no Mato Grosso do Sul para estudar a instalação indígena pré-histórica no árduo ambiente do Pantanal.

O estudo das populações iniciais, ao redor de Corumbá, mostra que as áreas sujeitas a enchentes anuais estão pontilhadas de aterros indígenas, os mais antigos — milênios a.C. — sem cerâmica, e os mais recentes — até o primeiro milênio d.C. — com cerâmica. Como a região, próxima a áreas alagadiças, apresenta um sistema de morros florestados, ela teria possibilitado a instalação ou passagem de grupos provenientes do Chaco, da Amazônia e até do Sul, cujos descendentes hoje sobrevivem nas reservas do Estado.

* Colaborou Pedro Ignacio Schmitz, do Instituto Anchieta de Pesquisas, RS.

TOXICOLOGIA EM DEBATE



Com cerca de mil participantes e 187 trabalhos inscritos, o VII Congresso Brasileiro de Toxicologia, realizado de 19 a 25 de outubro no campus da Universidade Federal Fluminense (UFF), abordou temas de interesse atual, como o impacto de substâncias químicas no ambiente e das toxinas em alimentos, a toxicologia veterinária, reprodutiva e ocupacional, entre outros. Saber como uma substância, seja medicamento ou aditivo químico, vai se comportar no organismo ou no ambiente, identificar os riscos que apresenta antes de ser lançada no mercado e qual o seu grau de eficiência são algumas das várias questões levantadas por uma área relativamente nova — a toxicologia prospectiva — que procura, a partir desses estudos, evitar catástrofes como a provocada pela talidomida na década de 1960. Alguns desses tópicos são discutidos a seguir.

Acidentes com falsos raticidas

O uso indevido do herbicida 'Aldicarb' como raticida tem causado um grande número de intoxicações no Rio de Janeiro e Niterói, chegando a ser letal em alguns casos. Acidentes provocados por essa substância, conhecida como 'chumbinho terrível', têm sido atendidos no Centro de Controle de Intoxicações do Hospital Antonio Pedro, Niterói, sob a supervisão de Luiz Querino de A. Caldas, da Faculdade de Farmácia e Administração Farmacêutica da UFF e presidente da comissão organizadora do VII Congresso Brasileiro de Toxicologia.

Só no ano passado, foram registrados naquele hospital 67 casos de intoxicação acidental ou intencional pelo produto, dez dos quais atendidos dentro dos parâmetros normais de tratamento para contaminação por carbamatos. Os 57 restantes foram classificados como casos de tratamento extremamente difícil, em que apareceu uma hiperglicemia, espécie de diabetes passageira que aumenta os valores normais de glicose sanguínea em até oito vezes. Caldas acredita que essa hiperglicemia possa estar relacionada ao coma apresentado por alguns pacientes intoxicados, mas, segundo ele, ainda não foi estudado um número de casos suficiente para uma correlação estatística.

Dentistas expostos ao mercúrio

Doses de mercúrio superiores a 10µg/l — limite de tolerância internacionalmente aceito — foram detectadas na urina dos professores da Faculdade de Odontologia de Araraquara (SP), que trabalham diretamente com o metal no preparo de amálgamas. Os dados foram apresentados por Paulo Eduardo de Toledo Salgado, do Departamento de Toxicologia da Unesp. Teores de mercúrio acima do limite de tolerância biológica foram também encontrados em mais de cem cirurgiões-dentistas que trabalham em consultórios de Araraquara e de algumas cidades vizinhas. Segundo Salgado, as exposições elevadas se devem ao tipo de técnica utilizada no preparo da amálgama e às condições de higiene e de tratamento dos resíduos no local de trabalho.

O mercúrio elementar ou metálico é de fácil volatilização em condições ambientais. Uma vez volatilizado, introduz-se rapidamente no organismo através das vias respiratórias, é absorvido na corrente sanguínea e distribuído para todos os tecidos mo-

les, atravessando a barreira hematoencefálica e atingindo o sistema nervoso. O mercúrio sofre então uma pequena biotransformação, passando para a forma ionizada. Com grande afinidade por determinadas estruturas orgânicas, o cátion forma ligações, provocando alterações no sistema nervoso. Além da ação neurotóxica, o mercúrio elementar também pode levar, a longo prazo, a uma ação necrotóxica, com comprometimento renal.

No início dos estudos, Salgado e seus colaboradores acreditavam que o mercúrio só oferecia risco em exposições elevadas. No entanto, o grupo localizou um trabalho do autor russo I.M. Trachtenberg, que caracterizou em 1969 uma síndrome de micromercurianismo, típica de indivíduos expostos a baixas concentrações de mercúrio. A sintomatologia é subjetiva, de difícil correlação com o agente tóxico por ser facilmente confundida com uma série de outras alterações do organismo, como irritabilidade, insônia, perda de apetite e de concentração. Entretanto, alguns sintomas são bem característicos, como um leve tremor nas extremidades.

Na opinião de Salgado, falta ao setor odontológico uma orientação de como trabalhar com o mercúrio, de forma a evitar o comprometimento da saúde desses profissionais: "Bastam apenas cuidados de atenção: como se trata de substância volátil, deve-se evitar manter frascos de mercúrio abertos e os resíduos devem ser coletados e guardados em recipientes vedados."

O pesquisador da Unesp está atualmente na fase final do acompanhamento de um determinado profissional durante alguns meses, que se dividiu em duas etapas: antes e depois de contato com mercúrio. Através dos exames de urina, foi possível observar que, durante a atividade inicial, a excreção de mercúrio pelo organismo oscila bastante. Isso confirma outros dados de pesquisa que mostram que a excreção de mercúrio pela urina somente adquire valores estáveis após pelo menos um ano de contato com o agente.

Herbicidas e plantas tóxicas

Embora conhecido como um dos herbicidas menos tóxicos, o ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), largamente utilizado em pastagens e culturas brasileiras de café, cana, soja, milho e outros cereais, tem apresentado efeitos adversos em mamíferos e até no homem. Experiências feitas por

Célia Aparecida Paulino, da Seção de Toxicologia do Instituto Biológico (SP), indicam que alguns dos efeitos tóxicos induzidos pelo herbicida parecem variar de acordo com a dose, o tempo de exposição e a espécie animal envolvida. Esses resultados foram apresentados durante a mesa-redonda, coordenada por João Palermo Neto, diretor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP, que discutiu aspectos de toxicologia veterinária relacionados à contaminação de animais por pesticidas e plantas naturalmente tóxicas.

A pesquisa com o 2,4-D vem sendo desenvolvida há três anos em ratos de laboratório e em bovinos nas pastagens. Os animais foram intoxicados de forma aguda com diferentes doses do pesticida. Os ratos também receberam doses muito pequenas do 2,4-D, de forma prolongada e crônica.

Alguns efeitos clínicos verificados nas experiências de Paulino coincidiram com os de outros trabalhos relatados na literatura: o 2,4-D provoca depressão e fraqueza muscular dos membros posteriores do animal. Outras características, no entanto, mostraram-se diferentes das descritas até então. Após 96 horas de administração do herbicida, os bovinos apresentaram diminuição muito intensa dos movimentos ruminais e uma alteração da função renal caracterizada pelo aumento dos níveis de uréia. Registrou-se também leve diminuição de peso e salivação em alguns animais. Oito dias depois, a reavaliação clínica dos animais mostrou que estavam em condições normais, alimentando-se como de costume.

“Ao contrário dos bovinos, os ratos não apresentaram reversibilidade dos efeitos clínicos e alguns deles chegaram a morrer, o que não ocorreu nos bovinos mesmo em casos graves”, informa Paulino. Nos ratos, houve alteração hepática muito intensa, caracterizada pelo aumento de algumas enzimas, o que não foi verificado em bovinos. “No entanto, o principal efeito relacionado à diferença da espécie animal é nos níveis de glicose”, observa. Enquanto os ratos intoxicados apresentaram hipoglicemia, os bovinos tiveram hiperglicemia. Segundo Paulino, isso se deve, provavelmente, à ocorrência de variação no metabolismo de carboidratos, mas o local em que o 2,4-D estaria agindo para provocar essa alteração ainda é desconhecido.

Os testes prolongados e crônicos nos ratos indicaram, ao contrário do que se conhece pela literatura, uma persistência do 2,4-D na circulação dos animais intoxicados durante seis meses, além de algumas alterações nas funções hepática e muscular.

Toxicologia do β -mirceno

Substância analgésica encontrada em grande concentração no óleo essencial do capim-limão (*Cymbopogon citratus*) e em uma série de outras plantas, o β -mirceno vem sendo estudado pelo grupo de Francisco Paumgartten, chefe do Departamento de Farmacologia do Instituto Nacional de Controle de Qualidade e Saúde (INCQS) da Fiocruz, para avaliar os possíveis riscos de seu uso como medicamento. É a primeira vez que uma droga é testada inteiramente no Brasil, seguindo os estudos pré-clínicos e clínicos recomendados pelas diretrizes da Comunidade Econômica Européia.

Entre os estudos pré-clínicos, já foram concluídos os testes de toxicidade aguda, reprodutiva (efeitos tóxicos sobre a fertilidade e malformação congênita), farmacocinética (como a droga é metabolizada, absorvida e eliminada pelo organismo), genotoxicidade (se provoca deformação do material genético) e efeitos neurocomportamentais. De acordo com as experiências feitas em animais, o β -mirceno não é mutagênico nem teratogênico, embora apresente alguns efeitos tóxicos em doses extremamente altas.

A meta de Paumgartten é iniciar os testes clínicos em seres humanos a partir de 1993. Uma dose única da droga deve ser administrada em voluntários para verificar sua capacidade analgésica e testar eventuais efeitos adversos que tenham passado despercebidos nos estudos pré-clínicos.

Segundo o farmacologista da Fiocruz, a importância de levar a cabo um estudo abrangente e multidisciplinar como o do mirceno é a formação de pessoal numa área para a qual ainda não há competência no Brasil. Na sua opinião, o papel do toxicologista não é simplesmente indicar se um novo medicamento é tóxico ou não, mas dimensionar o real risco/segurança dos produtos que venham a ser desenvolvidos no país.

Febre de metais

Trabalhadores expostos constantemente à inalação de fumaças metálicas que contêm óxidos de ferro, zinco ou manganês, como maçariqueiros e soldadores, costumam apresentar hipertermia (febre) de curta duração. Este fenômeno conhecido como ‘febre de metais’ pode estar relacionado, segundo Luiz Querino de A. Caldas, do Centro de Controle de Intoxicações da UFF, à liberação de substâncias como a ca-

quectina — também chamada Fator Necrotizante de Tumor (TNF) — ou neutrófilos.

Caldas acredita que a discussão de temas como esse, que abordam as questões ambientais e da saúde do trabalhador, são de grande importância no momento em que se prepara uma política de construção e reparo navais no estado do Rio de Janeiro.

Armas químicas e meio ambiente

O impacto ecológico das armas químicas, hoje presentes nos arsenais da maioria dos exércitos modernos, vem sendo estudado no Centro de Investigações Toxicológicas (CIT), de Buenos Aires (Argentina), por uma equipe coordenada por Carlos A. Gotelli. A pesquisa restringe-se às armas antivegetais e antianimais, capazes de provocar mudanças na configuração ambiental. Calcula-se que já foram desenvolvidas no mundo inteiro de 12 mil a 20 mil substâncias, 50 das quais comprovaram sua eficácia como armas mortíferas ou causadoras de danos graves.

O CIT assinalou, nas armas químicas estudadas, os compostos principais, a forma de uso e todos os fatores que poderiam influir na deposição e dissolução desses produtos na natureza, como as condições meteorológicas, a quantidade dos sais dissolvidos nas águas, o pH, a temperatura, a composição dos solos e a presença de acidentes geográficos, entre outros. Segundo Gotelli, as conclusões são ‘preventivas’. “A única experiência com que se pode trabalhar concretamente é a do Vietnã, onde o uso indiscriminado do agente laranja provocou a destruição massiva de vegetais”, afirma.

A partir dos testes experimentais feitos em laboratório, Gotelli conclui que, quando uma área vegetal, selva ou floresta, é devastada, pode haver recuperação após um certo tempo. No entanto, seu estudo indica que os vegetais que surgem na área degradada não são exatamente idênticos aos destruídos: constituem espécies regressivas. Isto significa que as novas formações não correspondem aos padrões das espécies eliminadas, apresentando dimensões menores e piores condições e qualidade. Segundo o pesquisador argentino, essa regressão representa um caminho inverso na escala evolutiva e provoca, paralelamente às alterações da vegetação, uma mudança na fauna local e em todo o ecossistema.

As estimativas indicam que são necessários vários anos para a recuperação de pas-

Bacia do Rio Paraíba do Sul



Figura 2-Índices de Geoacumulação

Cádmio
Zinco
Chumbo

--- Limite estadual
● Cidades principais

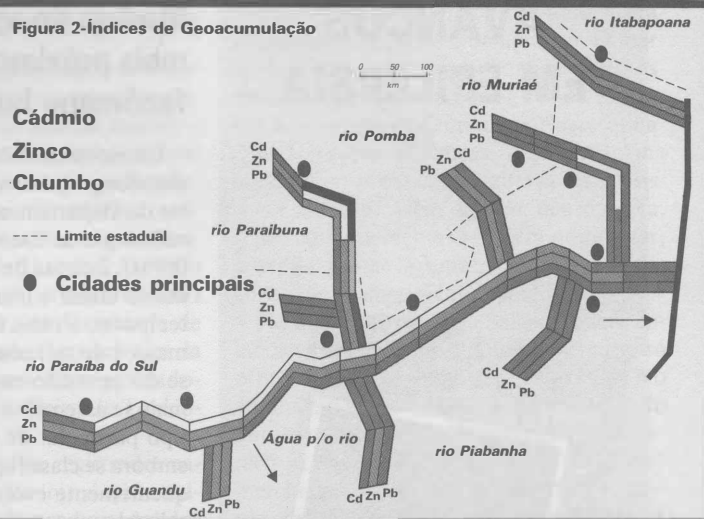


Figura 3-Índices de Geoacumulação

Ferro
Manganês
Cromo

--- Limite estadual
● Cidades principais

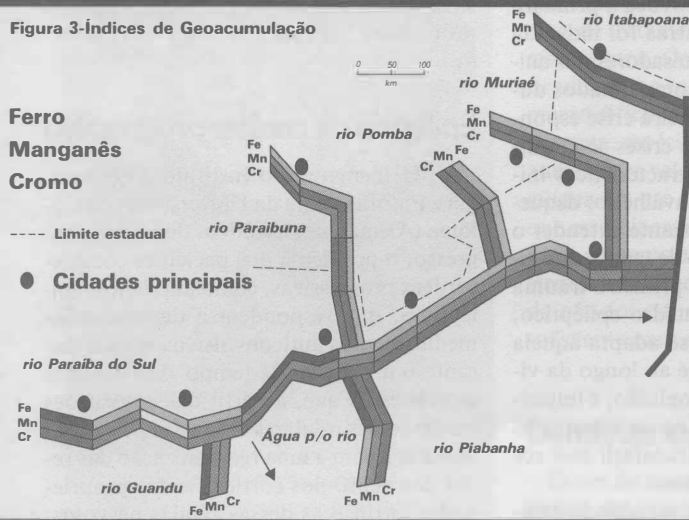
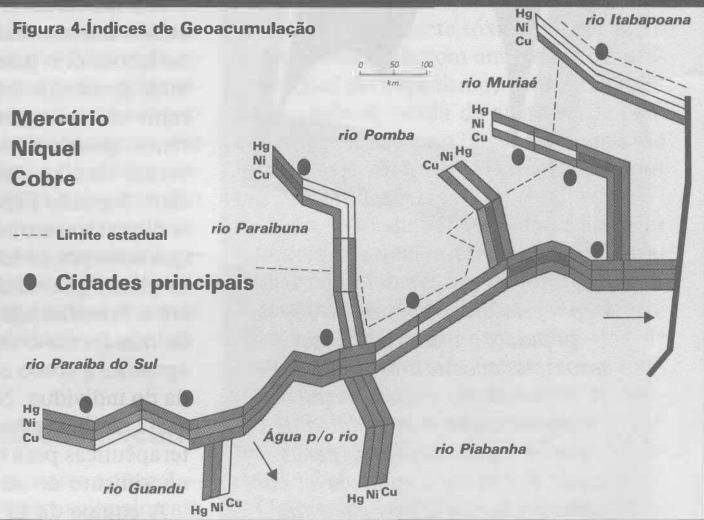


Figura 4-Índices de Geoacumulação

Mercurio
Níquel
Cobre

--- Limite estadual
● Cidades principais



CLASSIFICAÇÃO GEOQUÍMICA

Limpo a moderadamente poluído	Moderado a fortemente poluído	Forte a extremamente poluído
Não poluído	Moderadamente poluído	Fortemente poluído
		Extremamente poluído

tos, algumas décadas para o reaparecimento de plantas de 70 cm a 1,50 m e séculos para a reconstrução de bosques e florestas. “Se a essas perdas forem associados os danos sobre a fauna, sem contar os prejuízos sobre o homem, pode-se ter uma idéia do tamanho do impacto que as armas químicas provocam no meio ambiente”, alerta Gotelli.

Paraíba do Sul e metais pesados

Uma nova metodologia para o diagnóstico da contaminação por metais pesados da bacia do rio Paraíba do Sul foi apresentada por Wolfgang Pfeiffer e Olaf Malm,

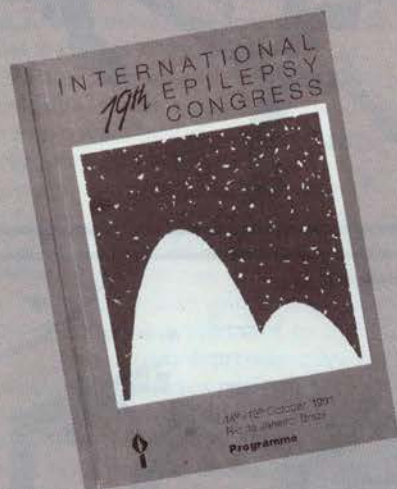
do Instituto de Biofísica da UFRJ. Através de uma escala de cores que identifica os diferentes graus de contaminação, os trechos do rio mais poluídos, assim como seus principais afluentes — Preto, Paraíba, Pomba, Muriaé, Piabanha e Dois Rios — são facilmente visualizados (ver figuras). O índice geoquímico, que estabelece os níveis de concentração de poluentes, é calculado a partir dos sedimentos de fundo dos afluentes, coletados periodicamente. Também contribuem para essa análise o estudo da flora e da fauna aquática local.

O estudo de Pfeiffer e Malm, inspirado numa abordagem metodológica desenvolvida na Universidade de Heidelberg (Alemanha), deu ênfase à área mais industria-

lizada, compreendida entre Volta Redonda e Barra Mansa, embora toda a bacia já tenha sido analisada. Nessa região, o Paraíba do Sul apresentou níveis de um rio moderadamente poluído para o cádmio, chumbo e cobre. Segundo esse levantamento, no rio Paraíba, o cádmio e o zinco alcançaram níveis críticos de poluição, e nos rios Muriaé e Itapoana foi constatada uma contaminação moderada por mercúrio. Os rios Muriaé e Pomba estão fortemente poluídos por níquel.

COBERTURA DE ALICIA IVANISSEVICH
CIÊNCIA HOJE, RIO DE JANEIRO

AVANÇOS EM EPILEPSIA



A epilepsia afeta hoje de 1-2% da população brasileira. Esses aproximadamente três milhões de pessoas são muitas vezes estigmatizados e impedidos de exercer suas funções. Apenas metade dos casos é controlável com medicação; 30% dos pacientes conseguem um tratamento parcial e os 20% restantes não respondem a nenhuma droga tradicional. Com o objetivo de discutir questões relativas aos mecanismos básicos envolvidos nas crises epiléticas, assim como as possibilidades de tratamento e prognóstico das convulsões, o XIX Congresso Internacional de Epilepsia reuniu mais de mil pesquisadores de 60 países, de 14 a 19 de outubro, no Rio de Janeiro. O encontro, que ocorre a cada dois anos, foi realizado pela primeira vez na América do Sul e trouxe a novidade de alguns medicamentos que poderiam contribuir para melhorar a qualidade de vida dessa porção discriminada da sociedade. Apresentamos aqui alguns trabalhos de relevância.

Modelo de epilepsia mais próximo do fenômeno humano

Um novo modelo baseado em ratos e camundongos, desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Escola Paulista de Medicina (EPM), é capaz de caracterizar de maneira muito eficaz a chamada epilepsia de lobo temporal, a mais freqüente na espécie humana e de tratamento mais difícil. Trata-se do primeiro modelo experimental que mais se assemelha ao quadro clínico desse tipo particular de epilepsia humana, que, embora se classifique entre as parciais, freqüentemente evolui para uma crise generalizada.

A lesão cerebral que provoca a primeira crise e desencadeia as outras foi induzida no laboratório pelos pesquisadores. Os animais estudados foram acompanhados durante um ano após a primeira crise espontânea, período em que as crises se mantiveram com as mesmas características iniciais. Segundo Esper A. Cavalheiro, daquele departamento, é importante entender o que acontece no intervalo de tempo dito silencioso, que vai desde o primeiro trauma até a manifestação do quadro epilético, de que forma o cérebro se adapta àquela agressão e como ele reage ao longo da vida do indivíduo. Na sua opinião, é importante também a busca de novas estratégias terapêuticas para tentar transferir esse conhecimento ao ser humano.

A equipe da EPM está estudando também aspectos do aprendizado e da memória desses animais, observando quais déficits eles apresentam para ver se há uma correlação com os testes de aprendizado apresentados pela espécie humana para esse tipo de epilepsia.

Epilepsia em crianças

Os mecanismos que provocam as convulsões em cérebros imaturos, assim como as consequências dessas crises, vêm sendo pesquisados por Solomon Moshe, professor da Faculdade de Medicina Albert Einstein (EUA), que identificou os cérebros ainda em formação como os mais suscetíveis a diversos tipos de convulsão. Segundo ele, essa maior sensibilidade relaciona-se, em parte, com a imaturidade do sistema de supressão das crises pela substância negra (estrutura do tronco cerebral, importante na regulação de várias funções do cérebro; no

adulto, por exemplo, sua lesão é responsável pelos sintomas da doença de Parkinson).

Moshe acredita que um conhecimento mais aprofundado desse sistema poderá auxiliar o desenvolvimento de novos anticonvulsivantes mais eficazes no tratamento de bebês e crianças. Na sua opinião, deveriam existir medicamentos específicos e apropriados às crianças, pois os seus cérebros estão em formação e são diferentes dos de um adulto.

O grupo de Moshe está estudando também os possíveis danos causados pelas convulsões, especialmente a esclerose do lobo temporal, para saber se, de fato, eles advêm das crises epiléticas. "Temos evidências de que este tipo de dano não ocorre tão cedo na vida das pessoas como se pensava, mas ainda não se sabe em que período ocorre", afirma.

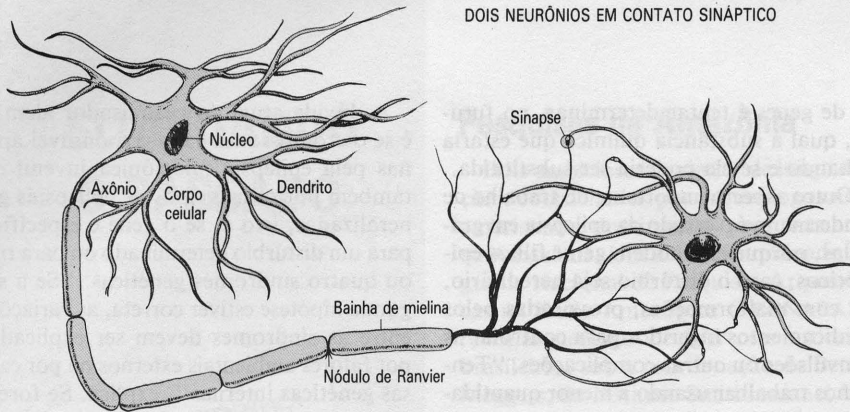
Epilepsia de caráter progressivo

U. Heinemann, do Instituto de Fisiologia e Patofisiologia da Universidade de Colônia (Alemanha), abordou, durante o congresso, o problema dos pacientes com desordens progressivas, como as crianças epiléticas, que respondem a determinados medicamentos anticonvulsivos apenas durante um período de tempo. Ele discutiu os processos que, a partir das convulsões ou das lesões celulares induzidas pelas convulsões, levam a uma reorganização das redes dos neurônios corticais e das propriedades intrínsecas dessas células nervosas, que poderiam resultar no desenvolvimento desse tipo de epilepsia resistente a drogas.

Em sua pesquisa, Heinemann verificou que convulsões intensas acarretam uma sucessão de eventos que se iniciam com a absorção de cálcio pela célula. O cálcio agiria como mensageiro, ligando-se a proteínas de regulação de genes. Segundo o pesquisador alemão, é provável que esse processo possa, por si só, ser a causa do crescimento de mais fibras nervosas a partir de um dado neurônio, resultando num maior número de conexões sinápticas e aumentando a capacidade do tecido de interagir ou de sincronizar a sua atividade. As crises epiléticas são caracterizadas por uma hiperatividade ou por uma hipersincronia dos neurônios do foco, que depende do aumento do número dessas conexões sinápticas para se manifestarem.

Heinemann discutiu também essas alterações em relação ao estado funcional dos transmissores-receptores — proteínas na

DOIS NEURÔNIOS EM CONTATO SINÁPTICO



Epilepsia não é doença

A palavra epilepsia vem do grego e significa 'algo que acomete o indivíduo subitamente'. Ao contrário do que dita a crença popular, a epilepsia não é uma doença, mas um conjunto de sinais e sintomas que se caracterizam pela presença de descargas das células nervosas em alguma parte do cérebro. As crises epilépticas são provocadas por lesões cerebrais que podem ter diversas causas: infecções pré-natais, traumatismos perinatais, pancadas na cabeça, tumores e doenças infecciosas, como as meningites, a AIDS e a neurocisticercose.

Considerada uma doença do Terceiro Mundo, por ocorrer em locais onde as condições sanitárias são precárias, a neurocisticercose é responsável por 15% das epilepsias no Brasil. Ela é transmitida pelo ovo do parasita *Tenia solium*, encontrado na água e em alimentos como a carne de porco. O ovo instala-se no estômago do indivíduo, transforma-se em larva e migra pela circulação sanguínea até locais ricos em oxigênio e nutrientes: músculos, tecido subcutâneo, globo ocular e cérebro. Instalado no cérebro, o parasita pode dar origem a quadros clínicos como o da epilepsia. A neurocisticercose vem sendo estudada como causa principal da epilepsia no país por um grupo de pesquisadores do Departamento de Neurologia da Unicamp, chefiado por Elizabeth Quagliato.

Existem várias formas de epilepsias: as parciais, em que os primeiros sinais clínicos e encefalográficos começam e ficam restritos a uma região do cérebro, podendo, às vezes, envolver estruturas vizinhas ou todo o cérebro — nesse caso, diz-se que houve uma generalização; as generalizadas, quando as alterações comprometem, ao mesmo tempo, os dois hemisférios cerebrais; e as simplesmente não classificadas. No caso das epilepsias generalizadas, observam-se dois tipos de manifestações comportamentais da crise: a fase mioclônica, com contrações e abalos musculares, e a fase tônica, apresentando enrijecimento mantido da musculatura (ver 'Epilepsia', em *Ciência Hoje* nº 45, p. 52).

As epilepsias tanto têm uma evolução benigna, na qual o paciente controla suas crises com o uso de medicação, podendo ter alta depois de dois a quatro anos, como evoluem para a cronicidade, típica dos casos relacionados a lesões cerebrais importantes. Os pacientes que não respondem a nenhum tipo de medicamento e que apresentam lesões graves podem ser submetidos a algumas formas de cirurgia no cérebro. Uma delas consiste na remoção do foco epiléptico onde começa a crise, o que permite uma grande redução do número de convulsões, as quais passariam a ser controladas com algum tipo de medicação. Quando o foco não é detectado, parte-se para outro tipo de cirurgia, também com bons resultados, na qual se realiza uma secção das comissuras cerebrais, como a do corpo caloso, constituído de um feixe de fibras nervosas que liga os dois hemisférios. Com esse corte, tenta-se impedir a propagação da descarga de um lado para o outro do cérebro.

Existem poucas epilepsias com caráter tipicamente genético. Algumas das epilepsias hereditárias estão muito bem determinadas do ponto de vista de caracterização do gene, como a epilepsia mioclônica juvenil, que de modo geral é benigna e tende a desaparecer na vida adulta. Outros tipos de epilepsia geneticamente adquirida são a reflexa, desencadeada por um estímulo específico, como crises fotomioclônicas, provocadas pela luz estroboscópica, e a audiogênica, rara no ser humano e comum em animais: situações de *estresse* ou pancadas no focinho podem desencadear crises num animal conhecido como rato do deserto ou gerbilo mongoliano.

membrana dos neurônios que recebem sinais de outras células nervosas e imprimem um comportamento de excitação ou de inibição — a partir da suposição de que esses transmissores-receptores podem reagir de forma diferenciada; no cérebro epiléptico, por exemplo, eles funcionariam anormalmente.

As convulsões epilépticas aparecem quando há um distúrbio do balanço fisiológico entre excitação e inibição. Isso acontece frequentemente quando ocorre um desbalançamento entre o GABA (transmissor inibitório) e o glutamato (transmissor excitatório), mas também pode se dar por um desequilíbrio provocado entre as correntes excitatórias (de cálcio ou sódio), que definem a excitabilidade da célula, e as correntes inibidoras (de potássio), que previnem o excesso de excitação na célula.

Essas considerações, segundo Heine-mann, indicam que as convulsões podem ter efeitos de longo prazo, o que explicaria por que a epilepsia tem caráter progressivo. Isto não se aplica a todas as epilepsias, mas a um número significativo delas. "Com estes estudos, talvez possamos entender por que um paciente com uma lesão no cérebro pode, muitos anos depois, ser vítima de convulsões epilépticas, inicialmente tratáveis, mas refratárias depois de um certo tempo", sugere o pesquisador alemão.

Gêmeos univitelinos e heterozigotos

Um estudo em grande escala de gêmeos com epilepsia vem sendo desenvolvido por S. Berkovic, da Universidade de Melbourne (Austrália), que considera a pesquisa importante por fornecer informações únicas e difíceis de serem obtidas em famílias comuns. Berkovic explica que, se a epilepsia apresentada por um dos irmãos for de origem genética e os gêmeos forem idênticos (com o mesmo material genético), o distúrbio deverá aparecer nos dois irmãos, que manifestarão o mesmo tipo de sinais. "Trata-se do que chamamos de concordância", comenta. Se apenas um dos gêmeos apresenta as crises, então a epilepsia deve ter sido adquirida.

Estudando gêmeos heterozigotos (com material genético diferente), o pesquisador australiano verificou uma grande concordância para a epilepsia generalizada, em particular a primária, em crianças com ausências e em adolescentes com epilepsia mioclônica juvenil, o que poderia indicar

que as síndromes são de origem genética. A sua equipe também trabalhou com gêmeos para estudar as relações entre síndromes diferentes de epilepsia, que poderiam estar sendo provocadas por diversos genes.

Numa pesquisa feita com 219 pares voluntários de gêmeos de todas as camadas sociais, 40% dos gêmeos idênticos apresentaram concordância, enquanto esta ocorreu em apenas 10% dos heterozigotos. Segundo Berkovic, deve-se levar em conta que a diferença também depende do tipo de epilepsia e que a generalizada é a que apresenta maior número de componentes genéticos.

Genética e gravidez

Muitos passos em genética da epilepsia foram dados nos últimos dois anos para algumas das síndromes conhecidas, graças ao mapeamento de genes, com especificação dos cromossomos. A afirmação é de E. Andermann, da Universidade de McGill e diretora da Unidade de Neurogenética do Hospital Neurológico de Montreal (Canadá), que acredita que esses progressos serão muito úteis para o diagnóstico pré-natal e o aconselhamento familiar.

Entre algumas das síndromes mapeadas recentemente estão as convulsões benignas em recém-nascidos e crianças, cuja mutação foi identificada no cromossomo 20, e duas outras, chamadas de Merrf e Melas. Neste ano, foi diagnosticada também a Síndrome Mioclônica Báltica, uma forma de epilepsia progressiva, de maior prevalência na Finlândia. Segundo relata Andermann, existem diversos tipos de desordens progressivas associadas à epilepsia, que vêm sendo mapeadas, identificando o gene que as causa. Na sua opinião, essas informações vão contribuir muito para o esclarecimento de casais que desejam fazer um planejamento familiar.

Andermann está trabalhando atualmente com epilepsias comuns, que não são causadas simplesmente por um gene, mas por múltiplos fatores. Isto significa que pode haver vários genes envolvidos, assim como fatores ambientais que interagem com o organismo. "Ainda vai demorar algum tempo até conhecermos todos os genes que configuram esses distúrbios; por isso, a colaboração internacional é fundamental para abordarmos uma maior variedade de epilepsias apresentadas por diversas famílias, com suas particularidades genéticas necessárias ao mapeamento", sugere a pesquisadora. O propósito desse mapeamen-

to de genes é tentar determinar, no futuro, qual a substância química que estaria faltando e se ela poderia ser substituída.

Outro aspecto importante do trabalho de Andermann é o estudo da epilepsia em grávidas, porque elas podem gerar filhos epiléticos, caso o distúrbio seja hereditário, ou com malformações, provocadas pelos medicamentos ingeridos para controlar as convulsões ou outras complicações. "Tentamos trabalhar usando a menor quantidade possível de medicamento para o controle das crises e incentivando as mulheres a procurar o aconselhamento médico antes de engravidar", comenta. Pode-se, por exemplo, diminuir o risco de malformações, submetendo a paciente a uma monoterapia e administrando vitaminas antes da concepção. "Entre os pacientes com epilepsia, 90% geram crianças saudáveis, mas a preocupação é exatamente com os 10% restantes", conclui.

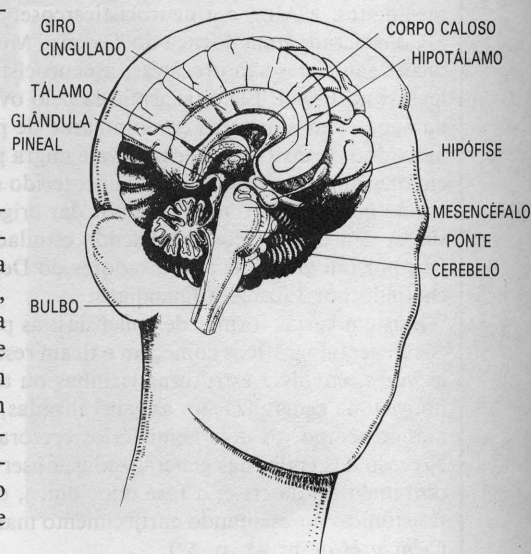
Epilepsia mioclônica juvenil

Conhecido pela identificação de uma síndrome que leva seu nome e que se manifesta apenas em adultos, Dieter Jans, da Universidade Livre de Berlim (Alemanha), estuda atualmente a epilepsia mioclônica juvenil, síndrome que ocorre em jovens e que se inicia quando eles passam noites com poucas horas de sono ou bebem álcool em excesso. Pesquisas genéticas recentes definiram o local onde o cromossomo responsável por essa síndrome é afetado, mas o interesse de Jans é a identificação do gene que provoca o distúrbio.

A epilepsia mioclônica juvenil tem como sintomas principais pequenos abalos (sacudidas) dos braços, que ocorrem frequentemente pela manhã, após o despertar. As pessoas que sofrem esses sobressaltos acreditam que seja um distúrbio passageiro, decorrente de uma noite de 'excessos'. Mas é justamente a repetição dessa conduta que faz com que eles adquiram esse tipo de epilepsia, apresentando sacudidelas e, às vezes, levando à convulsão.

De acordo com Jans, essa síndrome seria de fácil tratamento se os jovens tomassem as drogas indicadas e mudassem seu comportamento. A medicação, no entanto, não deve ser interrompida, porque o risco de reincidência é de 90%. A incidência da epilepsia mioclônica juvenil em descendentes de pais epiléticos é da ordem de 10% e um pouco maior em mulheres do que em homens.

A dúvida atual do pesquisador alemão é se o cromossomo 6 é o responsável apenas pela epilepsia mioclônica juvenil ou também por outros tipos de epilepsias generalizadas, isto é, se o gene é específico para um distúrbio determinado ou para três ou quatro síndromes genéticas. "Se a segunda hipótese estiver correta, as variações entre as síndromes devem ser explicadas por fatores ambientais externos ou por causas genéticas internas", explica. Se forem fatores genéticos, deveriam ser localizados genes adicionais para as variações específicas. Alguns pesquisadores acreditam que haja um gene específico para cada síndrome, mas Jans julga que se trata de um gene comum partilhado por várias epilepsias.



Convulsões em crianças

Tentar elucidar os mecanismos básicos que provocam as crises em cérebros em desenvolvimento é o objetivo de John Swann, do Departamento de Saúde da Universidade do Estado de Nova York (EUA), que trabalha com modelos animais. Uma pequena porção de cérebro de rato é cortado em fatias finas e colocada em câmara de experimentação para se estudar os neurônios desse tecido, de acordo com a idade de cada animal.

A pesquisa de Swann mostrou que a adição de certas drogas a fatias de cérebros de animais muito jovens causa descargas com convulsões muito prolongadas, que não aparecem nos cérebros dos adultos. Segundo ele, esse processo é semelhante ao que ocorre nos seres humanos: os bebês tendem

a apresentar mais convulsões do que os adultos. “No momento, estamos tentando compreender a razão disso para desenvolver terapias específicas e mais eficientes para crianças”, informa.

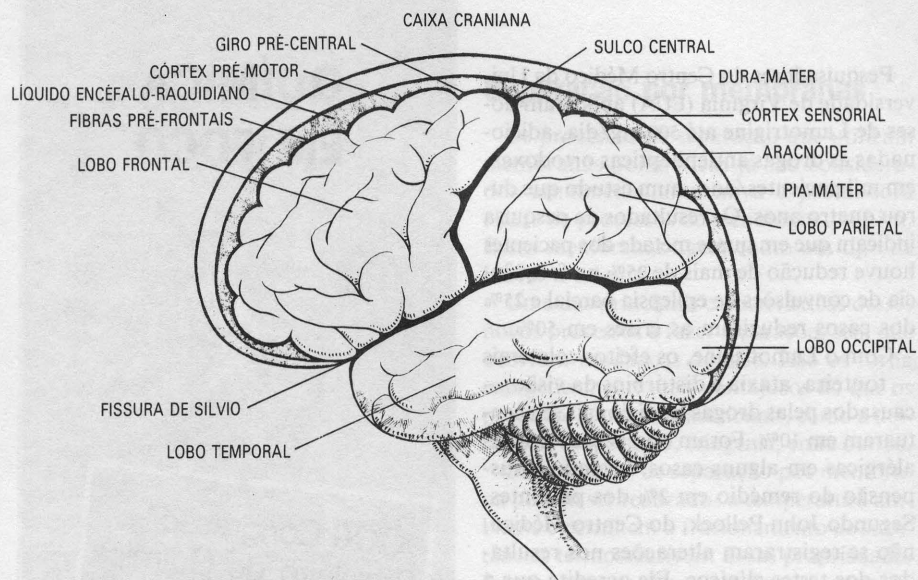
Há duas hipóteses sobre a causa da ocorrência de convulsões em cérebros de crianças e não em adultos. Uma delas postula que, como nos cérebros jovens os neurônios inibidores não são muito desenvolvidos, a ocorrência de um trauma traz mais probabilidade de convulsão que em cérebros adultos, por falta do processo inibitório. Isto parece correto em alguns casos e para algumas partes do cérebro, mas em outras regiões a inibição mostra-se muito bem desenvolvida na infância.

A outra hipótese supõe que, embora o processo de inibição esteja presente em crianças, as interações excitatórias são muito maiores na infância. Esses contatos excitatórios iriam diminuindo durante a maturação. Segundo explica Swann, se esta hipótese estiver correta, uma criança em que as convulsões aparecem após determinado trauma no início da vida poderá ser tratada pelo bloqueio da ação dos contatos sinápticos excedentes. Mas, na sua opinião, ainda são necessários estudos para desenvolver drogas mais ativas e específicas e com menos efeitos colaterais.

Jambu e convulsões

Verdura muito abundante no Norte do Brasil e usada em pratos típicos regionais como o pato ao tucupí e o tacacá, o jambu (*Spilanthes oleracea*) induziu convulsões clônicas e tônicas em ratos e camundongos, quando injetada na forma de extrato pela equipe de Esper A. Cavalheiro, do Departamento de Neurologia e Neurocirurgia da Escola Paulista de Medicina (EPM). A planta foi estudada inicialmente para verificar se existia um princípio ativo analgésico, como indicavam as experiências populares: a verdura causa um certo formigamento na língua das pessoas e suas folhas, em infusão com álcool, são usadas como anestésico local e em gargarejos contra dor de dente.

Cavalheiro trabalhou com extratos orgânicos, feitos com álcool ou acetato de etila, que provocaram convulsões com uma latência muito curta, de um a dois minutos, indicando um efeito central. Após registro encefalográfico desses animais, constatou-se o caráter epileptogênico. Verificou-se alta letalidade que, segundo Cavalheiro, pode estar mais relacionada às impu-



rezas do extrato do que ao produto em si.

O princípio ativo do jambu se mostrou muito mais potente do que os convulsionantes clássicos, como o cardiasol. Com uma dose muito menor, conseguiu-se o mesmo efeito. No entanto, são necessários cerca de 70 quilos da planta para obter aproximadamente um grama de extrato. É por sua baixa concentração na planta que ele não apresenta riscos à população. Na opinião do pesquisador da EPM, o princípio ativo talvez possa, no futuro, servir como meio de indução de epilepsia e funcionar como instrumento para a pesquisa do sistema nervoso.

Esperanças para os refratários

O Vigabatrin, um novo medicamento para os casos de epilepsia refratária — pacientes que não respondem às drogas tradicionais — deve ser lançado no mercado brasileiro assim que for liberado pelo Ministério da Saúde. A nova droga vem sendo comercializada desde 1989 pela Marion Merrell Dow Inc. na Inglaterra, França, Portugal, Dinamarca e Suécia, já tendo sido aprovada em mais três países.

Conhecido comercialmente como Sabril, o Vigabatrin foi testado, pela primeira vez no Brasil, na Unidade de Neurologia Clínica do Hospital Nossa Senhora das Graças, de Curitiba (PR), chefiada por Paulo Bittencourt. Os estudos, coordenados por Paulo André Kowacs, foram feitos durante o período de 1988 a 1990 em 19 pacientes de ambulatório, com epilepsia localizada e refratária ao tratamento ortodoxo nas doses máximas, mas que mantinham vida ativa, ao contrário das pesquisas européias, que testaram o medicamento em pacientes

internados com epilepsias mais graves.

O Vigabatrin foi adicionado, como tratamento coadjuvante, às drogas que tradicionalmente os pacientes tomavam. Com o novo medicamento, as crises foram reduzidas em 70% na metade dos pacientes e, em 70% dos casos, essa redução foi no mínimo de 50%. Dois pacientes apresentaram aumento na frequência das crises, mas apenas em um deles o efeito foi comprovadamente relacionado ao Vigabatrin. Os médicos de Curitiba verificaram poucos efeitos colaterais. O mais frequente foi uma pequena sonolência. Poucos pacientes tiveram aumento de peso.

Segundo Kowacs, o achado inédito na pesquisa foi o aparecimento de crises do tipo mioclônica em três pessoas que nunca as tinham tido antes, mas que regrediram com a diminuição da dose ou com a retirada do remédio. O Vigabatrin não comprometeu funções cognitivas e melhorou o desempenho num tipo de teste de memória.

Cerca de 400 mil pessoas sofrem de epilepsia refratária no Brasil, muitas das quais apresentam fraturas e lesões corporais decorrentes das quedas provocadas pelas crises epiléticas.

O papel do Lamotrigine

Lamictal ou Lamotrigine é o nome de uma nova droga antiepiléptica que inibe a liberação do aminoácido excitatório neurotransmissor, restaurando o equilíbrio cerebral entre os sistemas de excitação e inibição para o controle das crises. Desenvolvido pelos Laboratórios Wellcome-ICI Ltda., o medicamento foi estudado pela primeira vez nos Estados Unidos em 1985, em adultos refratários às drogas tradicionais.

Pesquisadores do Centro Médico da Universidade de Virgínia (EUA) aplicaram doses de Lamotrigine até 500 mg/dia, adicionadas às drogas antiepilépticas ortodoxas, em mil pacientes/ano, num estudo que durou quatro anos. Os resultados da pesquisa indicam que em quase metade dos pacientes houve redução de mais de 25% na frequência de convulsões de epilepsia parcial e 25% dos casos reduziram as crises em 50%.

Com o Lamotrigine, os efeitos colaterais — tonteira, ataxia e distúrbios da visão — causados pelas drogas tradicionais se acentuaram em 10%. Foram observadas reações alérgicas em alguns casos, levando à suspensão do remédio em 2% dos pacientes. Segundo John Pellock, do Centro Médico, não se registraram alterações nos resultados dos testes clínicos. Ele acredita que a droga é eficiente e segura quando administrada junto com os medicamentos tradicionais em tratamentos a longo prazo de epilepsia parcial, e que mais estudos devem ser feitos para verificar a eficiência do medicamento enquanto monoterápico.

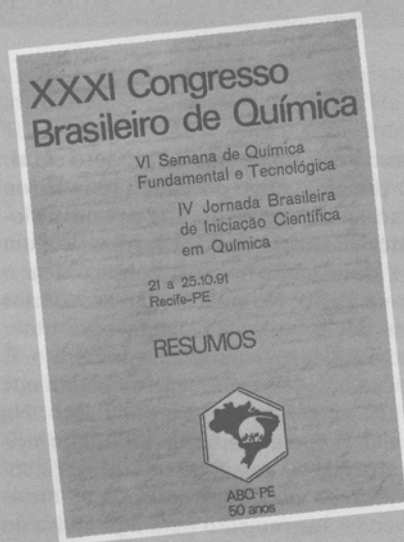
Oxcarbazepine: eficaz na mono e politerapia

Desenvolvido pela Ciba-Geigy, o novo medicamento Trileptal ou Oxcarbazepine tem mostrado bons resultados quando aplicado como mono e politerápico no controle da epilepsia parcial e generalizada. Testado como única droga no tratamento de dois mil pacientes, favoreceu redução de pelo menos 50% na frequência de convulsões em 80% dos casos. Quando administrado junto com as drogas tradicionais, mostrou-se eficiente no controle das crises de 225 pacientes refratários. Uma menor incidência das reações alérgicas normalmente provocadas por outros medicamentos antiepilépticos foi registrada em 700 casos.

O Oxcarbazepine vem sendo estudado no Departamento de Neurologia da Unicamp e testado em vários hospitais credenciados. Segundo Elizabeth Quagliato, que coordena esse departamento, o Oxcarbazepine tem a vantagem de ter uma ação prolongada e poder ser tomado menos vezes durante o dia.

COBERTURA DE ALICIA IVANISSEVICH E MICHELINE NUSSENZVEIG
CIÊNCIA HOJE, RIO DE JANEIRO

QUÍMICA EM FOCO



O XXXI Congresso Brasileiro de Química reuniu aproximadamente 1.300 pesquisadores em Recife (PE) de 21 a 25 de outubro, com 355 trabalhos inscritos. As pesquisas se concentraram nas áreas de síntese orgânica, bioquímica, biotecnologia, produtos naturais, polímeros, tecnologia de alimentos e fertilizantes, eletroquímica, catálise, química teórica, analítica, agrícola e inorgânica. O evento contou com 88 trabalhos de iniciação científica. Apresentamos aqui alguns tópicos do encontro.

Homenagem a Rheinboldt

Para comemorar o centenário do nascimento de Heinrich Rheinboldt, Geraldo Vicentini, do Instituto de Química da USP, fez uma retrospectiva sobre a vida e obra do pesquisador alemão que chegou ao Brasil em 1934. Originário de Karlsruhe (Alemanha), Rheinboldt iniciou seus estudos em química e geologia em 1912, na Escola Técnica Superior de sua cidade natal. Ingressou posteriormente na Universidade de Estrasburgo (França), onde se doutorou em 1918. Convidado pelo professor Theodoro Ramos em 1934, veio ao Brasil para organizar e dirigir o curso de química da antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP.

Segundo Vicentini, Rheinboldt destacou-se como docente, cientista e historiador. Como professor, fascinou os alunos com suas aulas magistrais, sempre acompanhadas de experiências práticas, chegando a orientar 35 teses de doutorado na Alemanha e outras 15 no Brasil. Como cientista, publicou 116 trabalhos de natureza experimental sobre os mais variados temas. No campo da história da ciência, escreveu biografias de importantes químicos da época. Além disso, produziu 26 trabalhos científicos, didáticos e literários.

Durante sua palestra, Vicentini lembrou os prêmios e honrarias que Rheinboldt recebeu, entre eles o prêmio Vant' Hoff, outorgado pela Academia Real da Holanda em 1936. Além de membro da Sociedade Científica de Estrasburgo, professor honorário da Universidade de Bonn e membro titular da Academia Brasileira de Ciências, ele foi presidente de honra da Associação dos Ex-Alunos de Química da USP em 1942 e presidente da SBPC entre 1953 e 1955, ano de sua morte.

Efeito superácido de lantanídeos

Um trabalho sobre a influência dos íons de terras raras (ítrio, escândio e lantanídeos) na mudança das propriedades catalíticas de óxidos inorgânicos foi apresentado por Lea B. Zinner, do Instituto de Química da USP e Antônio S. de Araújo, do Departamento de Química da UFRN. O suporte estudado foi o aluminossilicato do tipo zeólita Y — estrutura química formada basicamente por silício, alumínio, metais alcalinos e alcalino-terrosos.

As terras raras foram introduzidas na zeólita através de troca iônica, conferindo-

lhe maior atividade e acidez. As zeólitas assim modificadas mostraram-se capazes de catalisar reações químicas que precisam de acidez elevada para se processarem.

As experiências realizadas por Araújo revelaram que as sutis diferenças, já conhecidas, entre os lantanídeos apresentam correlação também na prática, podendo ser relacionadas à acidez e à atividade catalítica. Assim, as pequenas diferenças de tamanho do íon de terras raras representam uma diversidade marcante na atividade catalítica, sugerindo a possibilidade de usar várias terras raras para reações específicas, tornando-as mais seletivas.

A reação 'modelo' utilizada pelos pesquisadores é a isomerização (mudança do local de uma ligação ou de um radical dentro de uma molécula) e alquilação (introdução de um radical de cadeia de carbono aberta numa molécula orgânica) de olefinas, substâncias derivadas do petróleo, entre as quais se encontram o etileno e o propileno, de enorme aplicação industrial. Conforme explicou Araújo, partindo-se de um meio com olefina, um aromático (benzeno) e um catalisador ácido, é possível promover três reações simultâneas: isomerização da olefina, alquilação do aromático e isomerização do alquil-aromático. A diferença, segundo ele, está em que a maioria das alquilações realizadas no Brasil empregam catalisadores líquidos, que são extremamente corrosivos, como os ácidos sulfúrico, clorídrico e fluorídrico. A zeólita modificada, como um ácido sólido, além de não ser corrosiva, apresenta outras vantagens: é estável em temperaturas elevadas, pode ser separada dos produtos da reação, é facilmente manuseada e reutilizável.

A forma dos amorfos

A forma dos líquidos é determinada pela tensão superficial, pela gravidade e pela forma dos seus recipientes; já a forma dos sólidos cristalinos é dada pela estrutura da sua célula unitária cristalina e pelo hábito dos cristais. A célula unitária tem sua forma governada pelos potenciais de atração e repulsão entre os íons e moléculas que a constituem. O hábito cristalino depende das tensões interfaciais entre os cristais e o meio em que eles crescem; por isso, é possível conseguir cristais com a mesma estrutura cristalina mas com formas de cilindros, agulhas, cubos e outras, dependendo do meio de crescimento. Com essas noções, Fernando Galembeck, do Instituto de Química da Unicamp, abriu sua conferência

sobre a forma dos amorfos.

Nos dois casos apontados pelo químico da Unicamp, não se pode impor às substâncias a forma que se deseja: elas assumem a forma que lhes é inerente e que torna a sua energia livre a menor possível. No entanto, os sólidos amorfos, ou não cristalinos, podem existir durante muito tempo em estados fora do equilíbrio. "Nesses estados, podemos lhes impor a forma que desejarmos", explicou Galembeck, "o que é feito com vidros, borrachas e plásticos". No caso destes últimos, coexistem muitas vezes regiões cristalinas ao lado de outras, amorfas. Tal coexistência dá a esses materiais uma enorme facilidade para assumir formas muito variadas, razão por que foram denominados 'plásticos'.

Uma parte da pesquisa sobre materiais busca justamente conhecer as leis de criação e estabilidade de formas em sistemas não cristalinos ou semicristalinos. Essas leis incluem fenômenos de transferência de massa e energia, cujo domínio se ampliou muito nos últimos anos, graças aos novos conhecimentos sobre caos.

Em sua palestra, Galembeck relatou alguns resultados de seu grupo de pesquisa, que foram conseguidos graças à capacidade de se imporem as formas desejadas às substâncias químicas: a criação de compostos polímero-óxido com novas propriedades de adsorção, catálise, absorção de luz e adesão; novas membranas poliméricas, inclusive as primeiras membranas assimétricas elastoméricas já descritas; partículas de formas específicas (esferas, agulhas), adequadas a diferentes tipos de aplicações; partículas ocas de metafosfato de alumínio, com excelentes propriedades como pigmentos brancos. Por estes trabalhos, o grupo recebeu dois prêmios: um, da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas, em 1990, e outro durante a International Conference on Colloid and Surface Science, em Compiègne (França), em 1991.

Fotopolimerização

No trabalho apresentado por Leila Visconti, Cristina Andrade e Chaiki Azuma, do Instituto de Macromoléculas da UFRJ, a borracha natural foi submetida a uma série de reações de modificação química. Grupos cinamoíla foram introduzidos em diversas proporções. A partir das reações, as pesquisadoras obtiveram polímeros fotossensíveis — aqueles que podem sofrer mudanças estruturais após absorção de energia luminosa, acarretando variações de

solubilidade —, aplicáveis a técnicas de impressão, como litografia, holografia e máscaras para confecção de circuitos impressos.

Nesses polímeros, segmentos alifáticos de comprimentos diferentes separavam o grupoamento fotorreativo do esqueleto elástico. Medidas de densidade foram realizadas e usadas no cálculo das constantes de velocidade de reação do grupo cinâmico em cada um dos polímeros. Outras propriedades desses novos produtos foram também relacionadas ao tamanho do chamado grupo espaçador, isto é, o grupoamento alifático entre a cadeia de borracha e o grupo cinâmico fotorreativo.

Gomas industriais

Os polissacarídeos são denominados de gomas industriais pelo seu emprego como agentes emulsificantes, espessantes e gelificantes (ver 'O valor das gomas para a indústria', em *Ciência Hoje* no 71, p. 65). A caracterização e a investigação das propriedades de polissacarídeos produzidos no país constituem os objetivos da pesquisa de Cristina de Andrade, desenvolvida no Instituto de Macromoléculas da UFRJ.

A técnica de cromatografia de exclusão por tamanho molecular (SEC) é bastante utilizada na caracterização de polímeros sintéticos, em geral solúveis em solventes orgânicos. Aplicada a polímeros hidrossolúveis e de cadeia rígida, como os polissacarídeos, essa técnica apresenta algumas dificuldades adicionais. Amostras comerciais de carboximetil-celulose e de goma guar, além de uma amostra experimental de goma xantana, foram caracterizadas com a SEC, por Marco Antonio Guadagnini e Paula Silvestrini Kalil, daquele instituto.

A formação de gel, propriedade comum a certos polissacarídeos, é utilizada pelas indústrias petrolífera e alimentícia, entre outras. Alguns polissacarídeos são gelificantes ou formam géis aquosos termorreversíveis. Isto significa que suas macromoléculas, em soluções aquosas e sob condições especiais, interagem em certos pontos ou segmentos, dando origem a redes tridimensionais com propriedades típicas de sólidos. Géis aquosos de agarose (polissacarídeo gelificante) e de misturas de agarose e goma guar (não gelificante) foram imersos em misturas água-sulfóxido de dimetila por Rosângela Balaban Garcia, orientanda de doutorado de Andrade. O inchamento ou encolhimento observados, bem como as variações significativas das propriedades,

forneceram informações a respeito das estruturas tridimensionais dos géis de agarose e da mistura agarose-guar.

A indústria petrolífera utiliza géis durante o fraturamento hidráulico de poços produtores. A goma de algaroba, polissacarídeo extraído de sementes de *Prosopis juliflora* DC, não é por si só um polissacarídeo gelificante. Entretanto, a adição de íons, como o borato, é capaz de criar pontos responsáveis pela reticulação e retenção de água. O desempenho da goma de algaroba como matéria-prima na formação de géis em presença de íons borato foi também investigado por Isabel M. Baptista Ponte, também aluna de mestrado.

Biossensores

A possibilidade de determinação rápida e seletiva de teores de substâncias em diversos tipos de materiais tem despertado o interesse de pesquisadores de várias áreas. Uma das maneiras, por exemplo, de se determinar glicose no sangue ou na urina consiste em acoplar a enzima glicose-oxidase a um sensor de oxigênio. Pela ação enzimática, há um consumo de oxigênio, proporcional à quantidade de glicose na amostra, que é detectado pelo sensor.

Genericamente, sistemas como este, envolvendo a união de um componente biológico catalítico com um medidor sensível a uma espécie química, são denominados biossensores. Esse tipo de estudo vem sendo desenvolvido por Graciliano de Oliveira Neto no Instituto de Química da Unicamp.

As pesquisas na área médica procuram desenvolver biossensores miniaturizados e portáteis, não só para monitoramento contínuo *in vivo* de metabólitos, drogas e proteínas, mas também para obter diagnósticos clínicos imediatos.

Os biossensores estão sendo utilizados em biotecnologia, no acompanhamento e controle de fermentações, e também na indústria de alimentos, para controle de qualidade de matérias-primas e produtos acabados. Na química ambiental, eles têm sido empregados no estudo de poluentes, como aldeídos, monóxido de carbono e pesticidas.

Atualmente, as pesquisas com biossensores desenvolvem-se com a contribuição de várias áreas. Desse modo, novos elementos biológicos catalíticos estão sendo descobertos, paralelamente a novos materiais para construção de medidores específicos, o que permite prever, segundo Oliveira Ne-

to, uma expansão significativa desse campo nos próximos anos.

Resina ABS em misturas físicas com poliuretano elastomérico

Misturas físicas poliméricas podem acarretar dispersões de um polímero em outro, desde que haja compatibilidade termodinâmica e condições de processamento das composições. O objetivo do trabalho apresentado por Regina Célia Reis Nunes e Maria Taciana M. Barros e Silva, do Instituto de Macromoléculas da UFRJ, é o estudo das misturas de elastômero termoplástico de poliuretano (TPU), um material de alto custo, com resina acrilonitrilabutadieno-estireno (ABS), que tem preço baixo no mercado, para obter um produto final mais barato e que mantenha as propriedades sinérgicas características dos diferentes polímeros em questão.

Dois tipos de resina ABS, diferenciadas pelo teor em butadieno, foram misturadas ao TPU na faixa de 0 a 50 phr, respectivamente. O TPU utilizado é do tipo poliéster. Os resultados obtidos levaram as pesquisadoras às seguintes conclusões: (a) a adição de ABS ao TPU aumenta propriedades como resistência à tração, módulo e dureza, quando comparados ao desempenho do TPU puro; (b) na propriedade de resistência ao impacto, o valor máximo é para o TPU, e o mínimo para a resina ABS, encontrando-se valores intermediários pela adição de ABS ao TPU; (c) o mesmo acontece na resistência à flexão, sendo o melhor valor para a resina ABS quando pura; (d) nos sistemas TPU/ABS, é marcante a influência do conteúdo de polibutadieno sobre as propriedades determinadas.

Análise por injeção em fluxo

Ministrado por Celio Pasquini, do Instituto de Química da Unicamp, o curso sobre Análise por Injeção em Fluxo (AIF) visou a introduzir, para alunos de graduação, os conceitos básicos da técnica e as formas de sua implementação. O conceito de AIF, desenvolvido a partir de 1975 com os trabalhos pioneiros de Ruzicka e Hansen, permite a automação de procedimentos analíticos quantitativos, muitas vezes com o uso de instrumentos e dispositivos de baixo custo.

O termo 'automação', no sentido mais comum, refere-se à substituição do traba-

lho de um operador humano por um sistema composto por dispositivos mecânicos que executa as mesmas tarefas. As vantagens decorrentes dessa substituição envolvem o aspecto econômico mas, principalmente, resultam numa melhor qualidade e maior quantidade de determinações que podem ser feitas em laboratório. A automação é importante, por exemplo, para as análises clínicas e a monitorização da qualidade de efluentes e da água tratada, áreas em que a quantidade de determinações vem crescendo nos últimos anos.

O químico da Unicamp acredita que a AIF de certa forma revolucionou o conceito de como efetuar uma determinação quantitativa em solução. Procedimentos bem estabelecidos no passado preconizavam a obtenção do equilíbrio físico (soluções homogêneas) e químico (produtos e reagentes em concentrações invariáveis com o tempo) como requisito essencial para a precisão e exatidão da determinação. "Com o uso da AIF, estes fatores deixaram de ser essenciais", explica Pasquini. "A inerente reprodutibilidade com que misturas não-homogêneas são obtidas e a rapidez com que se efetua uma medida em sistema AIF permitem que uma determinação quantitativa seja feita mesmo na ausência de tais fatores", completa.

Na sua opinião, apesar de terem se passado mais de dez anos desde a introdução da AIF, sua utilização ainda não é observada com frequência em laboratórios de rotina. "Vários motivos podem justificar este fato mas, sem dúvida, a falta de cursos de graduação que introduzam os princípios da técnica deve constituir um fator importante", afirma.

Para melhor assimilação dos conceitos, uma parte experimental foi oferecida durante o curso. Os alunos montaram um analisador AIF simples com detector fotométrico, construído com base num diodo emissor de luz e um fotorresistor, e o aplicaram na determinação espectrofotométrica de Cr (VI), usando solução ácida de difenilcarbazida como reagente. Até 120 determinações por hora podem ser efetuadas com este sistema simples. Volumes de amostra de 60 μ l são empregados e o procedimento requer o mínimo de atenção do operador, o que demonstra as vantagens da automação de uma metodologia analítica pela técnica de AIF.

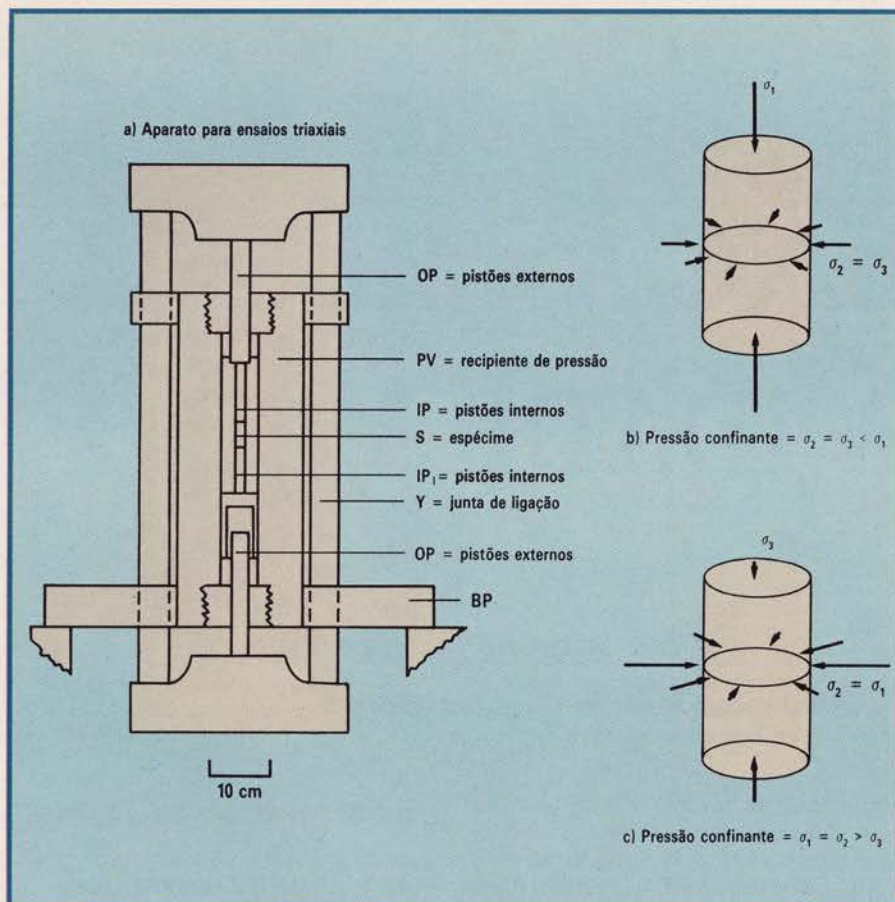


FIGURA 13. Arranjo utilizado em ensaios de compressão triaxial em rochas.

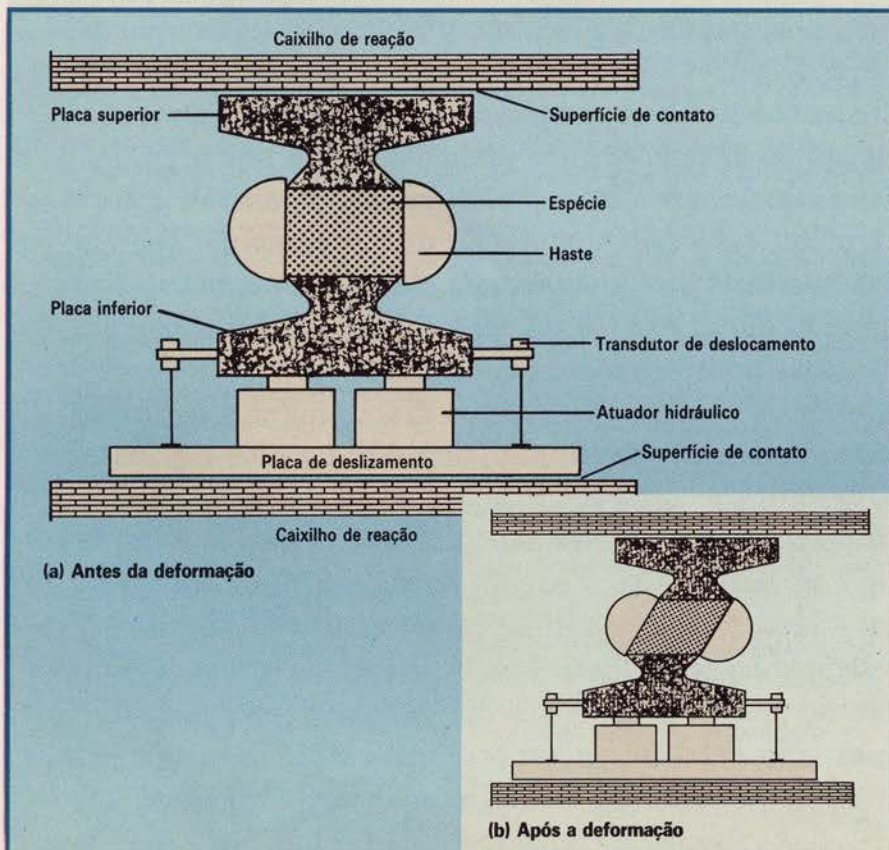


FIGURA 14. Ensaio de deformação de amostra de rocha por cisalhamento simples.

confinante. Apesar de as tensões horizontais devidas ao fluido serem idênticas, tal configuração justifica o termo 'ensaio triaxial' (figura 13).

O sistema por cisalhamento simples foi desenvolvido mais recentemente a partir da constatação de que boa parte dos terrenos geológicos estudados sofreu evolução dissimétrica, ou seja, envolvendo esforços em binário. Por esse motivo, torna-se necessário considerar processos rotacionais no decorrer da deformação (figura 14).

Em alguns laboratórios do exterior, as pressões de confinamento podem atingir 1,5 GPa (esta unidade GPa é chamada gigapascal, e equivale a dez mil atmosferas) e a temperatura pode alcançar os 800°C. Assim sendo, é possível obter em relação a esses dois parâmetros as mesmas condições encontradas na base da crosta terrestre, ou seja, a cerca de 40 km de profundidade, em média.

Outro aspecto interessante diz respeito à presença de orientação preexistente na amostra, como foliações, fraturas ou falhas. Experimentos de compressão uni e triaxial devem ser adaptados especialmente a essas condições, de modo a levar em conta a atuação de diferentes esforços sobre a amostra, devidos à presença dessas anisotropias. Os ensaios não co-axiais acomodam melhor esse tipo de problema.

Qualquer que seja o tipo de experimento, entretanto, a extrapolação de resultados obtidos em laboratórios para situações naturais deve ser feita com cuidado, pois, além das limitações quanto à duração do experimento e ordem de grandeza, há parâmetros que precisam ser criteriosamente avaliados, como a influência de fluidos como a água e o fator tempo, dentre outros.

O estudo das deformações em rochas ajuda a reforçar o conceito, cada vez mais valorizado, de que eventos ocorridos no passado terrestre são importantes para explicar a dinâmica e a conformação atuais do planeta, não apenas para efeitos práticos, mas principalmente para se compreender a dinâmica do meio ambiente. Afinal, já no século passado um estudioso havia concluído que "a civilização existe sob consentimento geológico, sujeito a mudanças sem aviso prévio".

SUGESTÕES PARA LEITURA

CLARK JR., S.P. *Estrutura da Terra*, São Paulo, Blücher, Série de Textos Básicos de Geociências, 1973.

DAVIS G.H. *Structural Geology of Rocks and Regions*, Nova York, John Wiley, 1984.

LOCZY L. DE & LADEIRA F.A. *Geologia estrutural e introdução à geotectônica*, São Paulo, Blücher, 1976.



CIÊNCIA - MÚSICA DA IDADE MÉDIA

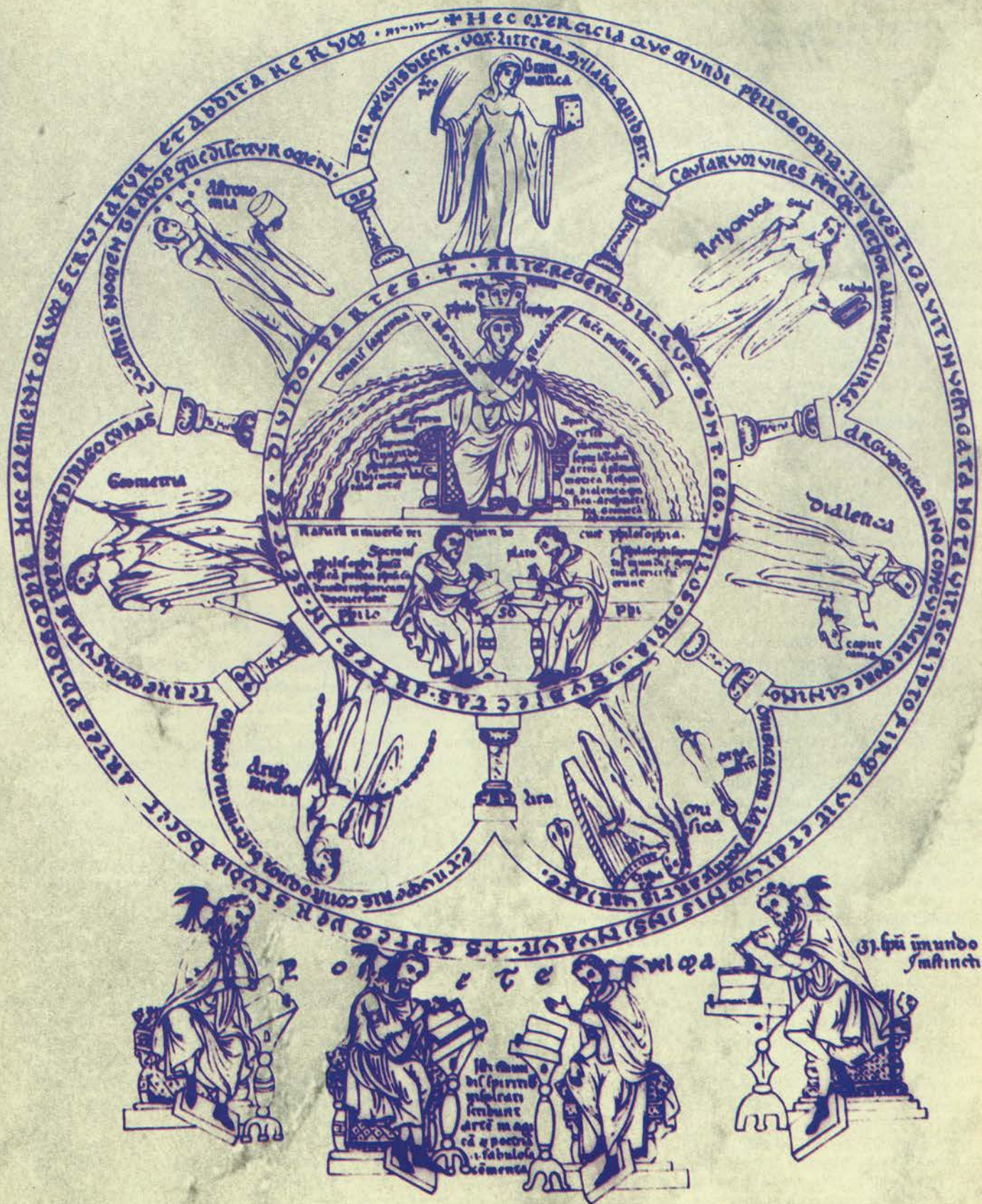
Nice Rissone

Colaboradora de *Ciência Hoje*

Por que reviver, na época contemporânea, o conceito medieval que situava na mesma categoria das ciências matemáticas tanto a música quanto a aritmética, a geometria e a astronomia? Parecerá estranho aos leitores deste artigo discorrer sobre a música como ciência, quando a atividade musical se encontra hoje restrita ao campo da arte. Retornar, porém, à concepção de ciência-música da Idade Média nos permite constatar que existiu uma consonância perfeita entre o perfil de ciência então atribuído à música e o desempenho de mister essencial que ela teve em todos os níveis da hierarquizada sociedade medieval.

Retornar ao tempo em que a música não era apenas lazer nos conduz à visão integrada do cotidiano.

E nos permite esboçar os contornos de certos determinantes da futura compartimentalização das atividades humanas em âmbitos rígidos e segmentados em múltiplas especializações. Cabe assinalar, de passagem, que, embora esteja hoje compartimentada dentro dos limites do fazer artístico, a música dita moderna opera instrumentos que também servem à criação e à experimentação técnica e científica. Muito mais que seus colegas da Idade Média, o compositor do século XX 'mete a mão no próprio som', como se diz no jargão musical, utilizando-se de instrumentação, de conhecimentos, de metodologia e de rigor criativo que também o situam no saber e no fazer técnico e científico.



Representação das 'sete artes liberais'. Miniatura da *Hortus deliciarum* da abadessa Herrad von Landsberg (segunda metade do século XII). O manuscrito queimou-se em 1870 na biblioteca de Strassburgo. Extraída de *Musikgeschichte in Bildern*, de Joseph Smits van Waesberghe, vol. III, parte 3, Deutscher Verlag für Musik, Leipzig, 1969.

Recuperemos o significado de ciência atribuído à música da Idade Média, através de uma das obras de Agostinho, bispo de Hipona (hoje região da Argélia). No tratado *De musica*, datado de 389, o autor definira seu objeto de estudo como conhecimento teórico, ciência liberal que ensinava a bem modular. Ciência liberal, porque identificada ao julgamento intelectual do prazer que se experimenta ao ouvi-la. Este prazer consistiria em descobrir, nos movimentos, os números, por meio dos quais os ouvintes poderiam elevar-se a uma verdade superior às realidades sensíveis. Para Agostinho, a modulação era a arte de regular os movimentos livres, ou seja, aqueles que agradam por si próprios. Bem modular significava fazer modulação bem medida, organizada. A boa medida, porém, deveria se acompanhar do senso de oportunidade. Que dizer da modulação de um bom cantor ou dançarino que pretendesse suscitar alegria, quando a situação em que se apresentasse exigisse gravidade? Apesar de bem medida, sua modulação não seria própria da boa música.

E por que classificar a música como ciência? Porque a música é um trabalho da razão, mister para quem conhece as regras da matemática, que regem o mundo dos sons. E porque se situa na inteligência a sede da compreensão dos fenômenos musicais. Não é *musicus* aquele que se limita a seguir o julgamento dos próprios sentidos e entrega à memória a ordenação dos movimentos do corpo, mesmo que o faça com certo talento, demonstração de habilidades e de instrução. Músico é quem tem a consciência nítida e real da arte que professa e exhibe em público. Em consequência, para o bispo de Hipona, flautistas, citaristas e hístriões não eram necessariamente músicos, uma vez que, nas artes em que o jogo das mãos encanta a quem vê e ouve, não foi a razão o primeiro guia para adquirir tais habilidades, e sim os sentidos e a memória. Os movimentos dos dedos e das articulações podem parecer difíceis para quem os vê e ouve, mas não são obra de ciência. Para Agostinho, os hístriões não eram capazes de conhecer a ciência-música, pois quem canta e toca só para ganhar recompensas e elogios do público é porque toma o pior pelo melhor, uma vez que só à luz da razão seria possível julgar os ritmos e as melodias.

Assim, o compositor estaria ligado à música pelo instinto, enquanto que os intérpretes seriam conhecidos apenas pelo nome do instrumento que tocam: flautistas, citaristas e outros. Neste sentido, os intérpretes não são músicos. Para Agostinho, são pessoas de pouca cultura, socialmente iguais aos escravos. Observe-se, no entanto, que — como afirma o sociólogo bel-



Página de um exemplar do *Evangeliu secundu Sãu Lucas*, que se acredita tenha pertencido a Santo Agostinho. Extraída de *Les Grand Siècles de la Peinture*, Ed. Skira, Genebra, 1957.

ga Guillaume de Van — os intérpretes medievais eram incomensuravelmente mais universais e mais bem preparados que os intérpretes de hoje, no que tange aos princípios essenciais da música.

“Que ciência é esta tão elevada que não deve ser vista como arte vulgar?”, pergunta o discípulo ao mestre Agostinho, no tratado *De musica*. A ciência-música tem alicerce no princípio da proporção. A regularidade e a perfeição da proporção existente entre os quatro primeiros algarismos da série infinita de números são a origem do princípio da proporção. Os sons, os movimentos e as palavras podem ser, numericamente, medidos, desde que entre eles haja uma medida comum. Por exemplo: um movimento está para outro numa relação de dois para um quando ele tem duas vezes mais unidades de tempo que o outro.

Para se chegar à proporção, convém conhecer a natureza dos números que a expressam. Começemos pelo número 1, que é o princípio do número. Para contá-los, os homens alinharam os números em dezenas, centenas, milhares etc. Assim, o número 10 representa dez vezes uma unidade. O número 1.000 representa cem vezes dez unidades e assim por diante. O número 1 é indi-

visível. O 2 é o primeiro número par da série infinita. Ele se divide e no entanto não tem um meio, isto é, não tem aquela quantidade que se situa entre dois outros valores iguais. O número 2 é o começo de todos os demais. O número 1 não tem origem. Ele forma o número 2, do qual dependem os demais, através de operações de adição e multiplicação. O número 3 resulta da soma dos dois primeiros. Da série infinita, só com esses dois primeiros números é possível obter uma soma que corresponde, sem intervalos, ao número seguinte da série.

Quando se diz que 2 não é inferior a 3, da mesma forma que 1 não é inferior a 2, está-se formulando uma proposição na qual foi nomeado duas vezes o número 2, uma vez o número 3 e uma vez o número 1. Daí a soma obtida entre eles: $2+1+1=4$. É justo, de acordo com Agostinho, que o número 4 venha após o 3 porque esta proporção lhe é atribuída pela comparação. O número 4 tem algo de particular. Como se sabe, vários elementos formam uma unidade mais forte quando a parte do meio se harmoniza com os extremos e vice-versa. Assim, na série 1-2-3, os extremos 1 e 3 somados perfazem o total 4; o número 2, central da sé-

rie, só pode ser comparado a ele mesmo, isto é, somando 2 e 2 igual a 4. Esta proporção se repete entre todos os números da série infinita. Porém, só entre os três primeiros ela é capaz de produzir o número imediatamente seguinte da série. A partir do número 4, começa a aparecer uma proporção na qual os intervalos entre os números se tornam sempre maiores à medida que se avança na série. A sequência regular 1-2-3-4, cuja soma dá o número 10, oferece a chave da explicação do alinhamento dos números em dez unidades que mencionamos acima, em relação à contagem numérica.

Após estas e outras considerações sobre os números, na obra de Agostinho, mestre e discípulo dialogam sobre suas aplicações aos pés métricos e às inúmeras combinações usadas na arquitetura dos versos e das melodias. Aqui se estabelece uma relação íntima entre palavras, números e sons, na qual o número de pés não ultrapassa o número 4. Os pés são formados por sílabas, isto é, por movimentos diferentes e articulados, que se encontram nos sons. O número de sílabas ou de movimentos não deve também ultrapassar o número 4. Como numa meticulosa investigação laboratorial, Agostinho especula sobre todas as possibilidades de formação dos pés métricos e dos consequentes *modus* rítmicos musicais. Tanto para o poeta quanto para o músico, a garantia da variedade era assegurada pela combinação de pés diferentes, dentro do quadro mantido da igualdade.

A consonância musical — aquela que, como dizia Platão, está ligada à alma do universo — é a concórdia de vozes diferentes reduzidas à unidade. Quem o afirma é Boécio, filósofo, matemático, geômetra e senador do Império Romano, que provavelmente foi decapitado pelos executores das ordens de Teodorico, no ano de 526. Apelidado por muitos o 'Aristóteles latino', Boécio expôs para a Idade Média toda a elaboração musical dos gregos antigos, todas as teorias que conheceu em Alexandria, rival de Atenas.

Muitas destas teorias figuram nos vários tratados musicais de Boécio. Entre elas está a de que os sentidos nos fazem conhecer as coisas sensíveis, sem que saibamos o que elas realmente são e qual a natureza dos objetos percebidos. Assim, podemos distinguir um triângulo de um quadrado, ainda que ignoremos *a priori* as propriedades do triângulo e do quadrado. Só o estudo racional da geometria e da aritmética nos permitirá conhecê-los. Ocorre o mesmo com as percepções auditivas e, por conseguinte, com as musicais, que também devem ser interpretadas pela nossa razão. Neste sentido, a música é, antes de tudo, uma ciência, o conhecimento de certas leis que apenas a razão formula sem errar. É claro que sem



Folha 83 da partitura do antifonário de inverno *Frius quam fierent montes*, de Bedero Valtravaglia, extraída da *Storia della Musica*, vol. II, Ed. Feltrinelli, Milão, 1975.

a audição não seria possível o estudo dos sons. Mas, para Boécio, embora a razão conceba o que as mãos executam, é mais importante conceber do que executar. Para ele, a concepção da razão conserva todo o seu valor, ainda que não seja acompanhada da realização exterior. Esta, porém, seria impossível sem a primeira.

Fiar-se na razão, na linguagem de Boécio, corresponde a fiar-se nas proporções numéricas. Conta-se (verdade ou lenda?) que teria sido por meio desse processo de proporções numéricas que Pitágoras determinou as relações das consonâncias. A oitava (*diapason*), a mais perfeita de todas, foi representada pela mais elementar das proporções, a relação dupla 2/1; a décima segunda consonância ou a quinta redobrada, pela relação tripla 3/1; a décima quinta consonância ou a oitava dupla, pela relação 4/1. Depois, ele determinou as proporções superparciais, isto é, a quinta (*diapente*) pela relação sesquialtera 3/2 e a quarta (*diatessaron*) pela relação sesquitércia 4/3. Abaixo de quatro, segundo os pitagóricos, não havia consonâncias.

Há uma história narrada por Nicômaco e Gaudêncio, que Boécio repete. Passando um dia pela oficina de um ferreiro, Pitágo-

ras teria notado que este se servia de cinco martelos para bater na bigorna. Cada um dos martelos emitia um som diferente. A diferença, porém, não parecia provir da força com a qual o ferreiro golpeava a bigorna e sim dos próprios martelos. Dois deles soavam em oitava; cada um destes dois, se comparados, respectivamente, a dois outros, soava ou em quinta ou em quarta. O quinto martelo era dissonante em relação aos demais e, por isso, Pitágoras o desprezou. Curioso em identificar a causa da diferença de sons, Pitágoras teria resolvido pesar os martelos. Constatou, então, que, dos dois que soavam em oitava, um pesava o dobro do outro. Os que soavam em quinta mantinham a proporção sesquitércia, ou seja, 4/3. Admitindo-se que um martelo pesasse 12 kg, o outro pesaria 6 kg, os outros dois 9 kg e 8 kg, respectivamente, o que nos levaria às seguintes proporções: 12/6 (= 2/1); 12/8 ou 9/6 (= 3/2); 12/9 ou 8/6 (= 4/3) e mais 9/8 que é o tom, ou seja, a diferença entre a quinta e a quarta. O resultado é a própria definição da proporção harmônica, a predileta dos pitagóricos, que se apresenta na série 6-8-9-12 ou 12-9-8-6 e que, em notação moderna, se traduz na escala natural ascendente mi-lá-si-mi.

Dando continuidade aos seus cálculos, Pitágoras, em casa, teria prendido duas cordas idênticas num único prego, suspendendo pesos diferentes nas duas cordas, de modo a obter as mesmas relações que apareciam entre os martelos e a bigorna. Logo Pitágoras descobriria as mesmas proporções ao percutir metais diferentes já pesados e, finalmente, ao dividir o monocórdio em seções que representam estas relações. Consta, também, que as consonâncias e o tom (9/8) respondem às mesmas leis. Na observação das relações entre a altura dos sons e o comprimento das cordas, Pitágoras iria alicerçar o conceito fundamental da harmonia que, das cordas da lira e do intervalo perfeito da oitava a que se prendia inicialmente, saltou para todas as esferas da realidade.

A aplicação das proporções numéricas à maioria das estruturas e à estética musicais pode induzir à conclusão de que o conhecimento de música equivaleria ao saber matemático. No entanto, ao analisar, em obra recente, a estética geral da Idade Média, Umberto Eco afirma que Boécio parecia quase felicitar Pitágoras por ter empreendido um estudo da música '*relictio aurium iudicio*', isto é, 'prescindindo do juízo do ouvido'. E, embora reconhecendo o vício teoricista que caracterizaria todos os teóricos musicais da Idade Média, Eco acrescenta que tal noção teórica de proporção os levaria a determinar as relações efetivas da experiência sensível. Aos poucos, o hábito da criação iria conferir à noção de proporção significados mais concretos.

MÚSICA E CRISTIANISMO

O desempenho da música na Idade Média foi sempre múltiplo, e muito ativo em todas as classes sociais, desde os primórdios do cristianismo. No fim do primeiro século da era cristã, a música, entendida como palavra cantada, como texto e melodia, foi uma eficiente propagadora das palavras de Cristo, dos Apóstolos, dos dirigentes e teóricos de Roma, quando o Império Romano absorveu o novo credo e o transformou na ideologia religiosa do grande Estado.

A precária doutrina musical dessa época é enfática quando se refere à canção como ferramenta ideal para obter e manter as adesões à nova fé. O erudito professor grego da escola catequética de Alexandria, São Clemente, no segundo século da civilização cristã, costumava chamar Jesus Cristo de 'a nova Canção', apresentando-O como o oposto de todas as canções gregas e sobretudo de todas as lendas narradas, há séculos, pelos jograis gregos e pagãos.

O Espírito Santo, percebendo a inclinação do homem para o prazer e não para a

virtude, misturou melodias com doutrinas para que, assim, "por meio da maciez do som, pudéssemos, imperceptivelmente, decifrar o que há de sutil nas palavras de Deus, da mesma forma que na prática fazem os médicos experientes, quando querem dar as piores drogas aos doentes: lambuzam a borda do copo com açúcar." O autor destas palavras é São Basílio, fundador da ordem monástica dos basilianos, no deserto de Pontus (século III). Para Basílio, raramente alguém retinha na memória os conceitos apostólicos, mas os salmos, por exemplo, todas as pessoas sabiam cantar em casa, nas feiras e nas praças públicas.



A 'Sra. Gramática' instrui os jovens. Miniatura do Comentarário de Remígio sobre Martiano Capella, manuscrito do século X. Extraída de *Musikgeschichte in Bildern*, de Joseph Smits van Waesberghe, vol. III, parte 3, Deutscher Verlag für Musik, Leipzig, 1969.

João Crisóstomo, bispo de Constantinopla no século IV, investia de tal forma nas melopéias e outros cantos como veículos de difusão da fé católica que nem sequer considerava necessário cobrar dos fiéis e dos novos adeptos a compreensão do sentido das palavras que cantavam. "Mesmo que o sentido das palavras lhes seja desconhecido, ensine sua boca a repeti-las", recomendava o bispo. Como outros teóricos, ele também prescindia dos requisitos estéticos e dos musicais propriamente ditos, como o acompanhamento instrumental ou as qualidades vocais de quem cantava. A canção tinha uma finalidade precípua e única: levar os homens a se devotarem e a se submeterem ao novo Deus.

No século IV, o dalmata Jerônimo, patrono e autor da versão latina das Escrituras, diferenciava com sutileza uma canção de um salmo, afirmando que a primeira se dirigia à mente enquanto que os salmos se dirigiam ao corpo. Assim, "estes permitem que se fale mais diretamente aos incultos e às pessoas mais simples". Porém, o ilustre teólogo exigia que o servo de Deus cantasse com o coração, e não apenas com a voz, para que o Espírito do Mal não se apoderasse dele como antes fizera com o rei Saul.

Até mesmo Santo Agostinho, precursor de uma teoria musical que relutou em concordar com a execução de cantos durante a celebração litúrgica, por fim se rendeu e admitiu a eficácia da melodia, da música, na propagação da palavra divina: "Os prazeres do ouvido me prendem e me subjagam com mais tenacidade (...), às vezes parece-me que atribuo a eles mais honra do que lhes convém. (...) Outras vezes, preocupando-me imoderadamente com este em-buste, peço por demasiada severidade (...). Assim, flutuo entre o perigo do prazer e os salutares efeitos que a experiência nos mostra. Portanto, sem proferir uma sentença irrevogável, inclino-me a provar o costume de cantar na Igreja, para que, pelos atrativos do ouvido, o espírito demasiado fraco se eleve aos efeitos da piedade."

A essa fase de concordância quanto à utilização da música como veículo de catequese religiosa segue-se um longo período de conflitos, diretamente vinculados à produção musical eclesástica e à convivência antagonista dos chamados 'dialetos litúrgicos' com o rito praticado na Sé Romana. A diversidade dos estilos dos cantos e respectivos rituais revelam origens populares persistentes e apontam concepções que muitas vezes se fundavam em premissas radicalmente opostas. Como ilustração, pode-se apontar a participação dos fiéis nas celebrações do rito ambrosiano ou milanês, que era o oposto do estabelecimento de limites precisos à atuação dos que celebravam e dos que participavam do rito romano. Tal participação, aliás, revelou-se, na época, mais do que necessária à própria conservação do credo cristão, visto que eram frequentes e recorrentes os ressurgimentos de práticas do paganismo, como o culto às árvores, às fontes etc. Na realidade, o cristianismo quase desapareceu do norte da França, no século VII. Ainda no início do século XI, os anglo-saxões adoravam o Sol e a Lua que, como entidades, tiveram presença marcante no cristianismo primitivo.

O multifacetado conflito secular entre a Santa Sé e as várias igrejas da cristandade europeia materializou o intento de imposição do rito romano da Santa Sé e a resistência oferecida pelas demais igrejas. Não vamos abordá-lo no seu interessante aspecto sociopolítico. O que queremos apontar é a sua imediata e anunciada motivação, ou seja, os estilos das melodias e as formas de celebração dos ofícios e práticas litúrgicas. Assinalamos também o desempenho que nele teve a música como instrumento garantidor do prestígio das autoridades eclesásticas locais no confronto com o poder centralizador de Roma.

Na verdade, a unidade pretendida por Roma só ocorreu, e mesmo assim muito comprometida, após a intervenção direta

do imperador Carlos Magno, na Gália do século IX, e do rei Alfonso VI, na Espanha do século XI. O louvado 'canto gregoriano', protótipo de tal unidade, nada mais foi do que uma simples revisão dos cantos gálicos e romanos, feita por quatro tratadistas convocados pela corte de Carlos Magno para essa finalidade. Inicialmente, a tarefa foi confiada ao sábio Alcuíno, encarregado da verificação da ortodoxia dos livros litúrgicos; em seguida, vieram seus três discípulos — Raban Maur, Amalário e Strabo.

Durante o processo de centralização da produção musical e a unificação do repertório litúrgico, havia ganhado fôlego uma categoria de análise que definia o canto litúrgico como a única fonte inspiradora da invenção musical. Um critério vigente atribuía com exclusividade ao canto-chão padronizado (canto gregoriano) a qualificação que hoje denominaríamos artística, apesar da existência da prática inovadora das interpolações melódicas ou *tropus*, nos cantos sacros. Tratava-se de um processo de enriquecimento dos cantos litúrgicos através de acréscimos de sons e de temas de outros cantos. Desde o século IV, os cantores já recorriam a tal expediente. Porém, apenas no século IX houve a transbordante e rica utilização de tropos e seqüências ou interpolação de novos textos.

O SACRO E O PROFANO

A partir do século IX, torna-se explícita a convivência conflitante entre dois campos de invenção musical: o sacro e o profano. Evidenciam-se as persistentes tentativas de introduzir elementos de inspiração profana no universo da música sacra, com o vigor de uma prática espontânea, e se estrutura a poderosa resistência oferecida pelos guardiães da liturgia, impedindo essa intromissão. Mas foi tal o ímpeto da prática das interpolações que as autoridades eclesiásticas foram levadas a optar pela tolerância, pela admissão delas, para afastar a ameaça de um bloqueio da invenção musical — os compositores da Igreja compunham também cantos laicos —, embora as obras interpoladas tenham sido sistematicamente excluídas do repertório litúrgico oficial. As interpolações representavam uma nova música, uma influência decisiva da invenção profana contemporânea na produção musical da Igreja.

Concomitantemente a essa penetração da mentalidade e das técnicas musicais profanas no domínio da composição sacra e litúrgica, por outro lado, no universo laico, um sem-número de jograis e mimos prosseguia no mister de cantar e dançar, de representar e poetar. Do século VII ao XIII — apogeu desses poetas e músicos —, o silêncio depreciativo dos teóricos (em gran-



'A música e seus acompanhantes', miniatura italiana do século XIV que ilustra *De Arithmetica*, de Boécio. A figura central, tocando um órgão portátil, personifica a música. À sua volta, músicos exemplificam os principais instrumentos tocados na Idade Média. Extraída de *Instruments of the Middle Ages and Renaissance*, de David Munrow, Oxford University Press, Londres, 1979.

de maioria homens da Igreja), seguido pelas perseguições, condenações e penas infamantes aplicadas por eclesiastas e por autoridades administrativas, acompanharam incansavelmente a produção e a atuação musicais desses personagens populares. Imperturbáveis, porém, tais personagens continuaram enriquecendo o repertório de melodias e versos, cantando o cotidiano dos seres humanos e as figuras do universo das representações religiosas, que povoavam o imaginário da época. E jamais interromperam a grande marcha, cuja partida fora dada pelos itifalos de Sición, pelos diquelistas de Esparta e pelos etelontes de Tebas — as três vertentes longínquas de taumaturgos, palhaços e dançarinos gregos, ancestrais dos mimos e jograis latinos da Idade Média. Essa marcha seguiria em demanda à Grande Grécia e, depois, às terras férteis do Norte, uma vez derrotado o Império Romano, e ali, juntando-se aos bárbaros, tais personagens populares se espalharam pelas nações ocidentais. Como seus antepassados, de ouvidos atentos às exigências do público, poetas e músicos orientaram suas preocupações para a diversidade de estilos,

para a contínua renovação do conteúdo e da forma das canções.

Num cenário cultural em que já eram patentes os indícios de dessacralização das relações sociais e onde também eram visíveis os da transferência do poder temporal para os setores médios da sociedade laica, a pujança das melodias populares forçou certas referências aos estilos dos jograis, tanto na doutrina musical quanto em textos da literatura eclesiástica. O Penitencial do Arcebispo de Canterbury, no século XIII, apresentava uma descrição dos jograis, criando uma categoria de jograis bons, ao lado de duas outras. Havia a categoria dos que faziam uso indigno do próprio corpo e gestos obscenos, que se despiam impudicamente, praticavam magias e usavam máscaras; e havia a dos *scurrae vagi*, vagabundos que se deslocavam com as cortes dos grandes senhores e cuja profissão consistia em propalar ignomínias de uns e elogios dos outros.

Os hístriões considerados bons eram os que tocavam instrumentos, não freqüentavam as tavernas e cantavam as vidas dos santos, ou seja, os que se punham, uma vez



*Je dois chanter de ce que ne voudrais,
tant ai rancœur de lui dont suis l'amie:
moi, je l'aime plus que nulle chose au monde;
vers lui ne me vaut pitié ni courtoisie,
ni ma beauté, ni mon prix, ni mon sens:
tout ainsi je me vois trompée et trahie,
comme je devrais l'être si j'étais laide à voir.*

A chan . tar m' er de so qu' eu no vol ri . a,
Car eu l' am mais que nul . la . ren . que si . a .

Tant mo ran cur de lui cul sui a mi . a
Vas lui rom val . mer ces ni cor . to . xi . a ,

Ni ma bel . tatz ni mos pretz ni — mos sens;
C' a . tres . si' m' sul en . ga . nad' o tra . hi . da ,
Com de gr' es . ser . s' eu fos do . sa vi . nens .

A chanter m'er, da Trobairitz, canção de amor cortês do século XIII, em notação da época e transcrita para a notação moderna. Extraída de *Les Troubadours*, de Henry Davenson, Editions du Seuil, Paris, 1961.

mais, a serviço da fé cristã. Esses historiões, no século XIII, mereceram citação no tratado intitulado *De musica*, do teórico Johannes de Grocheo. Vale citar o trecho referente à canção dos jograis bons: "...este tipo de canto deve ser feito para os homens idosos, homens que trabalham, e para pessoas de nível médio, quando estiverem descansando de sua costureira labuta e que assim, ao ouvir cantar as misérias e as calamidades dos outros, mais facilmente poderão suportar as suas, e assim a função dele será mais alegremente cumprida". Portanto, este tipo de canto é um apoio a todos Estado.

O interesse por determinado gênero musical jogralesco tornar-se-á explícito na doutrina musical, quando a classe dos jograis e sobretudo a dos trovadores atingirem os respectivos apogeuos performáticos, quando já terão alçado a língua vulgar à categoria de língua literária e quando a canção profana ombrear-se com os estilos mais refinados do repertório eclesiástico.

POETAS E MÚSICOS

Ninguém melhor (ou em melhor tom, já que falamos de música) parejou a criação profana à litúrgica ou sacra do que os poetas-músicos de Provença. Serão eles os

últimos personagens da ciência-música deste nosso relato. Na Ocitânia, região do sul da França, a música terá por *partner* inseparável um idioma peculiar, uma longa simbiose, iniciada após a invasão romana do século II, entre o latim popular, trazido pelos invasores, e as estruturas linguísticas dos inúmeros idiomas primitivos da região: a *langue d'oc*. Rica em sonoridades especiais, em parte resultantes da presença de muitos monossílabos e do uso de vocábulos sincopados, a *langue d'oc*, nas mãos dos poetas da Ocitânia, se metamorfoseou em cantos de amor cortês, de trabalho, de louvor, de críticas, inovação, desafio, em danças, jogos e adivinhações. Foram versos e melodias que circularam por uma zona geográfica e cultural que do Languedócio se estendeu à Catalunha, à Provença, à Gasconha, dali para o sul e do Limousin, de Auvergne e do Dauphiné para o norte da França.

As circunstâncias sociopolíticas peculiares do sul da França que a transformavam numa região praticamente autônoma (sobre a qual a Coroa francesa e o Papa exerciam um domínio mais nominal do que efetivo) serviram de cultura fértil para este encontro entre melodias refinadas e a *koiné* dos trovadores. Tais melodias eram o auge de uma invenção incessante de incontáveis canções, durante séculos. A *koiné*, idioma

provavelmente brotado do trabalho de criação e divulgação dos jograis, sobretudo daqueles que buscavam desenvolver uma forma de comunicação entre as diversas regiões dialetais, contribuiu para uniformizar a fala, os gostos, a maneira de sentir de várias comarcas, como ensina o mestre Menéndez Pidal, em *Poesía juglaresca y juglares*.

Datam do século XI as primeiras canções da lírica trovadoresca conhecidas. São 11 poemas da autoria de Guilherme IX, duque de Aquitânia (que também possuía o título de Guilherme VII, conde de Poitiers), poeta irreverente, homem da nobreza que se comportava como alegre e desabusado jogral. A produção musical dos trovadores se estendeu até fins do século XIV, atingindo o ápice nos séculos XII e XIII. Subsistiram apenas 207 melodias dos trovadores e 1.700 canções dos troveiros, poetas-músicos da *langue d'oïl* do norte da França. Durante séculos, pairou silêncio total sobre a obra dos trovadores. Sua descoberta, em meados do século XIX, em diversos aspectos, foi renovadora e fundamental para a musicologia e a pesquisa musical.

Neste período, música e poesia — que estavam sempre juntas como o moinho e o vento — anunciam a grande descoberta: a *joie d'amour*, isto é, cantar o amor puro e carnal, "a alegria da razão e dos sentidos"

(como dizia o trovador Bernard de Ventadour). Os trovadores se encarregavam de cantar as necessidades profanas dos homens enquanto a Igreja mantinha seus músicos em função de suas necessidades religiosas e dos princípios que regiam a invenção e a execução musicais litúrgicas. No ambiente cultural dos séculos XII e XIII, a ciência-música se enriqueceu com o reconhecimento do valor da sua face profana e apresentou a ouvidos admirados a nova qualidade de seus sons e tons.

A primeira delas poderia ser a escolha volitiva da linha melódica monódica, a uma só voz, quando o canto eclesiástico, desde o século IX, se interessava pela polifonia, o canto de várias vozes. Os trovadores são os melodistas da Idade Média e até mesmo os tardios trovadores alemães do século XVI, os mestres-cantores, herdeiros do polifonismo exacerbado da música sacra e profana do século XV, optaram pela forma monódica de composição.

Por outro lado, porém, embora não fossem impermeáveis à influência da música eclesiástica, os trovadores dão mostra de uma inspiração bem francesa e bem simples. Apesar de aristocrática, nessa inspiração transparece uma longa convivência com a música popular. Tal convivência terá contribuído para a escolha da monodia como forma de expressão. A simultaneidade de vozes do canto polifônico exige, ritmicamente, mensuração precisa, uma vez que qualquer movimento executado com liberdade rítmica poderia comprometer todo o canto. É certo que a melodia monódica é também música medida porque dispõe de um fundamento rítmico regular. Este fundamento, porém, não segue um princípio métrico rigoroso. Dentro dos ritmos básicos, os trovadores deixavam aos intérpretes espaço para as variações que tanto o texto quanto a entonação da obra permitissem.

A adoção da prática da música ficta (a que sofre alteração dos intervalos entre as notas que compõem a melodia, por meio de sinais convenientes — sustenido, bemol e bequadro) resultou do desejo de se afastar da modalidade da música litúrgica, de diferenciar sua sonoridade daquela do canto-chão. Permitiu-se, assim, à canção uma flexibilidade rítmica muito maior e ao intérprete espaço para nuançar seu canto. Além disso, os trovadores contribuíram em larga medida para a preparação da tonalidade moderna, ao modificar certos modos gregos antigos com insistente sustentação (elevação de meio tom) das notas fá e dó. Instintivamente, ao obedecerem à lei da atração musical, tornaram mais suaves os fins de frases, usando a nota sensível, isto é, diminuindo de meio tom a distância entre o sétimo e o oitavo graus da tonalidade escolhida.

A CIÊNCIA-MÚSICA SE TRANSFORMA

O século XII foi o apogeu dos trovadores da *langue d'oc*. Seu declínio acompanha o extermínio dos albigenses ou cátaros, heréticos cuja igreja já estava solidamente instalada no Alto-Languedócio desde 1165, nas cidades de Toulouse, Albi, Agen, Pamiers, Carcassonne e vizinhanças. Por ter angariado maior número de adeptos numa região de ateliês produtores de tapeçarias e roupagens, a heresia cátara ficou conhecida como a 'heresia do fio de lã'.



Jogralesa dançarina (século XI). Extraída da *Storia della Musica*, vol. II, Ed. Feltrinelli, Milão, 1975.

A Coroa da França e o Papado romano se associaram na conveniência de pôr fim à heresia cátara e na conquista de uma rica indústria de tapeçarias e de uma faixa da costa mediterrânea. Desistindo do envio de novos sacerdotes para tentar converter os infiéis da região, após o assassinato de um missionário nomeado por Inocêncio III em 1208, o rei Felipe Augusto organiza a 'cruzada fácil' (na expressão cunhada pelo historiador Le Roy Ladurie). Tratava-se de uma cruzada que não exigia travessias marítimas nem enfrentava competição de outras cruzadas. E ainda que a empresa se apresentasse 'fácil', os seus participantes teriam o perdão dos pecados e receberiam como prêmio os bens dos heréticos, segundo o costume.

Em 1209, vinte mil cavaleiros chegam ao Languedócio, entre os quais o terrível Simon de Monfort, conde de Leicester. As cidades resistem. Pierre de Aragão e outros trovadores se unem à resistência. Em pouco tempo, no entanto, Raymond VII, defensor de Toulouse, é derrotado. Os conquistadores exigem sua filha em casamento para o irmão do rei, Luís, mais tarde santificado por Roma. Poucos anos depois, a princesa morre sem deixar herdeiros e o Languedócio é anexado à Coroa da Fran-

ça. Outras propriedades passariam para as mãos de nobres cavaleiros do Norte, também por meio de casamentos com ricas herdeiras locais.

Após o fragor das armas, instala-se na Ocitânia a Inquisição, a serviço do papa Inocêncio. Só em 1350 o Santo Ofício deixaria o sul da França. A heresia seria, então, considerada extinta. No cenário que se seguiu, não houve mais condições para a sobrevivência da lírica trovadoresca, que só não sucumbiu totalmente com os cátaros por já ter se expandido, como *langue d'oil*, para terras do Norte.

No fim do século XIII, o canto profano se vale da técnica polifônica em prejuízo do íntimo entrosamento existente entre o ritmo musical e a métrica poética. O interesse pelos progressos rítmicos, o gosto pela polifonia complexa e a aspiração de modernismo da *ars nova* do século XIV levaram a música para a busca de autonomia. Na metade do mesmo século já era possível dispor de um repertório relativamente importante de melodias instrumentais.

Assim como a indústria se dividia em várias especialidades isoladas, também se divorciaram as expressões da nova cultura. Depois do divórcio entre música e poesia, veio a separação entre pintura e escultura. Ainda no século XIV, a música ganha a denominação de 'coisa'. "Todas as minhas coisas foram feitas de acordo com o seu gosto e especialmente para você", escreve o trovador francês Guillaume de Machault a sua *dame* Perrone D'Armentière, referindo-se à coletânea de melodias que ele mesmo intitulava *Res d'Allemagne*.

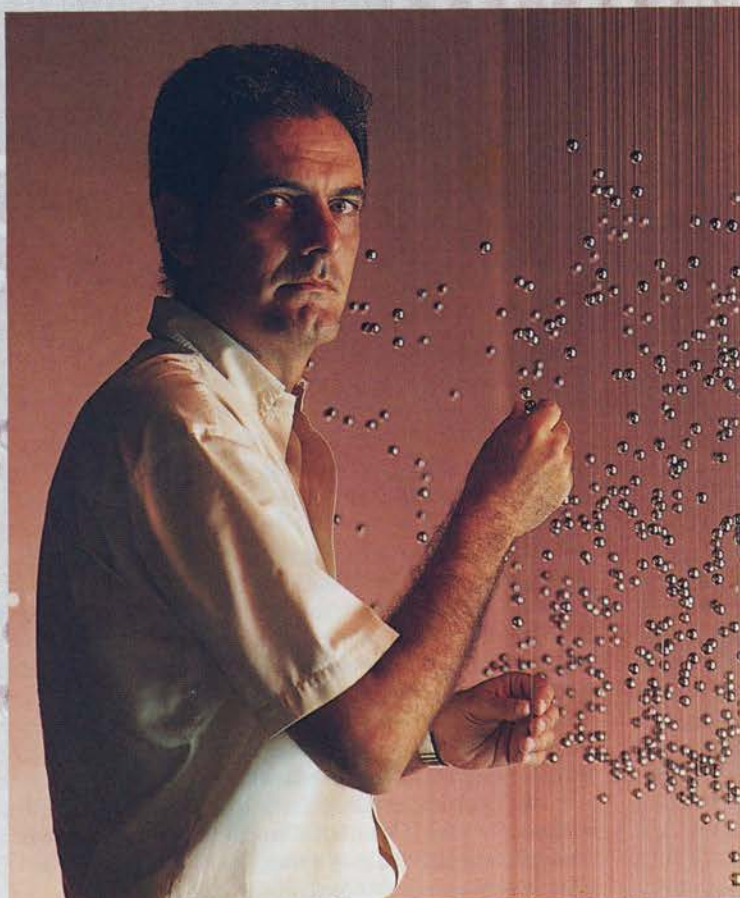
De um conhecimento necessário e integrado ao cotidiano medieval, a música será, aos poucos, inserida no âmbito de uma atividade especializada, desenvolvida por iniciados, até se confinar entre as fronteiras do profissionalismo voltado para o lazer. Assim transformada, a música perderia definitivamente aquele *status* de mister essencial que, por tantos séculos, gozara na Idade Média.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- AGOSTINHO S., 'De musica, libri sex' in *Oeuvres*. Paris, Desclée de Brouwer et Cie, 1947.
MACHABEY A., *Génèse de la tonalité musicale classique — des origines au XVème siècle*. Paris, Richard Masse éditeurs, 1953.
FARAL, E., *Les jongleurs de France au Moyen Age*. Paris, Honoré Champion éditeur, 1964.
BECK J., *La musique des troubadours*. Paris, Stock Musique, 1979.
PIDAL R. Menéndez, *Poesía juglaresca y juglares*. Madrid, Espasa-Calpe, Colección Austral n° 300, 1983.

ENTREVISTA

AS MURALHAS DO UNIVERSO



Paulo S. Pellegrini

Entrevista concedida a Alicia Ivanissevich,
Ciência Hoje, Rio de Janeiro

Mapear o universo é uma tarefa a que diversos astrônomos se dedicam para tentar contestar ou aprimorar os modelos cosmológicos da formação do universo. Enquanto pesquisadores do Centro de Astrofísica do Instituto Smithsonian, de Harvard, realizavam na década passada o mapeamento do hemisfério Norte, uma equipe do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, coordenada por Luiz Nicolaci da Costa, iniciava um levantamento semelhante no hemisfério Sul.

Com a primeira etapa do mapeamento do Sul concluída em 1987, teve início uma nova fase de observações, para cobrir uma região mais profunda do universo. Paulo Pellegrini, integrante da equipe de Nicolaci, relata nesta entrevista os dados mais recentes: foi identificada uma interseção entre paredes de galáxias, onde se concentra grande quantidade de matéria, que poderia ser responsável pelo deslocamento do Grupo Local — conjunto de aproximadamente 30 galáxias diretamente ligadas, do qual a nossa galáxia faz parte — em direção às constelações de Hidra e Centauro.

— *De que forma o mapeamento de galáxias pode contribuir para o entendimento da formação do universo?*

— Existem duas hipóteses que tentam explicar a formação de estruturas no universo. Uma imagina que, após a explosão do *Big Bang* há bilhões de anos, a matéria teria passado por um processo de aglutinação, seguindo uma hierarquia dos menores sistemas para os maiores. Dessa forma, as galáxias se formariam primeiro e se aglutinariam em estruturas maiores. A outra suposição parte do princípio de que grandes concentrações de matéria teriam se formado primeiro, para depois se fragmentar e dar origem às galáxias. Essa é uma questão que ainda não está resolvida e que o mapeamento de galáxias pode ajudar a esclarecer, através do estudo da distribuição da matéria no universo. À medida que se mapeia uma região extensa, cria-se uma base de dados observacionais fundamental para testar modelos de evolução de estruturas simulados em computador. Um determinado cenário teórico simulado, para estar correto, deve reproduzir as propriedades de distribuição de matéria que vemos hoje, das galáxias às grandes estruturas.

— *Qual foi o principal motivo para a realização desse mapeamento no hemisfério Sul?*

— O mapeamento do hemisfério Norte já tinha sido feito por pesquisadores do Centro de Astrofísica do Instituto Smithsonian, sob a coordenação de Marc Davis e John Huchra, e contribuiu bastante para compreender-se como as galáxias se distribuem e se aglutinam no universo próximo. O levantamento, entretanto, indicou a importância local de uma concentração muito grande de galáxias — o chamado aglomerado de Virgo —, que dominava o volume examinado e para o qual o grupo de galáxias que inclui a nossa estaria 'caindo'. No Observatório Na-

cional, a nossa meta foi fazer esse mesmo mapeamento para o hemisfério Sul, de forma a contribuir com uma região mais ampla para o estudo da formação de estruturas no universo. Quando se estuda uma região maior, os efeitos das atrações locais têm sua importância relativa diminuída na medida em que outras fontes de atração são também consideradas, permitindo uma concepção mais completa das diferentes forças atuantes. Por isso, interessava estudar o hemisfério Sul, onde há poucos aglomerados ricos e próximos, como Virgo.

— *Como foi feito esse mapeamento do Sul?*

— Fizemos boa parte do trabalho no telescópio do Observatório Nacional, em Brasópolis (MG), hoje gerenciado pelo Laboratório Nacional de Astrofísica. A coleta de dados começou em 1981 e levou sete anos. O coordenador do projeto, Luiz Nicolaci da Costa, eu e Christopher Willmer fomos os responsáveis pelo levantamento no Brasil. Parte das observações foi feita no Chile, na África do Sul e na Argentina pelos nossos colaboradores de Berkeley e das universidades de Cidade do Cabo e Córdoba.

Para poder realizar as observações, utilizamos um detector, construído em Harvard pelo engenheiro brasileiro Marcos Nunes, e na área de *software* tivemos o apoio de Charles Rite, ambos de nossa equipe. O detector é um aparelho que se acopla ao telescópio e serve para medir a intensidade de luz ao longo do espectro de uma galáxia. Por causa da expansão do universo, as galáxias se afastam umas das outras com velocidades proporcionais às distâncias relativas (lei de Hubble) e seus espectros observados são deslocados para o vermelho (*redshift*). Quanto maior a velocidade, maior o deslocamento que, medido, fornece a velocidade de recessão da galáxia e, em primeira aproximação, sua distância.

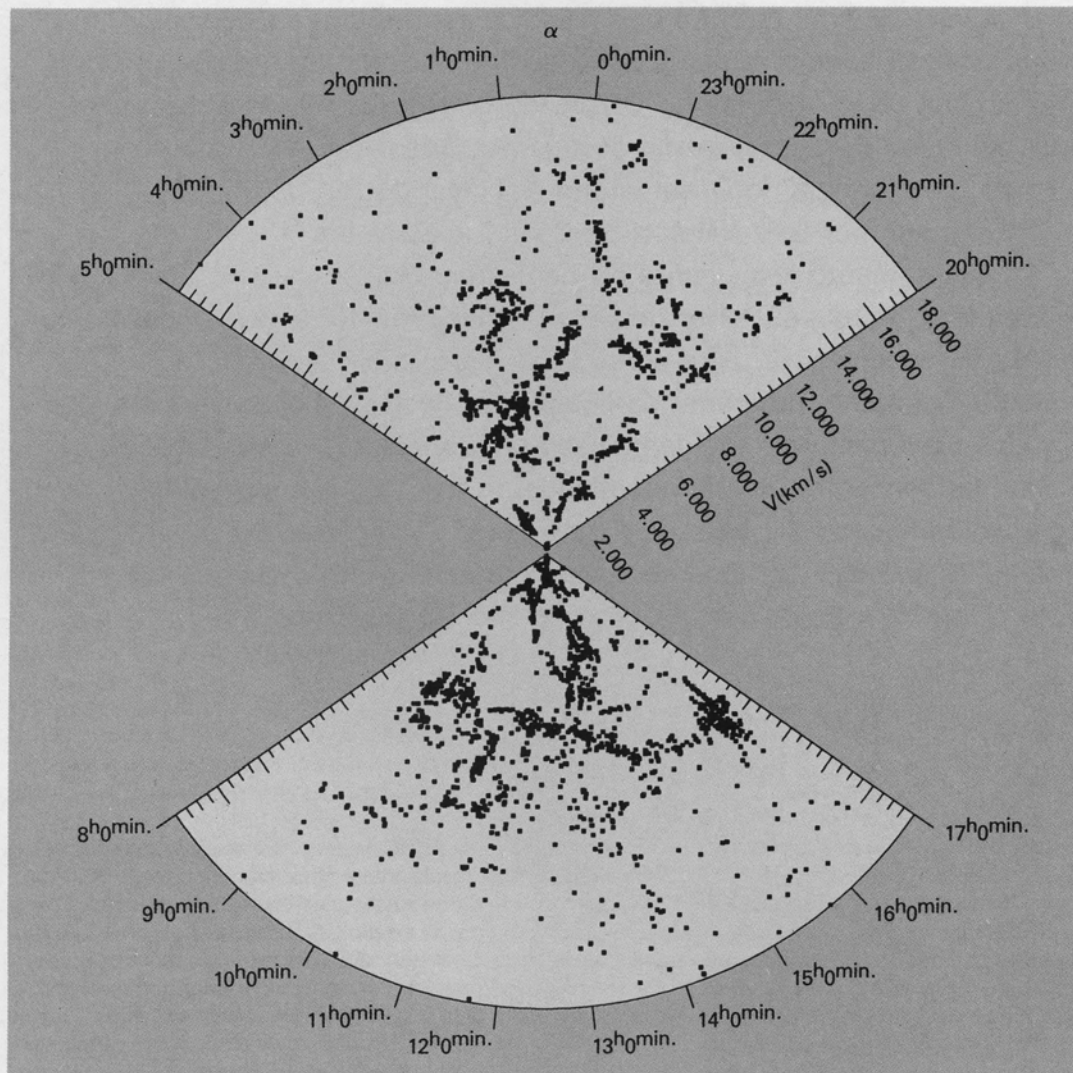


FIGURA 1. Distribuição de galáxias situadas em uma fatia (aproximadamente um plano) que se estende para o hemisfério Sul (acima) e Norte (abaixo). Cada ponto representa uma galáxia. Seções das muralhas podem ser notadas como as maiores concentrações alinhadas. Os vazios e a estrutura celular podem também ser percebidos, especialmente para valores de velocidade inferiores a 10.000 km/s. A distância máxima nesta figura é de 180 Mpc (1 Mpc = 3×10^{19} km). A escala ao longo do arco se refere à posição na esfera celeste ($1^h = 15^\circ$); a escala radial corresponde à velocidade de recessão das galáxias (associada à distância).

— *Quais são as principais diferenças detectadas em relação ao mapeamento do Norte?*

— Pelo fato de não termos, ao contrário do hemisfério Norte, um aglomerado ‘atrapalhando’ a visualização, conseguimos ver um pouco melhor as grandes estruturas. As galáxias se situam preferencialmente em paredes, como se fossem imensos blocos distribuídos e orientados aleatoriamente pelo espaço, formando células irregulares. Entre essas paredes, há enormes vazios.

— *Qual seria a explicação para essas grandes concentrações?*

— Existem dois cenários importantes que tentam justificar a existência dessas estruturas. Na explosão inicial do universo, nada ocorreu de forma absolutamente homogênea e uniforme. Em alguns pontos, ocorreram concentrações maiores de matéria por causa de perturbações localizadas. Se, dentro de um certo volume, há muita massa, ela pode se tornar autogravitante. Isto significa que essa massa vai acabar por se destacar do resto, dando origem a um certo tipo de entidade, que pode ser um objeto subgaláctico (de massa menor que uma galáxia), do tamanho de uma

galáxia, ou mesmo muito maior. Se as primeiras formações forem pequenas, elas evoluem, condensando-se em outras. Objetos subgalácticos aglutinam-se em galáxias, que se reúnem em grupos ou aglomerados, podendo formar superaglomerados e grandes estruturas. É uma formação hierárquica.

Se, ao contrário, as primeiras formações são muito grandes, a evolução é diferente. Por efeito de sua própria gravidade, elas colapsam ao longo de uma dimensão e formam estruturas muito achatadas, como panquecas. Estas, por sua vez, fragmentam-se e formam galáxias. Tais processos de evolução de estruturas no universo podem ser simulados e comprovados em computadores, de acordo com as diversas condições iniciais criadas para testar essas duas hipóteses.

— *Quais são as diferenças básicas nas condições iniciais desses dois cenários?*

— Para entender essa questão é necessário primeiro entender o papel de um tipo de matéria escura na evolução do universo. Nos instantes iniciais, após o *Big Bang*, toda a matéria do uni-

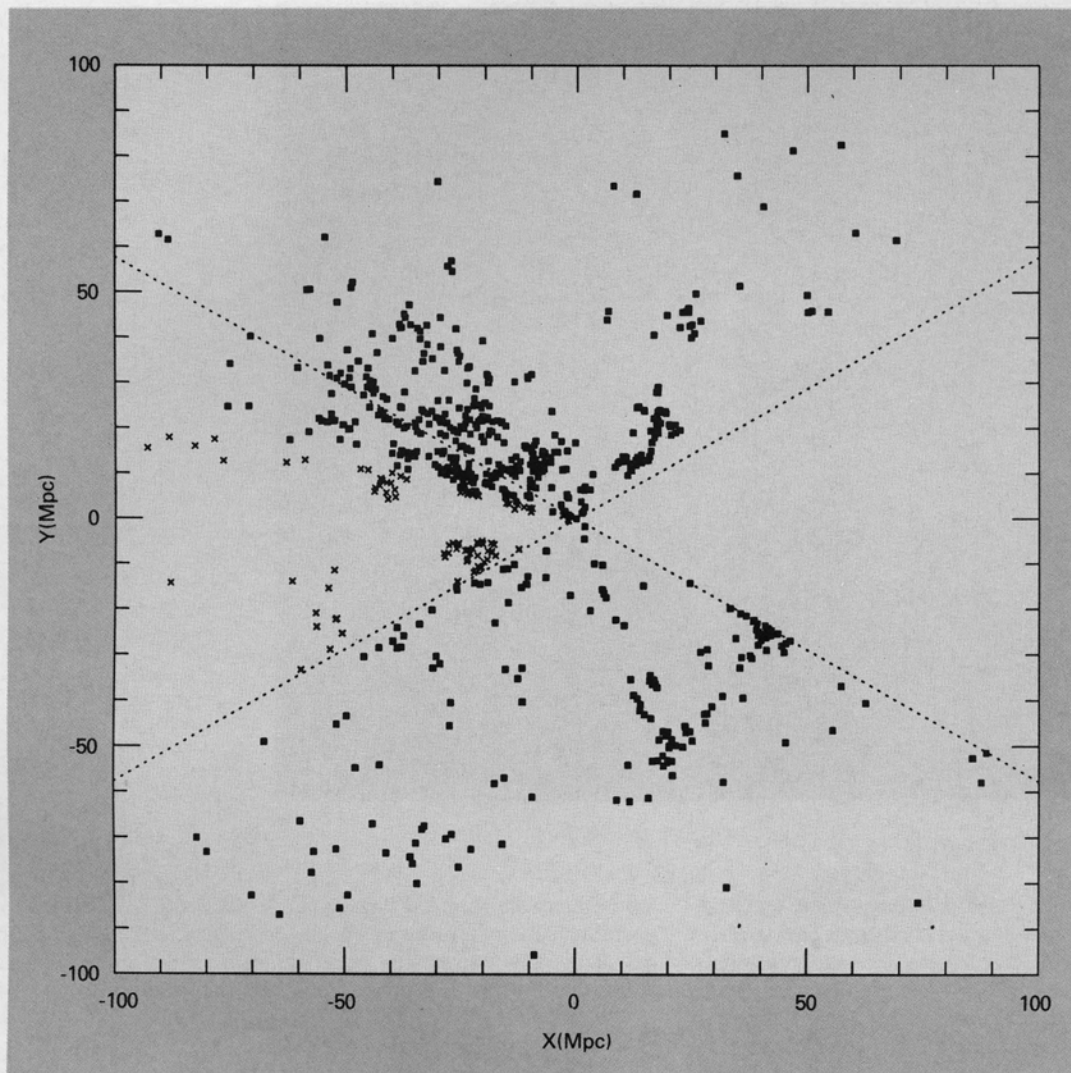


FIGURA 2. Uma fatia da distribuição de galáxias contendo o Grande Atrator pode ser identificada na grande concentração de galáxias, acima à esquerda. No gráfico, esta estrutura apresenta-se como uma parede quase perpendicular. As linhas tracejadas indicam o limite óptico imposto pelo disco de nossa galáxia. Os pontos assinalados com (x) são determinações feitas muito próximas ao plano desse disco e, portanto, menos confiáveis.

verso se encontrava sob a forma de seus constituintes mais elementares. Mais elementares que elétrons, nêutrons e prótons. A história posterior do universo depende de qual ou quais partículas elementares dominavam no momento em que as primeiras perturbações ocorreram. A física de partículas moderna teoriza a existência de partículas que só interagem gravitacionalmente e não emitem qualquer tipo de radiação, sendo, portanto, 'invisíveis'. Hoje suspeita-se que algumas dessas partículas tenham dominado no momento da formação de perturbações e que as concentrações desse tipo de matéria funcionaram como 'semente' para a posterior formação das concentrações de matéria visível. A matéria visível caiu no potencial gravitacional criado pelas concentrações de matéria escura. Se as partículas da matéria escura têm baixa velocidade, condensações desse material de pequenas dimensões (subgalácticas) não se desfazem pelo próprio movimento das partículas. Isso dá origem à formação hierárquica. Se as partículas têm velocidades relativísticas (próximas da velocidade da luz), pequenas condensações são diluídas e só as grandes condensações sobrevivem, dando origem ao outro cenário.

— *O que significa espaço vazio no universo?*

— Se ocorre algum tipo de perturbação numa região, concentrando matéria, esta acaba atraindo mais matéria, o que deixa vazios no universo. Em determinados locais, a matéria se concentrou à custa de um 'esvaziamento' da região em volta. O que não se pode afirmar é se esses espaços onde não se observam galáxias estão, de fato, vazios. Existem fortes indícios de que a matéria escura possa representar 90% de toda a matéria do universo. O homem pode estar 'vendo' apenas uma parte pequena dele, que seria a parte luminosa, isto é, que emite qualquer tipo de radiação (luz visível, rádio, raios x, gama etc.). Então, quando falamos de vazios (*voids*), estamos nos referindo a vazios de matéria luminosa.

— *Mas, quando se afirma que há vazios entre as paredes de galáxias, pode-se tratar tanto de matéria escura como da não-existência de matéria?*

— Se a matéria escura, na forma de partículas elementares, teve realmente esse papel na formação de estruturas no universo,

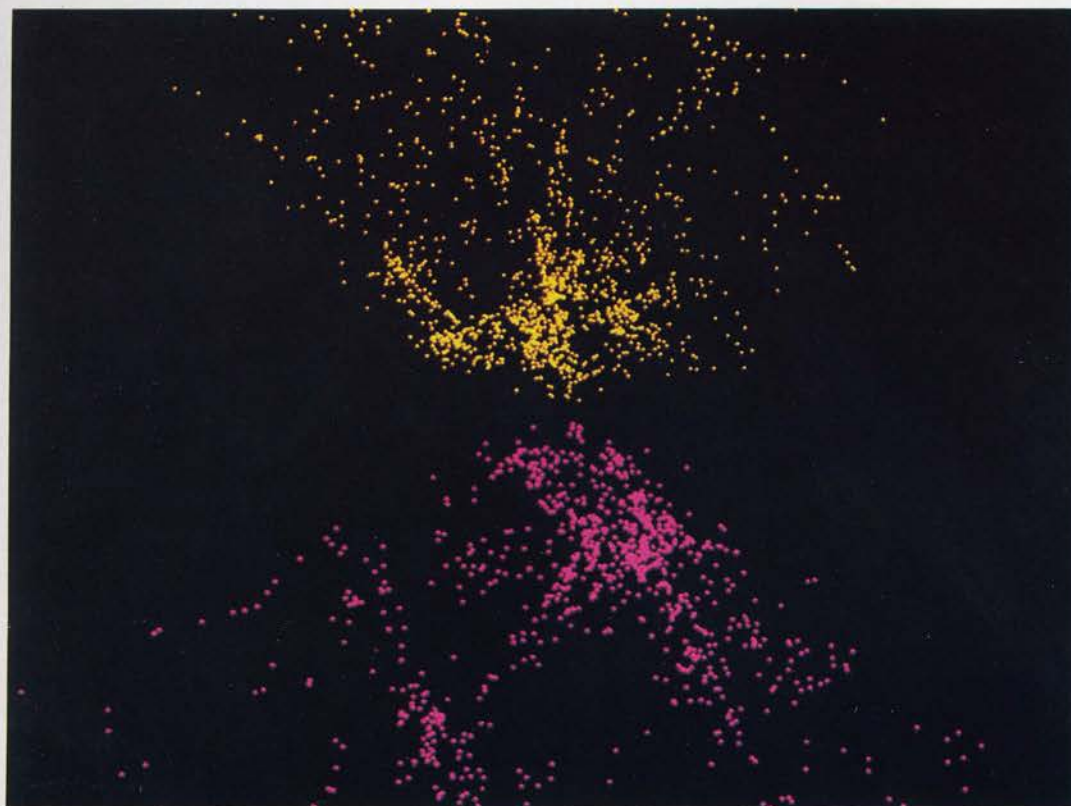


FOTO CEDIDA POR PAULO S. PELLEGRINI

FIGURA 3. Distribuição espacial de galáxias, vista de um ângulo que permite visualizar uma parede de perfil, cortando o gráfico quase na direção vertical, e outra, também de perfil, à esquerda. A interseção destas duas estruturas é o local apontado pelas análises teóricas para conter o Grande Atrator.

deve haver nesses vazios alguma quantidade desse material. Quanto à matéria visível, os dois cenários que competem para explicar a formação das grandes estruturas prevêem diferentes resultados. Se as primeiras concentrações que se formaram foram grandes estruturas, não deve haver galáxias nos vazios, pois elas se formaram posteriormente, por fragmentação daquelas estruturas. Isto significa que todas as galáxias, neste cenário, estão contidas nas muralhas. Se a evolução partiu de condensações pequenas que se aglutinaram em sistemas maiores, também se espera que as galáxias estejam concentradas nas grandes estruturas. Mas prioritariamente nas de maior massa. Pode haver galáxias de pouca massa e baixo brilho — ou mesmo condensações de pouquíssima massa, cuja gravidade não tenha sido suficiente para ‘criar’ uma galáxia — que não participaram da aglutinação e se encontram nos vazios. São objetos que nenhum telescópio até hoje conseguiu detectar. Mas uma coisa é certa: a matéria visível se concentra preferencialmente nas grandes estruturas hoje em dia perceptíveis nos mapeamentos.

— *As muralhas foram identificadas apenas no hemisfério Sul?*

— Quando finalizamos a primeira etapa do mapeamento, conseguimos visualizar as muralhas a partir dos gráficos de uma montagem tridimensional. Foi justamente quando Margareth Geller e John Huchra, do Centro de Astrofísica, estavam começando o seu mapeamento mais fundo. Logo na primeira fatia de céu que analisaram, eles encontraram uma parede de galáxias que chamaram de Grande Muralha. Nossa equipe já tinha mencionado o nome de muralha ou parede, mas o fato só ficou realmente conhecido quando os pesquisadores de Harvard, com os quais co-

laboramos atualmente, divulgaram o seu achado. Essas paredes, portanto, são observadas nos hemisférios Norte e Sul. À medida que se mapeia mais fundo, observam-se mais e mais muralhas. É um quadro que se repete em diversas regiões do universo.

— *O que seria o Grande Atrator?*

— Todo o universo interage gravitacionalmente: onde há mais massa, há maior atração. A gravitação parece ser a força dominante que determina as formas das estruturas e como elas evoluem. A nossa galáxia faz parte de um grupo, denominado Local, que reúne cerca de 30 galáxias gravitacionalmente ligadas. Existe aparentemente um movimento do Grupo Local em direção às constelações de Hidra e Centauro, onde há um superaglomerado de galáxias. Na década de 1970 já se suspeitava que esse superaglomerado estaria atraindo o Grupo Local.

Em 1986, quando os levantamentos do Norte e do Sul ainda não estavam concluídos, um grupo de sete pesquisadores de prestígio na astronomia internacional — D. Lynden-Bell e colaboradores —, que ficou conhecido como os ‘Sete Samurais’, construiu um modelo que tentava mapear o campo de velocidades das galáxias na nossa vizinhança. A partir dessa modelagem, surgiu a hipótese da existência de um Grande Atrator na direção das constelações de Hidra e Centauro. Só que esse atrator estaria situado exatamente na direção do disco da nossa galáxia, onde não conseguimos observar na faixa óptica. A Terra pertence a uma galáxia com forma de um grande disco achatado, que contém estrelas, poeira etc. Olhando perpendicularmente para esse disco, temos perfeita visualização da distribuição das galáxias, mas se olharmos na direção do disco, só vemos estrelas e poeira e não

conseguimos ver galáxias. Por isso, na faixa óptica, podemos observar dentro de um cone para cima e outro para baixo do disco. Algumas galáxias podem ser observadas com satélites ultravioleta ou infravermelho mas, para muitas análises, as amostras não são confiáveis, pois se trata de galáxias de um determinado tipo não representativo da totalidade.

Depois de um mapeamento que fizemos na direção do superaglomerado de Hidra-Centauro, mostrando que naquela região havia uma grande concentração de galáxias, Alan Dressler foi o primeiro astrônomo a fazer um grande mapeamento na mesma direção, mas incluindo o plano da nossa galáxia. Ele concluiu que realmente parece haver mais massa ali do que no resto do universo conhecido e próximo. Dressler usou a denominação de Grande Atrator para se referir a essa grande concentração de massa.

A segunda questão que se coloca hoje, e que ainda está em aberto, é saber se essa concentração de massa poderia ser responsável pelo deslocamento do Grupo Local. A equipe dos 'Sete Samurais' acredita que sim. Um outro grupo de 11 pesquisadores, ingleses na maioria e também de reconhecido nível — Rowan-Robinson e colaboradores —, fez uma modelagem diferente, partindo de uma região bem maior. Depois de analisar todas as grandes concentrações que encontraram nesse volume do universo, tentaram estimar que força elas teriam em conjunto sobre o Grupo Local. Na verdade, nenhuma das duas hipóteses responde bem à questão e permanecem as dúvidas sobre o que estaria provocando o movimento do Grupo Local.

— *Em que consistem as análises que vocês realizaram na região do Grande Atrator?*

— Reunimos as amostras existentes do Norte e do Sul, tanto nossas quanto de outros, e as analisamos, utilizando inclusive o sistema de visualização tridimensional do Centro de Astrofísica de Harvard. A despeito das limitações impostas pelo disco da nossa galáxia, Nicolaci e eu acreditamos que exatamente nessa região do Grande Atrator há uma interseção de duas paredes, onde se pode encontrar naturalmente um número maior de galáxias. É necessário, entretanto, mais algum trabalho observacional para confirmar tal idéia. Essas interseções devem ser comuns e devem se repetir em vários outros locais do universo. Este trabalho deve ser submetido a publicação até o final do ano.

— *A interseção estaria atraindo o Grupo Local?*

— Ela pode ser a responsável, mas devem existir também outras interseções no resto do universo próximo que poderiam estar exercendo forças de atração.

— *Poderiam existir então vários pólos atratores?*

— Podem existir, sim, outras forças responsáveis pelo deslocamento do Grupo Local. Se a hipótese do Grande Atrator estiver certa, significa que naquela região há muito mais galáxias do que a média, e que ele é a força dominante capaz de atrair o Grupo Local. Se não estiver certa, significa que os outros pontos de atração formam um conjunto que produz a atração final. Nosso trabalho tentou contribuir para a discussão, mostrando que essa importante concentração de galáxias tem a forma de uma interseção de paredes. Isso, de certo modo, unifica a concepção da existência de irregularidades localizadas com a de um universo onde a matéria está distribuída em muralhas. Por exemplo, se o Grupo Local está sendo atraído para o Grande Atrator, este pode representar a maior força na vizinhança, mas pode ser apenas o local onde duas paredes se interceptam.

— *O estudo das muralhas continua?*

— Em toda a região mapeada até agora, conseguimos identificar três muralhas desse tipo. Ainda representa pouco para entender como é a estrutura global. Imaginamos que essas estruturas devem se repetir e que elas provêm de perturbações que aconteceram aleatoriamente pelo espaço. As paredes se entrecruzam formando uma estrutura celular irregular. Será preciso mapear um volume bastante grande do universo para que se possa ter uma idéia do tamanho médio e das principais características dessas muralhas.

O mapeamento mais profundo começou em 1987. Nesse ano foi inaugurado o telescópio de 2,15 m do Complejo Astronómico El Leoncito, em San Juan, Argentina, e promovemos um acordo entre as nossas instituições. Deixamos lá o nosso detector para uso dos astrônomos argentinos, e em troca eles nos cedem um certo número de noites de observação por ano. Nosso detector permite observar em média 15 galáxias por noite, o que era um bom rendimento para os padrões de dez anos atrás. Com os outros colaboradores, na África do Sul e no Chile, foi possível mapear cerca de duas mil galáxias até 1987. A partir do próximo ano, vamos implantar, em San Juan, um novo detector, bem mais eficiente, construído no Centro de Astrofísica pelo engenheiro de nossa equipe. O equipamento atual deve continuar em operação em Córdoba, Argentina, onde existe um grupo de pesquisadores com os quais colaboramos.

— *Nesta segunda etapa, o que vocês conseguiram mapear?*

— Temos feito a segunda etapa do mapeamento em fatias de céu, como o Centro de Astrofísica vem fazendo no Norte. Atualmente este é um projeto em colaboração. Tal estratégia proporciona resultados preliminares mais rápidos. Em metade da área de céu mapeada antes, já duplicamos a profundidade, o que significa cerca de 1.500 galáxias a mais. Essas fatias mais profundas vão nos dar uma visão tridimensional mais assegurada e caracterizarão melhor as propriedades de aglutinação das galáxias.

— *Vocês pretendem continuar nesse projeto por vários anos?*

— Sim, porque os subprodutos desse trabalho são muitos e existe uma continuidade natural para ele. Por exemplo, pretendemos estudar certas propriedades das galáxias, como o conteúdo estelar e a evolução química, e examinar efeitos ambientais sobre as propriedades globais desses objetos. Muito importante também é mapear o campo de velocidades das galáxias num volume significativo do universo. Essa importância se deve ao fato de que as velocidades particulares de cada galáxia são afetadas não só pelas outras galáxias que vemos, mas também pela matéria escura. Então, mapeando as velocidades, temos informações sobre toda a matéria existente no volume examinado. Para isso, temos que determinar distâncias por métodos diferentes da velocidade radial observada, porque ela também tem uma componente da velocidade particular. Esses métodos existem como consequência do conhecimento das propriedades globais das galáxias. Nesse sentido, estamos coordenando um esforço para instalar no Brasil uma gigantesca antena de rádio, como a de Arecibo, em Porto Rico, de 500 por 300 m, que permitirá a determinação de um dos parâmetros necessários para este mapeamento. É um projeto multinacional pela sua envergadura e que poderá trazer inúmeros benefícios para a própria ciência brasileira, pois várias áreas de pesquisa poderão utilizar esse equipamento para suas atividades, como a radioastronomia em geral, a cosmologia, a física de pulsares e estudos da ionosfera, entre outros. ■

CENÁRIOS DA AMAZÔNIA

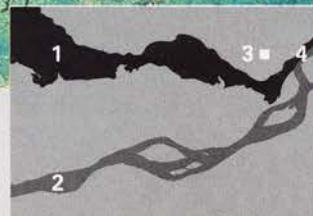
IMAGEM DO SATELITE LANSAT TM, CEDIDA PELO INPE.



Este artigo procura sintetizar as teses e conclusões científicas dos 'Macrocenários da Amazônia — Cenários alternativos e cenário normativo da Amazônia no horizonte do ano 2010', trabalho elaborado em conjunto pela SUDAM (Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia), BASA (Banco da Amazônia S/A) e SUFRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus), com apoio do PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento).

A Amazônia é o espaço do futuro: tem diante de si um amplo leque de alternativas de desenvolvimento que permitem prever diferentes horizontes e perspectivas para as próximas décadas e gerações. Esses futuros prováveis dependerão tanto de circunstâncias externas à região como de suas potencialidades e limitações. Em suma, o futuro dependerá da forma pela qual os componentes políticos, econômicos, sociais e ambientais, dentro e fora da Amazônia, vão se articular nas próximas décadas, abrindo oportunidades ou criando dificuldades para a região.

Os possíveis cenários aqui apresentados para a Amazônia foram elaborados com base na análise das diferentes combinações dos comportamentos prováveis desses fatores, sejam eles os condicionantes internacionais e nacionais ou as potencialidades e especificidades da região. O cenário normativo — ou desejado — confronta as aspirações e os sonhos dos 'atores regionais' com circunstâncias reais, oportunidades e desafios extra-regionais. Como alternativa plausível, ele constitui a referência para um 'Projeto para a Amazônia' negociado no processo político que construirá o futuro da região.



1. Rio Negro
2. Rio Solimões
3. Manaus
4. Encontro das águas (Rio Amazonas)

Oportunidades e desafios futuros

Profundas transformações em curso no quadro mundial e na realidade sociopolítica e econômica nacional fazem prever alterações nas condições de desenvolvimento da Amazônia, com diferentes impactos sobre seu futuro. Novos desafios, oportunidades e obstáculos estão sendo gestados num contexto mundial e numa realidade brasileira ainda marcados por incertezas e redefinições.

No panorama internacional, fatores gerais de instabilidade se fazem sentir, como por exemplo: a desorganização do sistema monetário e financeiro internacional; a despolarização da estrutura de poder em nível mundial; a abertura econômica e política dos países socialistas; e a formação de grandes blocos econômicos. Ao mesmo tempo, amadurecem fatores de dinamização e transformação, dos quais dois devem ter impactos diretos sobre o destino da Amazônia: a revolução científica e tecnológica e o desenvolvimento da consciência ecológica.

A curto prazo, os elementos de instabilidade tendem a se manter no contexto internacional, devendo atuar como moderadores e reorientadores daqueles fatores de transformação. Dependendo de como se combinem entre si e com um conjunto de outros fatores de tensão e estrangulamento, esses germes centrais de transformação darão origem a futuros distintos, ou seja, a cenários internacionais alternativos. De qualquer forma, é razoável supor que a convergência dos fatores de transformação, mesmo influenciada pelas tensões decorrentes de eventos críticos, acabe por configurar uma retomada do ciclo expansivo mundial com base num novo paradigma tecnológico.

Nos últimos anos, a economia mundial volta a apresentar taxas razoáveis de crescimento, de forma muito lenta e irregular, à medida que passa por importante processo de reorganização. Com diferentes nuances e prazos de maturação, acelera-se a revolução científica e tecnológica; a acumulação de capital nos países desenvolvidos se dinamiza; redefinem-se mercados internacionais, padrões monetários e sistemas institucionais. No bojo desse processo, redesenha-se também a divisão internacional do trabalho. Acelera-se, particularmente, a formação de grandes blocos supranacionais em torno dos Estados Unidos, Alemanha e Japão.

Para os países menos desenvolvidos, a natureza desse novo modelo de organização da economia mundial tende a criar mais dificuldades e isolamento do que a facilitar o acesso ao novo paradigma tecnológico. No entanto, países com as condições do Brasil têm possibilidades de transformar os desafios externos em oportunidades para construção de seu próprio futuro. A Amazônia, particularmente, se vê diante de uma oportunidade importante, em virtude do crescimento da consciência ecológica mundial e nacional.

No contexto da transformação econômica e sociopolítica, o Brasil apresenta seus próprios fatores internos de mudança e conservação, suas dificuldades e potencialidades, que também sofrem diferentes impactos do cenário mundial. Destacam-se: (1) a instabilidade política decorrente das dificuldades encontradas pelo atual governo para compor uma base de sustentação sólida, que prepare as condições para construção de um projeto hegemônico; (2) a crise do Estado, resultante das fortes pressões do déficit público, da elevação da dívida interna e das resistências políticas e sociais às mais drásticas medidas de redefinição do seu papel; (3) a crise econômica e a permanência das pressões inflacionárias; (4) o estrangulamento da infra-estrutura econômica e a carência de recursos tecnológicos e humanos, como consequência da falta de investimento, da degradação do sistema de ensino básico e superior e da deficiência do sistema de ciência e tecnologia nacional; e (5) o estrangulamento externo decorrente do elevado endividamento.

Esses fatores acentuam a fragilidade do país aos impactos externos e dificultam o aproveitamento das oportunidades abertas pelo cenário mundial em construção. Mas o Brasil também apresenta potencialidades que lhe permitem implementar mudanças e qualificar-se para ocupar espaços internacionais: reservas de recursos naturais importantes e estratégicas para o novo paradigma tecnológico mundial; relativa base tecnológica e nível de industrialização seletivo e diferenciado; elevado potencial de mercado interno.

A definição do futuro do Brasil — decorrente da interação dessas potencialidades com os impactos prováveis do contexto mundial — depende então, em primeiro lugar, da instauração de um projeto social dominante, que se aproprie dos instrumentos de poder do Estado brasileiro. Em segundo lugar, depende dos desdobramentos de medidas econômicas, tais como a desindexação da economia, a reforma do sistema financeiro, o congelamento de preços e salários, o programa de privatização e a abertura externa da economia, com vistas ao estancamento do processo inflacionário.

Dependendo da forma pela qual o governo do presidente Fernando Collor se articule para compor um projeto politicamente sustentável, que enfrente as restrições de curto prazo e os condicionantes antes analisados, três cenários podem ser definidos para o futuro do Brasil:

Cenário 1 - Estagnação e instabilidade política

O Brasil entra num longo período de estagnação, com crescimento econômico baixo e irregular, marcado por grande instabilidade política e decadência de sua posição na economia mundial. Resulta do insucesso do governo em controlar a crise econômico-financeira e deter a inflação. Isso impede a construção de um pacto de sustentação política para medidas de austeridade e abertura econômica, que reanimariam

A Amazônia se encontra hoje diante de uma oportunidade importante, que decorre do crescimento da consciência ecológica no país e no mundo.

Países com as condições do Brasil têm possibilidades de transformar os desafios externos em oportunidades para construir seu futuro.

Quadro 1

Cenários nacionais

	CENÁRIO 1 Estagnação e instabilidade	CENÁRIO 2 Neoliberal modernizante	CENÁRIO 3 Modelo social- reformista
Crescimento econômico	Reduzido.	Moderado.	Moderado.
Progresso técnico	Defasagem mundial crescente e baixa difusão.	Diminui defasagem com intensa difusão e moderada capacitação interna.	Moderada difusão com elevada capacitação interna.
Inserção mundial	Descola do ciclo expansivo mundial e perde espaço no comércio.	Integração competitiva com intensificação comercial e de capital.	Clara reorientação para o mercado interno com manutenção seletiva de espaço no comércio mundial.
Estrutura produtiva	Leve declínio da indústria e pequena alteração do perfil.	Crescimento da indústria e do terciário, com ligeiro declínio do setor primário.	Crescimento equilibrado do turismo, da agricultura e da indústria com redefinição dos ramos.
Situação social	Alta concentração de renda, pobreza elevada e grandes déficits sociais.	Concentração de renda, elevação da renda <i>per capita</i> e oferta alta de emprego.	Redução rápida da miséria absoluta e pobreza, com aumento do emprego e desconcentração da renda.
Divisão regional do trabalho	Reconcentração econômica regional, com média expansão da fronteira.	Desconcentração fraca, com alta expansão da fronteira.	Desconcentração moderada, com média expansão da fronteira.
Meio ambiente	Estaciona a poluição industrial e aumentam os problemas de saneamento.	Elevação de poluição industrial e urbana seletiva e concentrada.	Diminui a poluição industrial, urbana e rural, e melhora o saneamento.

a confiança dos agentes econômicos no futuro do país. Tensões sociais, desemprego e aumento da pobreza contrastam com a concentração de renda, acirrando a desagregação social.

Cenário 2 - Neoliberal modernizante

O Brasil se integra fortemente à economia mundial em expansão. Internalizando seu dinamismo e a renovação científica e tecnológica, retoma com vigor o crescimento econômico e moderniza seu parque industrial. É uma consequência da capacidade política do governo em adotar medidas de estabilização e uma estratégia de integração competitiva no contexto mundial, apoiado num pacto hegemônico que lhe dá sustentação político-parlamentar. Verifica-se elevação do produto, do emprego e da renda *per capita*, embora persistam a desigualdade e a pobreza, decorrentes da alta concentração de renda.

Cenário 3 - Modelo social-reformista

Registra-se no Brasil amplo processo de desenvolvimento econômico. O crescimento e a distribuição de renda progredem em ritmo ele-

vado, dinamizando o mercado interno, elevando a qualidade de vida e reduzindo as desigualdades. É o resultado de uma renegociação das bases do projeto do governo com segmentos reformistas, que lhe dão apoio em troca de reformas sociais capazes de redefinir o padrão de desenvolvimento, incluindo a inserção na economia mundial, mas dando destaque ao mercado interno, à preservação de mecanismos moderados de protecionismo e à intervenção do Estado na economia.

Os cenários nacionais são apresentados (Quadro 1) como configurações dominantes nas próximas duas décadas, sem que sejam explicitadas as suas trajetórias. Os três são considerados, em geral, como igualmente plausíveis, dependendo das combinações específicas dos fatores exógenos e endógenos vistos antes. Entretanto, procura-se construir a trajetória mais provável, presumindo-se sua viabilidade econômica e política em diferentes momentos das duas décadas.

Segundo essa trajetória mais provável, o Brasil vive nos primeiros anos desta década uma situação de instabilidade e estagnação econômica. Passados alguns anos de dificuldades e desorganização, decorrentes das políticas de estabilização e abertura econômica, sobrevêm taxas elevadas de crescimento e acelera-se a modernização tecnológica. O país então encontra espaço para inserir-se na economia mundial e experimenta uma evolução socioeconômica compatível com o cenário neoliberal modernizante. Uma vez que a recuperação da economia facilita a construção de um pacto hegemônico, assegura a estabilidade econômica e a elevação geral da renda, esta etapa da trajetória deve dominar por um período mais longo, provavelmente até a virada do século.

No entanto, o próprio sucesso do modelo neoliberal prepara mudanças de peso no projeto de desenvolvimento nacional: acelera o crescimento, amplia os segmentos assalariados, promove a urbanização. Mesmo que as desigualdades sociais e a concentração de renda ainda se mantenham, a modernização da economia se aprofunda, criam-se condições políticas para reverter, já nesta década é à medida que se aproxima o ano 2000, as bases do modelo nacional de desenvolvimento. Estas irão se consolidando, lenta mas consistentemente, enquanto se intensifica o processo de crescimento e modernização. Assim, na virada do século, a trajetória deve registrar uma inflexão, a partir de uma nova estratégia que promove a recomposição do tecido social do Brasil, com ampla e abrangente redistribuição dos benefícios do desenvolvimento.

Nos termos dessa trajetória mais provável, aqui apresentada de forma simplificada, a realidade brasileira vai incorporando, nesta e na próxima década, características que podem ser

agrupadas em três configurações distintas, que chamamos de 'cenários do provável futuro do Brasil', entendidas como cortes temporais capazes de destacar as inflexões no caminho histórico (Quadro 2).

Cenários alternativos da Amazônia

Os futuros prováveis da Amazônia resultam, como vimos, da influência combinada dos cenários nacionais e mundiais em confronto com as potencialidades e limitações endógenas à própria região, e da mediação dos atores regionais no processo político. Dependendo de como o Brasil se articule no contexto mundial em transformação, a Amazônia se defrontará com diferentes oportunidades e desafios exógenos.

As reservas de recursos naturais, renováveis e não renováveis, nas quais reside a grande potencialidade da Amazônia, constituem também, e paradoxalmente, a maior fragilidade da região. Isto porque estão inseridas num ecossistema muito vulnerável, que é alvo de cobiça e de ações predatórias generalizadas. Esta fragilidade se aguça quando se considera que as amplas possibilidades de aproveitamento econômico racional ainda não encontram respaldo tecnológico adequado no atual desenvolvimento das formas de produção.

Além disso, por ser uma região de dimensões continentais, fronteira recente de ocupação pelo capital, a Amazônia é foco de conflitos sociais e socioculturais, resultantes, sobretudo, da disputa pelo acesso a seus recursos naturais, à riqueza e à terra. Com o processo muito rápido de reconstrução do espaço, acentuam-se as diferenciações socioeconômicas e culturais, o que gera um mosaico complexo de distintos padrões de produção, organização econômica e relações sociais. Uma análise de conjunto dos elementos determinantes do futuro da Amazônia permite construir quatro cenários alternativos (Quadro 3).

Cenário 1 - Periferia exportadora

A Amazônia mantém o seu papel de 'almoxarifado' da economia nacional e mundial, reforçando sua posição de exportadora de matérias-primas e recursos naturais. Cresce sua integração econômica e comercial com o resto do país e com o exterior; sua elevada taxa de crescimento é estimulada externamente pela demanda de recursos naturais e importantes investimentos de capital. No entanto, esses recursos são explorados de forma intensa e pouco internalizada, com fracos resultados em termos de riqueza e verticalização da produção, e com forte degradação do seu potencial.

Este cenário decorre da combinação de um contexto mundial de retomada de crescimento com um cenário nacional neoliberalizante.

Cenário 2 - Crescimento com internalização da renda

A Amazônia registra taxas altas de crescimento e se articula às economias nacional e mundial. Verifica-se um importante processo de internalização da renda e verticalização da produção regional. Sua pauta de exportação e comércio se diversifica, abrangendo insumos básicos e semi-elaborados. Como consequência, elevam-se a renda *per capita* da região e sua participação no PIB. Por outro lado, os eixos dinâmicos regionais tendem a propagar seus efeitos para espaços mais amplos da Amazônia, e novos pólos se formam, incluindo a produção de insumos bióticos, que começa a ganhar peso na economia nacional.

Quadro 2

Trajatória nacional mais provável

	CENA 1 1991-1993	CENA 2 1994-2000	CENA 3 2001-2010
Crescimento econômico	Baixo.	Médio a alto.	Alto.
Inserção mundial	Integração moderada com ligeira retração.	Integração competitiva com aumento da abertura e do comércio.	Integração competitiva e estabilização da participação no comércio mundial.
Progresso técnico	Defasagem mundial com baixa difusão.	Modernização tecnológica acelerada e seletiva.	Avanço de c&t com capacitação interna e difusão abrangente.
Papel do Estado	Privatização/desregulamentação e saneamento.	Estado mínimo.	Estado-previdência e regulador.
Sistema político	Presidencialismo com personalismo e domínio parlamentar.	Consolidação de partidos com fortalecimento do centro-liberal e democracia liberal.	Fortalecimento da estrutura partidária com participação da sociedade civil.
Relações de trabalho	Precárias e tradicionais.	Dualismo com modernização.	Modernas e socialmente avançadas.
Estrutura produtiva	Estacionada.	Reestruturação com industrialização e terciarização.	Ligeira recuperação da agricultura e emergência do quaternário.
Mercado interno	Restrito.	Dinamismo moderado e muito seletivo.	Ampliação com dinamismo abrangente.
Situação social	Desemprego elevado, pobreza, concentração de renda.	Elevação do emprego e da renda, e concentração desta.	Desconcentração e distribuição da renda, oferta de infra-estrutura social e previdência.
Meio ambiente	Estacionamento da poluição industrial com aumento dos problemas de saneamento.	Degradação ambiental localizada e moderada.	Recuperação parcial do meio ambiente e da qualidade de vida.
Divisão regional do trabalho	Reconcentração moderada.	Concentração com aumento da desconcentração para fronteira.	Desconcentração parcial e seletiva, preferencialmente para região de fronteira.

Quadro 3

Cenários alternativos da Amazônia

	CENÁRIO 1 Periferia exportadora	CENÁRIO 2 Crescimento com internalização da renda	CENÁRIO 3 Desenvolvimento endógeno	CENÁRIO 4 Internacionalização seletiva
PIB (crescimento)	Médio/Alto.	Alto.	Médio.	Baixo a médio.
Internalização da renda	Fraca internalização da renda e limitada verticalização da produção.	Forte internalização da renda com verticalização/articulação setorial.	Elevada retenção de renda regional.	Fraca internalização e limitada verticalização da produção.
Articulação e orientação do mercado	Forte integração nacional e articulação econômico-comercial externa.	Articulação nacional/mundial em novas bases produtivas, com ampliação do mercado regional.	Moderada articulação nacional e baixa articulação mundial.	Forte articulação mundial com baixa integração com a economia nacional.
Progresso técnico	Difusão muito elevada com baixa transferência.	Difusão rápida com parcial transferência.	Moderada difusão com adaptações e geração de tecnologias apropriadas.	Difusão acelerada e seletiva sem transferência.
Estrutura produtiva	Elevação da indústria com pouca diversificação e declínio do extrativismo e da agricultura.	Diversificação com crescimento da indústria de bens de consumo, biotecnologia e turismo ecológico.	Moderada diversificação com crescimento do setor de bens de consumo, agricultura e extrativismo.	Baixa diversificação com crescimento relativo do extrativismo, dos recursos bióticos e produtos tropicais.
Organização do espaço	Concentração nos pólos com moderada irradiação.	Irradiação/propagação dos pólos e formação de rede de cidades.	Pouca irradiação dos núcleos dinâmicos e dispersão espacial.	Estantamento dos enclaves com realocação de núcleos extrativistas no espaço.
Meio ambiente	Moderada degradação, poluição e desmatamento.	Preservação moderada com redução dos impactos ambientais.	Recomposição e auto-sustentação do ecossistema.	Pouco impacto ambiental localizado e seletivo.
População	Crescimento alto com discreta redução da taxa migratória.	Crescimento moderado, com redução moderada na taxa migratória.	Baixo crescimento com forte queda da taxa migratória.	Crescimento baixo com redução da taxa migratória.
Pan-amazonismo	Moderado com destaque para infra-estrutura e preservação das fronteiras.	Articulação dinâmica e abrangente.	Moderado e voltado para educação, cultura, turismo e preservação das fronteiras.	Moderado, mas desarticulado e descontínuo.

Este cenário resulta da combinação de um processo mundial de retomada de crescimento com um projeto nacional social-reformista, que contempla políticas regionais de fomento e diversificação da economia das regiões periféricas, implementa ações de controle ambiental e regulamenta a exploração do potencial amazônico.

Cenário 3 - Desenvolvimento endógeno

O processo de desenvolvimento da Amazônia se orienta fortemente para necessidades e potencialidades regionais, com tímida articulação econômica externa e moderadas taxas de crescimento. A difusão de tecnologias de ponta é limitada, há pouca absorção dos avanços científicos mundiais, mas a região desenvolve padrões tecnológicos alternativos, adequados às condições ecológicas e às demandas sociais.

Este cenário tem como moldura uma forte restrição exógena ao crescimento econômico da Amazônia, decorrente de uma situação mundial de instabilidade política e crescimento modera-

do, que limita o ritmo da revolução tecnológica. No Brasil, domina um pacto social-reformista fortemente orientado para o desenvolvimento nacional endógeno.

Cenário 4 - Internacionalização seletiva

A Amazônia descola parcialmente do progresso econômico nacional, intensificando sua articulação mundial, graças a grandes investimentos externos e elevada exportação de recursos naturais para o mundo desenvolvido. Sua taxa de crescimento, bem superior à do país, embora moderada, é estimulada pela dinâmica do novo ciclo expansivo mundial e pela demanda de recursos naturais. A região se transforma, assim, numa nova fronteira e periferia exportadora. Como consequência, diversifica a pauta de produtos de exportação, com a inclusão crescente de insumos bióticos. Desta forma, apesar de um ritmo ainda elevado de exploração dos recursos naturais, o processo de degradação do meio ambiente tende a diminuir, uma vez que a exploração da biodiversidade é com-

patível com a conservação ambiental.

A persistência da crise econômica e da instabilidade política no contexto nacional, num cenário mundial de retomada do crescimento e consolidação do novo paradigma tecnológico, favorece a penetração econômica das grandes potências e conglomerados internacionais na Amazônia e a implementação desse novo padrão de exploração dos recursos naturais.

Estes quatro cenários podem ser considerados como alternativas igualmente plausíveis para o futuro da Amazônia. Entretanto, comparando-se as circunstâncias mundiais e nacionais mais prováveis com as potencialidades e restrições da região, identificam-se três pontos de inflexão, que permitem delimitar a trajetória em três cenas assim resumidas: a primeira, de 1991 a 1993, é dominada por instabilidade e restrições do contexto; a segunda, condicionada por transformações importantes nos planos nacional e internacional, sustenta um quadro relativamente estável entre 1994 e 2000; a terceira abrange a primeira década do século XXI, quando novas condições acentuam consideravelmente as potencialidades regionais (Quadro 4).

Cenário desejado e plausível

O cenário normativo é o desejado e o possível para a Amazônia. Sua construção metodológica parte dos anseios dos atores regionais (recolhidos através de uma ampla consulta aos diferentes segmentos sociais da Amazônia) e de circunstâncias dadas pela realidade. É, portanto, um futuro viável e um cenário estratégico, politicamente sustentado. A originalidade desse projeto possível consiste na definição da região como uma sociedade coerente com sua base sociocultural e ecológica, mas também moderna e aberta ao mundo, que garante seu espaço de autonomia e de assimilação dos avanços científicos e tecnológicos em favor de seu próprio desenvolvimento, centrado no potencial de recursos naturais, sobretudo na biodiversidade.

De acordo com o cenário normativo, a Amazônia registra nas próximas décadas um processo crescente de internalização da renda, através da verticalização e diversificação da estrutura produtiva. Amplia-se o mercado interno regional e eleva-se a oferta de bens duráveis. Ao mesmo tempo, é reforçada a produção industrial para exportação, especialmente da nova indústria montada sobre a biotecnologia e a química de recursos naturais: insumos bióticos, fármacos, cosméticos, produtos agroindustriais tropicais, com alto valor agregado e elevado coeficiente científico.

A viabilidade técnica e política deste cenário normativo depende da capacidade de influência dos atores regionais sobre o contexto nacio-

Quadro 4

Trajetória mais provável da Amazônia

	CENA 1	CENA 2	CENA 3
PIB	Médio.	Alto.	Alto.
População	Estabilização migratória.	Crescimento migratório moderado.	Estabilização do processo migratório.
Articulação interna e pan-amazônica	Média ligação com o Brasil, alta com o exterior e fraca articulação pan-amazônica.	Forte ligação tradicional com o Brasil, média ligação externa seletiva e pouca articulação amazônica.	Média ligação com tecnologia intermediária com o Brasil, média ligação externa seletiva e moderada articulação amazônica.
Estrutura produtiva	Pouco diversificada e articulada, médio crescimento agropecuário (pecuária, grãos, extrativismo vegetal) e industrial (eletroeletrônica, minerometalúrgica).	Moderadamente diversificada com pouca articulação: intenso crescimento da agropecuária (pecuária, grãos e outras culturas alimentares) e industrial (eletroeletrônica, minerometalúrgica).	Diversificada com moderada articulação setorial; intenso crescimento setorial: agropecuária (pecuária, grãos e outros bióticos), indústria (metal-mecânica, minerometalúrgica, bens de consumo duráveis, novos produtos industriais/fármacos/química), terciário (turismo ecológico).
Mercado interno x Internacionalização da renda	Pouco dinamismo, fraca internalização.	Moderado dinamismo/fraca internalização.	Dinâmico/forte internalização.
Progresso técnico	Lenta difusão/tecnologia tradicional c/pouca transferência.	Rápida difusão c/pouca transferência tecnológica tradicional e avançada.	Moderada difusão c/transferência tecnológica avançada.
Relação com o meio ambiente (exploração de recursos naturais)	Intensa e tradicional.	Intensa, com uso de tecnologia.	Intensa e seletiva (tecnologia avançada).
Organização do espaço	Baixa irradiação e articulação dos pólos.	Moderado crescimento e irradiação dos pólos, baixa articulação.	Reorientada, com crescimento e integração, e surgimento de frentes internas aos pólos, e novas, ligadas aos recursos bióticos.
Situação indígena	Continua ameaça e degradação cultural, e a depopulação pela invasão de terras e avanço da sociedade envolvente, s/garantias de política indigenista ordenada e participativa.	Continua ameaça moderada à depopulação e degradação cultural.	Baixa depopulação, aculturação moderada c/política indigenista definida e implementada no campo do respeito aos valores culturais, e preservação das reservas.
Situação social	Desemprego e concentração de renda com altos déficits sociais.	Geração de emprego e renda c/concentração e altos déficits sociais.	Elevada geração de emprego e renda e distribuição c/redução moderada dos déficits sociais.
Qualidade do meio ambiente	Ritmo estacionado de desmatamento e degradação ambiental.	Redução da degradação ambiental e desmatamento.	Conservação ambiental com recuperação do meio ambiente.

Quadro 5

Trajectoria do cenário normativo

	CENA 1 1991-1993	CENA 2 1994-2000	CENA 3 2001-2010
População	Estabilização migratória.	Estabilização migratória com pequeno crescimento.	Declínio do processo migratório.
Articulação e pan-amazonismo	Média articulação nacional e mundial, tímida articulação pan-amazônica.	Forte ligação tradicional e seletiva com Brasil e exterior, e moderada articulação pan-amazônica.	Forte ligação com tecnologia avançada e seletiva, e ampla articulação pan-amazônica.
Estrutura produtiva	Pouco diversificada e articulada com médio crescimento agropecuário e industrial.	Moderada diversificação e articulação, crescimento do extrativismo, agroindústria e do turismo, com emergência da nova indústria biotecnológica.	Intensa diversificação e articulação com forte crescimento da nova indústria biotecnológica, do extrativismo avançado, da agroindústria e do turismo ecológico.
Mercado interno/ Internalização da renda	Pouco dinâmico com fraca internalização.	Moderado dinamismo com moderada articulação.	Dinamismo elevado e forte internalização.
Processo tecnológico	Lenta difusão, modesta transferência e esforço em c&t.	Difusão rápida com transferência moderada e elevada pesquisa interna.	Difusão moderada com elevada transferência e alta capacitação e inovação endógena seletiva.
Exploração de recursos naturais e controle ambiental	Intensa e tradicional, com moderado controle.	Intensa, com moderado controle e tecnologia intermediária.	Intensa e seletiva com tecnologia avançada e forte controle ambiental.
Organização do espaço	Baixa irradiação e articulação dos pólos.	Moderado crescimento, irradiação e articulação dos pólos, e emergência de novos centros.	Crescimento e articulação/irradiação dos pólos em eixos, com formação de núcleos de extrativismo elevado da biotecnologia.
Situação indígena	Ocupação parcial de terras indígenas, conflitos e depopulação, com conquistas culturais reduzidas.	Redução dos conflitos e contenção do processo de depopulação, com modestas conquistas culturais.	Conquistas culturais/sociais importantes, voltadas para a autonomia das nações indígenas.
Situação social	Desemprego e concentração de renda com altos déficits sociais.	Geração de emprego e renda com moderada concentração e redução dos déficits sociais.	Elevada geração de emprego e renda com distribuição de renda e elevados investimentos em infra-estrutura econômica e social.
Qualidade do meio ambiente	Baixa degradação e desmatamento controlado.	Conservação moderada com baixo impacto na devastação ambiental.	Recuperação e autoreprodução do sistema ecológico.
Situação institucional	Reestruturação dos órgãos estatais c/recuperação parcial do planejamento, modernização e qualificação.	Reestruturação do Estado, reforço do seu papel regulador e qualificação das organizações não governamentais.	Consolidação e democratização do Estado e fortalecimento das organizações não governamentais.

nal, para introdução de variantes políticas na dimensão regional, ambiental, científica e tecnológica. Conquistas tímidas nos primeiros anos de restrição econômica — e mesmo em toda a década de 1990, em vista da orientação liberal-modernizante do pacto hegemônico nacional — tendem a preparar o terreno para mudanças fundamentais na região, favorecendo o aproveitamento dos seus recursos naturais com o máximo de internalização de renda e de conhecimento científico e tecnológico.

Como resultado dessas condições políticas e de fatores inerciais de atratividade, a Amazônia recebe então importantes investimentos privados e públicos, nacionais e internacionais, mesmo nos anos de restrições nacionais. Os investimentos se elevam com a recuperação da economia brasileira, o que estimula a elevação do PIB regional no período analisado. Estes investimentos tendem a se voltar para setores de alto valor agregado, que aproveitam amplamente os recursos naturais num processo altamente seletivo, intensivo e de alta produtividade. As inovações tecnológicas permitem à região reformular sua tradição extrativista, combinando novas formas de extrativismo avançado com o desenvolvimento de novos segmentos industriais modernos. Com isso, consegue aumentar significativamente a produção sem comprometer as condições de reprodução do sistema ecológico.

A evolução no comportamento dos principais indicadores e variáveis do cenário normativo segue uma trajetória construída por comparação como a mais provável e parte da análise da maturação dos processos e da antecipação de tendências. O Quadro 5 apresenta essa evolução com informações qualitativas das tendências de comportamento das variáveis centrais, enquanto o Quadro 6 mostra resultados quantitativos da trajetória do cenário normativo comparada com a trajetória mais provável.

Durante as duas próximas décadas, segundo o cenário normativo, o PIB da Amazônia crescerá em média 10% ao ano, pulando de cerca de 22,3 bilhões de dólares em 1991 (início da cena 1) para algo próximo a 127,4 bilhões de dólares em 2010. Como resultado do ritmo acelerado de crescimento econômico da região, sua participação no PIB nacional aumentará dos atuais 6% (também início da cena 1) para cerca de 11,8%, quase 20% acima da participação alcançada pela trajetória mais provável (cerca de 10,0%). Isto porque a Amazônia apresentará, durante todo o período 1991-2010, taxas de crescimento de, em média, 10% ao ano, bem superiores aos 5-6% ao ano previstos para o Brasil nessas duas décadas pela trajetória nacional mais provável.

A população amazônica tende a crescer de forma moderada nas duas décadas do cenário: a projeção é de que, dos atuais 16 milhões de

habitantes, chegue a 25,8 milhões no ano 2010, ou seja, aumente 62% em 20 anos. Essa evolução é ligeiramente inferior à da trajetória mais provável, mas ainda assim superior à taxa de crescimento nacional. Disto resulta que a participação da população amazônica no conjunto de habitantes do país passará dos atuais 11,4% para cerca de 13%.

A moderada elevação demográfica decorrerá da urbanização e da modernização da vida social e familiar, fatores de decréscimo da taxa de fecundidade. Além disso, com um crescimento econômico caracterizado pela tecnologia avançada, a região tenderá a tornar-se menos atrativa para a imigração de mão-de-obra não especializada, principal fator de sua expansão populacional, o que compensará a elevação na expectativa de vida e a queda da mortalidade infantil.

A ação combinada do rápido crescimento do PIB regional com a moderada elevação populacional promove substancial aumento da renda *per capita* da Amazônia que, com base nessas hipóteses, salta dos cerca de 1.271 dólares atuais (início da cena 1) para 4.934 dólares no ano 2010, um crescimento de mais de quatro vezes em 20 anos. Em relação à renda *per capita* nacional — que também crescerá nesse período —, a renda *per capita* amazônica passará dos atuais 51,5% para 88,8%, o que representa um avanço significativo, uma vez que o Brasil também estará, no mesmo período, aumentando a sua renda *per capita*.

A redução na taxa de crescimento populacional tende a se estender também à população economicamente ativa da Amazônia, embora com menor impacto, em vista dos reajustamentos na pirâmide etária. Essa demanda de emprego cresce em ritmo inferior às oportunidades geradas pelo crescimento econômico, apesar do concomitante aumento da produtividade no trabalho, consequência do progresso técnico. Assim, mais do que a trajetória mais provável, o cenário normativo mostra significativo declínio, nas próximas décadas, dos índices de desemprego e subemprego na região.

O intercâmbio social, cultural, científico e tecnológico da Amazônia com o resto do país e com o exterior também será consolidado no período analisado. A região estreitará seus laços com a América Latina — especialmente com os países da Pan-Amazônia — mas também se articulará em nível mundial, em benefício de seu comércio externo e do intercâmbio científico.

À mudança da pauta do comércio externo corresponde, como vimos, uma alteração importante na estrutura produtiva regional. Assim, durante os 20 anos do cenário desejado e plausível, a estrutura produtiva da Amazônia passa por uma profunda transformação dos setores e ramos dinamizadores: a eletrônica e a

Quadro 6

Cenário normativo — Indicadores centrais

	CENA 1 1991-1993	CENA 2 1994-2000	CENA 3 2001-2010
Crescimento PIB (média) %	6,5	9,9	10,1
PIB US\$ bi (final da cena)	25,1	48,8	127,4
População/milhões (final da cena)	17,9	21,4	25,8
Desemprego/Suemp (*) (% PEA)	51,3	36,1	24,8
Renda <i>per capita</i> US\$ (final da cena)	1.400	2.280,3	4.934,8
Participação PIB nacional % (final da cena)	6,4	8,6	11,8
Participação renda <i>per capita</i> nacional % AM/BR (final da cena)	54,9	68,3	88,8

(*) Nesse indicador, atividades econômicas características da PEA amazônica, a exemplo do extrativismo e da pequena produção, tendem a reforçar sua presença no cenário normativo, com mudança de perfil e parcial 'formalização'. O garimpo tende a declinar de importância relativa na absorção da força de trabalho. Por hipótese, cai dos cerca de 10% atuais da PEA para 8%, 6% e 4% no final das cenas 1, 2 e 3, respectivamente.

minerometalurgia vão perdendo importância relativa à medida que se consolida a nova indústria de alta tecnologia em recursos bióticos. Cresce também nessas duas décadas a importância relativa da agricultura e das atividades silvipastoris, especialmente associadas ao extrativismo avançado, com repercussões positivas sobre a agroindústria. Assim, o eixo da economia amazônica se desloca lentamente para os novos produtos derivados da biotecnologia e vinculados ao extrativismo avançado: insumos bióticos, fármacos, cosméticos e química fina.

Na agricultura, também se registra uma diversificação estrutural, graças à incorporação de várzeas e cerrados, ao aproveitamento de áreas devastadas, à domesticação de culturas extrativistas, à estabilização do extrativismo tradicional e à ascensão dos recursos bióticos, nesses incluindo-se a pesca. A agroindústria se ocupa do beneficiamento dos produtos vegetais, desde a industrialização de frutos tropicais até o processamento e tratamento industrial da madeira e produtos animais. No setor terciário, o turismo ecológico torna-se fonte importante de renda e de geração de empregos, preservando, ao mesmo tempo, o meio ambiente amazônico.

Pelo fato de se basear nos recursos naturais, o crescimento da Amazônia nas duas décadas do cenário permite que no ano 2010 o estoque desses recursos se mantenha e reproduza, otimizando seu aproveitamento econômico. Da mesma forma, as áreas anteriormente devastadas tendem a se recompor. Embora lenta nos

primeiros anos, essa recuperação se acelera com a difusão de novas tecnologias e a implementação de políticas de controle ambiental.

A dimensão ecológica do desenvolvimento favorece a liberdade e a qualidade de vida dos índios — graças à demarcação de suas terras — e dos grupos sociais extrativistas, bem como a convivência entre esses dois segmentos. Ambos passam a dispor de um leque de oportunidades que vão desde a articulação do extrativismo com a moderna indústria de biotecnologia, química e fármacos, até a opção voluntária por novas formas de produção mais rentáveis e geradoras de um salto qualitativo em seus padrões de vida.

A base tecnológica na Amazônia evolui até o ano 2010 para parâmetros médios e avançados, assimilando importantes avanços científicos mundiais, que se combinam às tecnologias tradicionais amazônicas. Desta combinação resulta um razoável nível de heterogeneidade tecnológica, que articula, de forma diferenciada no sistema produtivo, a difusão do paradigma tecnológico mundial com a cultura tecnológica da região, e com os avanços realizados no processo de adaptação tecnológica.

Além do significativo crescimento do produto e da renda *per capita*, a Amazônia alcança, nessas décadas, um razoável nível de internalização da renda, reduzindo os vazamentos decorrentes da falta de articulação da cadeia produtiva e da propriedade externa do capital. Tanto o empresariado regional amplia seu espaço no capital instalado na Amazônia, como aumenta a participação do salário no produto regional, o que é acompanhado de elevação da produtividade, qualificação e politização da mão-de-obra regional. Esse quadro também começa de forma lenta no segundo quinquênio desta década, acelerando-se na próxima década, graças ao pacto social-reformista dominante em nível nacional.

Um dos resultados deste processo é a expansão do mercado consumidor interno da Amazônia. A renda de seus 26 milhões de habitantes no ano 2010 será relativamente bem distribuída entre os diferentes segmentos sociais, o que elevará a demanda de bens de consumo duráveis e estimulará a instalação de novos ramos produtivos.

A distribuição das atividades econômicas por todo o território faz com que o espaço amazônico se reorganize. Até 2010, constitui-se uma rede urbana com hierarquia mais equilibrada no tamanho das cidades, um reflexo da desconcentração das capitais, do fortalecimento de cidades de pequeno e médio porte, e da minimização das práticas anárquicas de ocupação. A formação de eixos produtivos e as preocupações ecológicas norteiam a organização do espaço, que é servido por uma rede de transportes com

várias opções e saídas para os oceanos Atlântico e Pacífico.

Cinco fatores básicos se combinam para assegurar à Amazônia do ano 2010 um padrão de médio a alto de qualidade de vida, segurança pública, nível educacional e cultural: (1) avanços significativos no processo de organização e participação social, reforçando a pressão social sobre o Estado e as políticas públicas; (2) elevação e melhor distribuição da renda regional, permitindo o acesso da população como um todo a recursos que assegurem melhor padrão alimentar e melhores condições habitacionais, sanitárias e educacionais; (3) investimentos municipais, estaduais e federais em infra-estrutura social, modestos nos primeiros anos, mas tendentes a crescer a partir de 1995 e sobretudo depois do ano 2000; (4) melhoria significativa da qualidade do meio ambiente, na água, no ar e nos sistemas de saneamento, graças ao modelo de exploração dos recursos naturais e do padrão tecnológico; e (5) alternativas institucionais, organizacionais e tecnológicas de produção, voltadas para o atendimento às necessidades coletivas, e capazes de cobrir amplas clientela com baixo custo.

Esses fatores se manifestam, combinam-se e amadurecem de forma desigual no tempo e no espaço amazônico até o ano 2010. Mas, apesar da não-sintonia dos resultados sociais nas sub-regiões, uma perspectiva global da região levaria a uma redução significativa dos déficits sociais registrados hoje em educação, saneamento, habitação, nutrição, saúde e segurança, elevando a participação da população na construção do seu destino.

A maioria das variáveis-chaves para a redefinição da trajetória futura da Amazônia tem prazos lentos de maturação e enfrenta grandes resistências inerciais, além da competição inter-regional pelos recursos a serem aplicados. O desenho da sociedade desejada se afasta da trajetória mais provável de forma lenta nos primeiros anos, mas a partir da cena 2, e principalmente da cena 3, de forma mais rápida.

Na cena 1, que representa o intervalo 1991-1993, o quadro da Amazônia não difere em termos efetivos da trajetória mais provável. Algumas retificações da política nacional devem ser incorporadas nessa etapa, para que aquele afastamento se concretize. Distinguem-se, em especial, alguns elementos de política regional, um maior controle ambiental e um programa de desconcentração da capacitação científica e tecnológica nacional. As forças de inércia são poderosas, diante das medidas fortes de liberalização da economia nacional, e da pouca atenção às ações estratégicas regionais e da necessidade de saneamento financeiro nos estados.

Na cena 2, relativa a 1994-2000, algumas iniciativas já terão maturado e haverá novas con-

A maioria das variáveis-chaves para redefinição da trajetória futura da Amazônia tem prazos lentos de maturação e enfrenta grandes resistências inerciais, além da competição interregional pelos recursos a serem aplicados.

dições econômicas e financeiras no país. O contexto é favorável a novos ajustamentos da política nacional ao cenário normativo. Além disso, como a cena 2 conta com sete anos de relativa estabilidade, algumas variáveis importantes, relativas a instrumentos regionais, terão tempo para amadurecer. Mesmo que o esforço em pesquisa e desenvolvimento não seja prioritário no modelo nacional dominante, por privilegiar a modernização e a difusão de tecnologia, os atores regionais podem influenciar a promoção de orientações especiais para as áreas de seu maior interesse e vocação.

Se tais medidas forem implementadas, a Amazônia entrará no século XXI (e na cena 3) em condições favoráveis e diferenciadas das apresentadas pela trajetória mais provável. No plano internacional, a revolução científica e tecnológica atinge níveis elevados, com destaque para a biotecnologia e seu interesse pela biodiversidade da Amazônia, cuja área desmatada se reduz agora a 5%, menos de metade do índice atual de 10-12%.

Ao mesmo tempo, um pacto social-reformista cria no país condições para implantação de estratégias de interesse regional: regulação das relações econômicas com as regiões; maior controle da transferência de tecnologia e ênfase na capacitação científica e tecnológica; políticas de controle ambiental rigoroso, distribuição de renda, investimento em infra-estrutura social e desconcentração econômica regional. Por tudo isso, a primeira década do século XXI registra a aceleração de transformações econômicas e sociais que viabilizam até 2010 o modelo de desenvolvimento ecologicamente sustentado capaz de dar à Amazônia uma alta qualidade de vida e elevado padrão tecnológico.

A viabilidade do cenário normativo

Três variáveis exógenas tornam viável o cenário normativo da Amazônia: (1) aceleração da revolução científica e tecnológica mundial, valorizando a biodiversidade e os recursos minerais da região; (2) consolidação e intensificação da pressão ecológica mundial e da consciência ambientalista no Brasil; (3) retomada do crescimento da economia nacional no primeiro quinquênio desta década, associada ao saneamento do Estado e grandes investimentos em infra-estrutura.

Submetido a teste de consistência econômica e financeira, com base em um modelo de simulação macroeconômica e social atualizado em março de 1991, o cenário normativo mostrou-se viável. Como é natural na técnica de cenários, os resultados espelham uma visão prospectiva fundada no presente, que deve servir como referencial para o ponto de partida. Uma

permanente monitoração permitirá captar mudanças resultantes de inovações nas formas de desempenho das ações socioeconômicas que possam advir.

A simulação mostrou que a implementação do cenário normativo deve requerer um investimento bruto da ordem de 320,63 bilhões de dólares em 20 anos, equivalente a 90% do PIB nacional de apenas um ano. Isso representa uma média anual de cerca de 16,00 bilhões de dólares, obviamente distribuída de forma desigual no tempo, e que tende a crescer bastante na medida em que se avança em direção ao final do século e, sobretudo, ao ano 2010. Essa média corresponde, em bilhões de dólares, a 6,8 (cena 1), 12,9 (cena 2) e 25,6 (cena 3). A participação do investimento na Amazônia no total nacional será respectivamente de cerca de 10,6%, 11,4% e 12% na média das três cenas. Por sua vez, a taxa de investimento regional parte de 30% — um índice alto, pois sua base é um patamar de produção relativamente baixo —, eleva-se a 35%, devido à retomada da capacidade de investimento, e decresce para 25,1% na cena 3, quando a região já tem como base um produto razoavelmente superior.

A proposta contida no cenário normativo, embora ambiciosa e abrangente, não constitui mera fantasia, e sim uma oportunidade histórica baseada nas potencialidades da Amazônia. Falta, entretanto, tratar do aspecto mais essencial: a viabilidade política, a possibilidade de pôr em prática esse processo de construção social. Ele só se efetivará se os atores regionais o absorverem e conseguirem influenciar as decisões do governo brasileiro, a ponto de estabelecer-se um grande esforço coletivo de mobilização de recursos e instrumentos institucionais, financeiros, tecnológicos e políticos, que espelhe uma coalizão de crescimento e desenvolvimento em torno da Amazônia.

Negociações, alianças intra e extra-regionais e o alinhamento com aliados externos em pontos estratégicos — informação, cooperação técnica, financeira e tecnológica — são ações de claro conteúdo político a serem tomadas de imediato pelos atores regionais. Eles se defrontarão, de início, com as restrições, a inércia, a rigidez, as dificuldades para implementar as mudanças. Entretanto, com o passar do tempo, irão aumentando as oportunidades para a realização do modelo de sociedade expresso pelo cenário normativo. Portanto, a concretização desse projeto depende fundamentalmente da ação de um agente catalisador que articule e mobilize as forças políticas da região.

A proposta contida no cenário normativo, embora ambiciosa e abrangente, não constitui mera fantasia, e sim uma oportunidade histórica baseada nas potencialidades da Amazônia.

DESCOBERTA ESTRUTURA DA TIONINA DO MILHO

A determinação do seqüenciamento da tionina, proteína contida no milho, foi anunciada em 19 de novembro último por três pesquisadores do Centro Brasileiro de Seqüenciamento de Proteínas (CBSP) da Universidade de Brasília — Lauro Morhy, Carlos Bloch e Wagner Fontes. É a primeira vez que essa proteína é identificada no milho, embora estruturas similares já tenham sido descritas para outras espécies vegetais. O trabalho assume maior importância ainda por ter sido concluído em tempo recorde. Em apenas dez dias a tionina foi extraída, purificada e seqüenciada, graças a moderníssimos equipamentos instalados em maio no CBSP. O centro pertence ao Laboratório de Bioquímica e Química de Proteínas, pioneiro no Brasil na determinação de seqüenciamentos completos de proteínas. Lauro Morhy, coordenador do CBSP e do laboratório, fala a *Ciência Hoje* sobre esses avanços.

— *Qual a importância das tioninas?*

— As tioninas são proteínas vegetais, de baixa massa molecular (em torno de 5.000 daltons), tóxicas para as bactérias e alguns tipos de leveduras. São capazes de modificar a permeabilidade da membrana plasmática em células cultivadas de mamíferos, chegando, muitas vezes, a destruí-las. Apresentam também atividade inibitória contra enzimas e são ricas em aminoácidos básicos e sulfurados. A tionina recebeu esse nome — vem de *theion*, que significa enxofre — porque tem alto percentual de aminoácidos sulfurados, especialmente cisteína. Já foram encontradas sete tioninas, quatro delas seqüenciadas por pessoas do nosso laboratório e três por pesquisadores espanhóis e ingleses. Nos últimos dias, em nosso laboratório, descobrimos uma outra tionina no milho e estamos nos preparando para realizar seu seqüenciamento.

— *As tioninas poderiam contribuir no combate ao câncer?*

— Elas podem atuar no controle da síntese de proteínas, pois a capacidade de inibir a multiplicação de células animais é uma de suas propriedades mais marcantes. Essa propriedade sugere que as tioninas poderão constituir um novo grupo de anticancerígenos. Mas isto exigirá inúmeros e ri-

gorosos testes farmacológicos e clínicos: muitas de suas propriedades moleculares e bioquímicas ainda são desconhecidas.

— *Por que o seqüenciamento foi feito num prazo tão curto?*

— Foi uma decorrência da instalação dos equipamentos e meios complementares modernos no CBSP. Ao realizarmos a determinação dessa estrutura, também provamos que podemos trabalhar nessa área com velocidade de Primeiro Mundo. Ainda há desdobramentos e verificações a fazer, mas o trabalho essencial levou dez dias. O primeiro seqüenciamento de proteína no Brasil levou cinco anos, com equipamentos antiquados. Não dispúnhamos de meios que garantissem rapidez, precisão e sensibilidade. Embora esta seja uma proteína menor, a rapidez foi, sem dúvida, uma grande vitória.

— *Qual a importância do trabalho que sua equipe acaba de concluir?*

— A determinação da estrutura da tionina do milho significa que o país conseguiu dar um salto de 20 anos nesse campo de pesquisa. Ao concluir o primeiro seqüenciamento automático de uma proteína no Brasil, ficamos em dia com o que se pratica nos grandes centros de pesquisa mundiais. Temos o principal e mais moderno centro de química de proteínas da América do Sul. Nosso laboratório, ainda em fase de consolidação e com uma equipe de pesquisadores na maioria jovens, já apresenta resultados significativos.

— *Há outros laboratórios brasileiros nesse estágio de pesquisa?*

— Até agora, nenhuma proteína foi completamente seqüenciada no Brasil fora da UnB. Fizemos manualmente o primeiro seqüenciamento completo em 1985, descrevendo um inibidor protéico de tripsina e quimotripsina (enzimas pancreáticas), extraído do feijão-de-corda (ver 'Seqüenciamento de proteínas', em *Ciência Hoje* n.º 53). Depois descrevemos, também manualmente, uma subunidade menor de uma albumina contida na castanha sapucaia. Antes da tionina, determinamos várias seqüências parciais de outras proteínas, ainda em fase de pesquisa.

— *Como situaria a pesquisa em seqüenciamento de proteínas?*

— É de extrema importância por se tratar de uma atividade de apoio à biotecnologia, à química fina e à bioquímica em geral. O seqüenciamento de uma proteína permite identificá-la, conhecê-la e estudar mecanismos de reações enzimáticas. Usando resultados do seqüenciamento, mesmo que seja parcial, podemos fazer uma clonagem gênica visando à produção de uma proteína, por exemplo, da insulina ou de hormônios de crescimento. Sem o seqüenciamento, a clonagem se tornaria muito mais difícil.

— *Por que o seqüenciamento de proteínas é visto quase como uma conquista?*

— As proteínas são macromoléculas com estrutura extremamente complexa e exigem reações especiais para serem seqüenciadas. Como se trabalha com quantidades muito pequenas, atualmente no nível picomolar (1 pmol = 10^{-12} mol), torna-se indispensável o uso de equipamentos adequados. Não é impossível fazer um seqüenciamento sem eles, mas isso exige tempo e amstras bem maiores.

— *Quais são esses equipamentos?*

— É toda uma parafernália que inclui HPLC (cromatógrafo de líquido de alta eficiência), FPLC (cromatógrafo para proteínas, peptídeos e polinucleotídeos), analisadores de aminoácidos e o microsseqüenciador de proteínas, além de uma série de instrumentos complementares. Os equipamentos custaram cerca de 600 mil dólares que, somados à infra-estrutura complementar, representam um investimento da ordem de um milhão de dólares. Atualmente, a falta de recursos ameaça a continuidade do CBSP, que precisa de cerca de cem mil dólares anuais para se manter e em 1991, fora os recursos para reagentes e peças incluídos no projeto de implantação, só recebeu 220 mil cruzeiros do Ministério da Educação, através da UnB. As atividades vêm sendo mantidas com recursos do PADCT e CNPq para a instalação do centro e não se sabe qual será a disponibilidade para 1992.

MARGARETH MARMORI
CIÊNCIA HOJE, BRASÍLIA

BRASIL EXPORTADOR DE FÍGADOS?

Se dependesse de dois famosos cirurgiões norte-americanos, um item no mínimo *sui generis* seria acrescentado à lista de matérias-primas exportadas pelo Brasil: fígados humanos. A proposta inusitada dos dois médicos da Universidade de Pittsburgh (EUA) foi feita à Associação Brasileira de Transplante de Órgãos (ABTO), com o objetivo de trocar tecnologia avançada por fígados.

Polêmico, o assunto chegou ao conhecimento da imprensa por iniciativa da própria ABTO, segundo Mário Abbud Filho, diretor-executivo da associação. Virou, então, manchete da *Folha de São Paulo*, em 1º de dezembro passado, para ganhar logo em seguida as páginas de outros jornais do país.

A proposta, diz Abbud Filho, foi fruto de uma “distorção de informações”. Tudo começou, lembra o diretor, quando John Fung, um dos médicos que assinam a proposta, escutou de colegas brasileiros, numa conversa informal durante um congresso médico no Rio de Janeiro, que o Brasil fazia muito mais transplantes de rins do que de fígados.

Ingenualmente ou não, Fung aplicou, baseado no que ouviu, uma operação de matemática elementar para chegar à conclusão de que “sobravam” fígados no Brasil. Grosso modo, o raciocínio foi o seguinte: se todos os doadores de rins também têm fígados, então há um excedente desses últimos órgãos. “Os norte-americanos são muito pragmáticos”, justifica o diretor da ABTO. Segundo o médico Paulo Chapchap, secretário-executivo da mesma associação, Fung simplesmente “inferiu” que sobravam fígados dada a diferença no número de transplantes.

Mas se a subtração de Fung, chefe da divisão de cirurgia de transplantes da Universidade de Pittsburgh, pecou pela simplicidade, mesmo assim ele resolveu dar prosseguimento à sua proposta de intercâmbio. Em outubro passado, ligou para seu colega Chapchap e esboçou detalhes do possível acordo. O médico brasileiro, segundo Abbud Filho, alegou que qualquer tipo de intercâmbio deveria ser feito através de carta formal à ABTO.

À primeira vista, a proposta parece uma afronta à ética médica, mas a legislação específica, por mais estranho que pareça, nem resvala no assunto. A Organização Pan-Americana de Saúde alegou desconhe-

cer acordo semelhante ao que a universidade norte-americana propunha ao Brasil. Nem mesmo a Organização Mundial de Saúde, em seu documento ‘Diretrizes para Transplantes de Órgãos Humanos’, discute a questão. Em resumo: do ponto de vista da ética médica, não há problemas.

**Não há sobra
de fígados no
Brasil. O que
falta é infra-
estrutura para
a realização
de mais
transplantes.**

Em meados de novembro, a proposta chegou à ABTO. Era assinada por Fung e Thomas Starzl, consagrado mundialmente por ter feito o primeiro transplante de fígado da medicina. “Prontamente, a recusamos”, afirmou Abbud Filho. “A proposta pode não ser antiética, mas é ilógica e a ABTO não apoiaria um intercâmbio dessa natureza, porque não há órgãos sobrando no país”, acrescentou ele. “A decisão da assembleia foi unânime e registrada em ata”, disse Chapchap.

A negativa da ABTO foi primeiramente noticiada ao próprio Fung através de um telefonema em novembro e, mais tarde, formalizada por carta. Com isso, uma comissão da universidade, liderada pelo próprio Starzl, cancelou a visita ao Brasil, programada para início de dezembro, na qual estavam previstos contatos com a Universidade de Brasília e com o Ministério da Saúde. “Eles foram sensíveis à nossa resposta”, disse Chapchap.

Não há sobra de fígados no Brasil, como inferiu Fung. “O que falta é infraestrutura para a realização de mais transplantes”, afirma Abbud Filho. Prova disso são os cerca de 30 pacientes que espe-

ram atualmente na fila do Hospital das Clínicas para um transplante desse tipo. “A lista é dinâmica, porque cerca de 50% deles morre sem nunca chegar à mesa de cirurgia”, disse Paulo Massarollo, da equipe de transplantes desse hospital.

Uma analogia mostra que a situação no Brasil ainda é precária. Os Estados Unidos, por exemplo, fazem em média três mil transplantes de fígado por ano. “Se comparadas as populações, o Brasil deveria estar em torno da metade disso”, calcula Massarollo.

Num diagnóstico mais profundo, a realidade brasileira fica muito aquém dos números que surgem das comparações. Segundo levantamento da ABTO, até julho do ano passado foram feitos 48 transplantes, sendo que 31 deles no Hospital das Clínicas de São Paulo. Desse mesmo total, o Instituto da Criança, do mesmo hospital foi responsável por 12 e o Hospital Felício Roxo, em Belo Horizonte, por três. A Santa Casa de Porto Alegre (RS) e o Hospital Albert Einstein (SP) realizaram um transplante cada. Massarollo arrisca atualizar esse total para cerca de 60 transplantes até o momento.

Se por aqui o intercâmbio de órgãos humanos ainda é novidade, nos países desenvolvidos já é corriqueiro. Segundo Abbud Filho, “há atualmente um grande movimento pró-intercâmbio entre os países do Primeiro Mundo”. Essa tendência internacional segue a filosofia do “melhor órgão para o melhor receptor biológico”. Em termos práticos, a Europa já segue essa regra. A Eurotransplant, entidade sediada na Holanda, é incumbida de promover a troca de órgãos entre os países da Europa, excetuando-se os que pertencem ao ex-bloco soviético, cujo organismo responsável é a Intertransplant.

Mas no Brasil tudo isso ainda é uma “utopia”, diz Abbud Filho. Exceção à regra é o São Paulo Interior Transplante (SPIT), que faz o intercâmbio de rins e segue o molde de associações semelhantes da França e Escandinávia.

CÁSSIO LEITE VIEIRA

COLABORADOR DE CIÊNCIA HOJE

ESTUDOS DE CAMPO NAS ESCOLAS BRASILEIRAS

Definidos no currículo escolar como “atividades práticas de educação ambiental relacionadas com o programa das disciplinas e conduzidas fora da sala de aula e/ou do laboratório”, os estudos de campo podem contribuir efetivamente para a construção de um sentido de compromisso com a conservação do meio ambiente. Por que razão, apesar do consenso existente quanto à importância dos estudos de campo na área de educação ambiental sobretudo para os alunos do primeiro grau, o que se observa no país é a quase total ausência de trabalhos sobre sua utilização no currículo escolar?

Entre 1987 e 1989, realizamos uma pesquisa para avaliar a situação dos estudos de campo nas escolas brasileiras, o número de escolas que utilizam estudos de campo regularmente, o preparo dos professores para orientar esses estudos e, finalmente, a receptividade dos alunos a sua prática.

Apenas em 15% das

300 escolas visitadas

os alunos fazem

estudos de campo

com regularidade.

ca. Realizada originalmente como trabalho de doutorado na Escola de Ciências do Ambiente da Universidade de Bradford (Inglaterra), a pesquisa, intitulada *Environmental Education for a Developing Country* (Educação ambiental para um país em desenvolvimento), envolveu uma amostragem de 300 escolas, 1.500 professores e 15 mil alunos, com representantes de todos os estados do país, permitindo uma ampla visão dos problemas que dificultam a implementação de estudos de campo na escola brasileira.

Para a coleta de dados em uma amostra tão grande e diversificada, optamos pela combinação de questionários e entrevistas. Estas foram complementadas por uma série de visitas a escolas nas regiões Norte (estados do Amazonas, Pará, Roraima, Ara-

guaia, Amapá e Rondônia), Nordeste (Piauí, Maranhão, Paraíba e Alagoas), Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás), Sudeste (Rio de Janeiro e Espírito Santo), Sul (Santa Catarina e Paraná).

A partir dos principais resultados obtidos pela pesquisa, pudemos tirar algumas conclusões, que podem ser assim resumidas:

a. Quanto à existência de um programa de estudos de campo nas escolas:

Embora a grande maioria (79%) dos diretores das escolas investigadas considere os estudos de campo uma estratégia importante e de grande relevância para o processo educacional, apenas 15% informaram que suas escolas mantêm, em caráter regular, um programa desse tipo, dentro do qual as atividades relacionadas ao meio ambiente possam ser sistematicamente empreendidas. Além disso, apenas 17% informaram que estudos de campo foram realizados no período 1987-1989. Que contraste com a situação de países como o Reino Unido e a Alemanha, onde os estudos de campo são regularmente realizados por 73% e 68% das escolas, respectivamente!

Interrogados a respeito das áreas onde tais atividades são conduzidas (áreas escolares, áreas próximas às escolas, áreas distantes das escolas mas na mesma cidade ou áreas fora da cidade), 54% dos diretores informaram que apenas as áreas escolares foram utilizadas naquelas atividades. O principal motivo para que as áreas fora da cidade não sejam normalmente utilizadas em estudos de campo é a falta de transporte próprio nas escolas, problema que afeta 91% das escolas investigadas.

b. Quanto ao treinamento dos professores:

A partir das respostas dos responsáveis diretos pela execução dos trabalhos de campo, pode-se concluir que o quadro também não é otimista. Embora 81% dos professores afirmem que os estudos de campo são essenciais para a educação dos alunos, apenas 34% destes possuem treinamento acadêmico que lhes permita organizar e realizar tais atividades. Elas são conduzidas predominantemente por professores de biologia (39%) e ciências (24%). Disciplinas potencialmente ricas em conteúdo prático, tais como geografia, ciências da saúde e até mesmo química passam a ter um papel secundário, seja pela falta de treinamento ou

No Reino Unido, os

professores têm

treinamento especial

sobre atividades

no meio ambiente.

pela falta de motivação dos professores. Interrogados sobre as maiores dificuldades para execução dos estudos de campo, 39% dos professores mencionaram questões de ordem financeira, falta de transporte (23%) e falta de pessoal (18%).

Num paralelo com o Reino Unido, por exemplo, onde 79% dos professores atuantes têm treinamento especial em estudos de campo, constata-se a discrepância, também nesse setor, entre os países industrializados e os países em desenvolvimento. Deve ser, entretanto, mencionado o fato de que, no caso específico do Reino Unido, a qualificação dos professores é resultado direto da existência de diversos programas de treinamento. Estes são oferecidos não apenas pelas autoridades públicas educacionais, mas também por entidades independentes, como a *British Ecological Society*, a *National Association for Environmental Education* e o *Field Studies Council*, entre muitas outras.

c. Quanto à receptividade dos alunos:

Muito embora 91% dos alunos tenham demonstrado boa receptividade para a idéia da realização de estudos de campo, suas respostas refletem as dificuldades vivenciadas por diretores e professores. Apenas 27% tiveram atividades de campo no período 1987-1989, a principal delas sendo o plantio de árvores, realizado por 55% daquele universo. Também foram mencionados o cultivo de vegetais (27%) e a manutenção de jardins escolares (18%).

A partir das respostas dadas a uma lista de atividades sugeridas nos questionários, pôde-se concluir que a preferência do aluno vai para as atividades de campo nas quais esteja envolvida a manipulação de instrumentos. Isso foi registrado em 41%

da amostra. Em segundo lugar, verificou-se a apreciação dos alunos pela leitura de mapas (32%), visitas a comunidades (20%) e investigações históricas sobre as localidades visitadas. Essas informações são de grande relevância, pois não só ilustram o claro interesse dos alunos, mas também expressam a diversidade de interesse que eles têm e que deve ser levada em consideração durante a implementação de programas de estudos de campo nas escolas.

Como se pode deduzir, encontramos diversas deficiências físico-estruturais que dificultam enormemente a incorporação dos estudos de campo ao sistema escolar. Elas são agravadas pelo fato de que a riqueza natural do país oferece grandes oportunidades de estímulo à educação ambiental. Tendo como base a realidade identificada pela pesquisa, definimos uma série de propostas para aproveitamento do potencial que está sendo desperdiçado como instrumento didático.

O papel dos governos federal e estaduais para superação dessas dificuldades é claro: mais recursos humanos e logísticos são necessários, além de recursos financeiros que permitam a implementação de mudanças reais, sem esquecer a provisão de fundos para inclusão dos princípios de conservação ambiental nos programas de treinamento de professores. A tarefa de preparar e implementar um programa nacional de estudos de campo, no contexto de várias disciplinas, como parte do sistema brasileiro de ensino, caberia a grupo de trabalho composto por cientistas, professores e especialistas em educação.

Nas escolas, os diretores têm importante papel a desempenhar para garantir a professores e alunos o desenvolvimento de atividades de campo. Por exemplo, preparando um orçamento anual para que esses estudos possam ser conduzidos pelo menos uma vez por semestre, ou no mínimo por ano; estimulando o quadro docente para os estudos de campo; auxiliando o planejamento das atividades, bem como a seleção dos materiais e equipamentos a serem utilizados. E, como a relevância dos estudos de campo talvez não seja clara para todos os professores, cabe aos diretores proporcionar-lhes a participação em programas de treinamento e reciclagem.

Como pouco se pode esperar de profissionais mal treinados, algumas medidas são propostas, no nível dos professores, para mostrar-lhes que a introdução de estudos práticos de campo ao contexto de suas disciplinas pode ser feita de forma interessante. Para isso, é preciso que eles tenham acesso a materiais didáticos e publicações que lhes permitam atualizar os conhecimentos na área de meio ambiente e em suas áreas específicas de atuação.

O sucesso de um novo programa de estudos depende, evidentemente, de uma boa interação professor-alunos. Nas atividades de campo, isso só é possível estabelecendo-se uma proporção de alunos adequada. Embora numa sala de aula um professor possa controlar até 40 alunos, no campo o máximo plausível é de 15 alunos. Quanto ao aproveitamento decorrente da nova atividade, os professores podem considerar, na avaliação de provas e testes, não só o conteúdo teórico, mas também o conheci-

mento dos alunos sobre as disciplinas abordadas e as habilidades que eles demonstram durante os estudos de campo.

Sugere-se ainda que habilidades como contar, medir, ler e escrever, além de elementos sociais, sejam estimuladas durante a realização dos trabalhos de campo, principalmente entre os mais jovens. Também, sempre que possível, os estudantes devem ter oportunidade de exercer essas atividades fora das áreas escolares, tanto em suas cidades como fora delas. É ainda aconselhável que, durante os trabalhos de campo, os estudantes intercalem tarefas de execução independente com trabalhos de grupo, através das quais sua condição de membros de uma sociedade será estimulada.

Essas sugestões exemplificam procedimentos e atitudes que podem ser facilmente implementadas no sistema brasileiro de ensino, não requerendo maiores despesas ou mudanças estruturais. Mas para que a implementação se concretize, é necessário que esses procedimentos e atitudes passem a fazer parte de uma política educacional formalmente preparada. Os objetivos a serem atingidos, ou seja, a educação ambiental dos alunos e o estímulo a um convívio mais harmonioso com o meio ambiente, fazem com que qualquer esforço seja válido. O produto final será o preparo de pessoas mais aptas a utilizar racionalmente os recursos naturais ao seu redor.

WALTER D. S. LEAL FILHO
UNIVERSIDADE DE HAMBURGO, ALEMANHA.

NOTAS

Impressão digital de parasitas

Desenvolvida na Inglaterra e adaptada no Brasil pelo Núcleo de Genética Médica de Minas Gerais (Gene-MG), a técnica de impressão digital de ADN, usada com segurança de 99% nos casos de determinação de paternidade, está sendo empregada para identificação de diferentes cepas de parasitas de *Trypanosoma cruzi* e de leishmânias por pesquisadores dos departamentos de Bioquímica e Parasitologia da UFMG. A bióloga Andréa Mara Macedo, que descobriu a nova aplicação da técnica, assegura que essa metodologia substitui com vantagem as anteriores: além de mais sim-

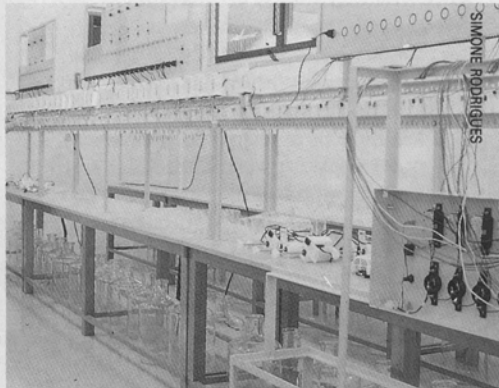
ples, consegue diferenciar cepas com características biológicas e comportamentos diferentes a partir do estudo da variabilidade do ADN nuclear, responsável pelos processos evolutivos mais importantes.

Experiência pioneira e única no mundo, a nova aplicação da técnica de ADN permite determinar a forma mais adequada de tratamento das doenças causadas por parasitas, uma vez que define as características das diferentes cepas. No caso das leishmânias, por exemplo, que somam mais de 60 espécies diferentes, das quais 15 causam doenças ao homem, a técnica de ADN identifica com segurança as diferenças existentes, evitando que cepas iguais, isoladas em

lugares distintos, recebam nomes diferentes, como ocorre atualmente.

Os pesquisadores da UFMG preparam-se agora para identificar cepas por meio da técnica de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR), que tornará possível trabalhar com um único parasita extraído do sangue do paciente chagásico ou da lesão do portador de leishmaniose. Na medida em que demanda quantidades ínfimas de ADN, o PCR é a técnica ideal para amplificar pequeno número de fragmentos de ADN completamente degradados, possibilitando, por exemplo, o estudo genético de múmias humanas e de animais de até seis mil anos.

Terras raras



Unidade-piloto de separação de terras raras no CETEM.

Lâmpadas fluorescentes, telas de raios X, tevê e cores e supercondutores são algumas das inúmeras aplicações dos elementos que compõem as terras raras. Estes 17 elementos do grupo 3B da tabela periódica aparecem sempre juntos em diversos minerais, mas poderão em breve ser empregados individualmente, graças a uma tecnologia que vem sendo desenvolvida desde 1989 no Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e que estará concluída em meados do próximo ano. Para alcançar esse objetivo, o CETEM montou uma usina-piloto com cem estágios de separação, que emprega a técnica de extração por solventes orgânicos. A unidade está sendo preparada para operar em 1992 em escala contínua.

O projeto do CETEM prevê a separação das terras raras não apenas em termos de pureza, mas também de acordo com características tais como tamanho, porosidade e superfície específica, que as tornam adequadas a determinadas utilizações.

Com a colaboração de 32 entidades dos segmentos produtivo, consumidor e técnico-científico, o CETEM criou, em junho de 1990, a Câmara Técnica de Terras Raras, que pretende elaborar um diagnóstico do setor e sugerir um plano nacional para as terras raras. Juliano Barbosa, coordenador do projeto e chefe do Departamento de Metalurgia Extrativa do CETEM, acredita que a proposta desse programa possa ser apresentada ao governo antes do fim do ano.

Nobel do Terceiro Mundo

A Academia de Ciências do Terceiro Mundo concedeu seu Prêmio em Ciências Médicas Básicas a Maria e Leônidas Deane, casal de pesquisadores da Fiocruz, pe-

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS																		0																																													
Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do carbono																																																															
1A																	2																																														
1	2											3	4	5	6	7	8	9	10																																												
H	He																	Ne																																													
1,008	4,003																	20,18																																													
3	4											5	6	7	8	9	10	11	12																																												
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne																																														
6,941	9,012											10,81	12,01	14,01	16,00	19,00	20,18																																														
11	12											13	14	15	16	17	18																																														
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar																																														
23,00	24,30											26,98	28,09	30,97	32,06	35,45	39,95																																														
Elementos de transição																																																															
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																																														
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr																																														
39,10	40,08	44,96	47,88	50,94	52,00	54,94	55,85	58,93	58,69	63,55	65,38	69,72	72,63	74,92	78,96	79,90	83,80																																														
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54																																														
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe																																														
85,47	87,62	88,91	91,22	92,91	95,94	98,91	101,1	101,07	106,91	107,87	112,41	114,82	117,3	127,6	126,9	126,9	131,3																																														
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86																																														
Cs	Ba	SÉRIE DOS LANTANÍDEOS	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn																																														
132,9	137,3	138,9	178,5	180,9	183,8	186,2	190,2	192,2	195,1	197,0	200,6	204,4	207,2	209,0	(209)	(210)	(222)																																														
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109																																																							
Fr	Ra	SÉRIE DOS ACTÍNIDOS	Ku	Ha	?	?	?	?																																																							
(223)	(226)	(227)	(261)	(260)																																																											
SÉRIE DOS LANTANÍDEOS																																																															
<table><tr><td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td><td>70</td><td>71</td></tr><tr><td>La</td><td>Ce</td><td>Pr</td><td>Nd</td><td>Pm</td><td>Sm</td><td>Eu</td><td>Gd</td><td>Tb</td><td>Dy</td><td>Ho</td><td>Er</td><td>Tm</td><td>Yb</td><td>Lu</td></tr><tr><td>138,9</td><td>140,1</td><td>140,9</td><td>144,2</td><td>(145)</td><td>150,4</td><td>152,0</td><td>157,3</td><td>158,9</td><td>162,5</td><td>164,9</td><td>167,3</td><td>168,9</td><td>173,0</td><td>175,0</td></tr></table>																		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	138,9	140,1	140,9	144,2	(145)	150,4	152,0	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	175,0	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71																																																	
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu																																																	
138,9	140,1	140,9	144,2	(145)	150,4	152,0	157,3	158,9	162,5	164,9	167,3	168,9	173,0	175,0																																																	
SÉRIE DOS ACTÍNIDOS																																																															
<table><tr><td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td><td>102</td><td>103</td></tr><tr><td>Ac</td><td>Th</td><td>Pa</td><td>U</td><td>Np</td><td>Pu</td><td>Am</td><td>Cm</td><td>Bk</td><td>Cf</td><td>Es</td><td>Fm</td><td>Md</td><td>No</td><td>Lr</td></tr><tr><td>(227)</td><td>232,0</td><td>231,0</td><td>238,0</td><td>(237)</td><td>(244)</td><td>(243)</td><td>(247)</td><td>(247)</td><td>(251)</td><td>(252)</td><td>(257)</td><td>(258)</td><td>(259)</td><td>(260)</td></tr></table>																		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	(227)	232,0	231,0	238,0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)	
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103																																																	
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr																																																	
(227)	232,0	231,0	238,0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)																																																	
NÚMERO DO ELEMENTO																																																															
NÚMERO ATÔMICO																																																															
SÍMBOLO																																																															
MASSA ATÔMICA																																																															
1 - elemento																																																															
2 - elemento																																																															
3 - elemento																																																															
4 - elemento																																																															
5 - elemento																																																															
6 - elemento																																																															
7 - elemento																																																															
8 - elemento																																																															
9 - elemento																																																															
10 - elemento																																																															
11 - elemento																																																															
12 - elemento																																																															
13 - elemento																																																															
14 - elemento																																																															
15 - elemento																																																															
16 - elemento																																																															
17 - elemento																																																															
18 - elemento																																																															
19 - elemento																																																															
20 - elemento																																																															
21 - elemento																																																															
22 - elemento																																																															
23 - elemento																																																															
24 - elemento																																																															
25 - elemento																																																															
26 - elemento																																																															
27 - elemento																																																															
28 - elemento																																																															
29 - elemento																																																															
30 - elemento																																																															
31 - elemento																																																															
32 - elemento																																																															
33 - elemento																																																															
34 - elemento																																																															
35 - elemento																																																															
36 - elemento																																																															
37 - elemento																																																															
38 - elemento																																																															
39 - elemento																																																															
40 - elemento																																																															
41 - elemento																																																															
42 - elemento																																																															
43 - elemento																																																															
44 - elemento																																																															
45 - elemento																																																															
46 - elemento																																																															
47 - elemento																																																															
48 - elemento																																																															
49 - elemento																																																															
50 - elemento																																																															
51 - elemento																																																															
52 - elemento																																																															
53 - elemento																																																															
54 - elemento																																																															
55 - elemento																																																															
56 - elemento																																																															
57 - elemento																																																															
58 - elemento																																																															
59 - elemento																																																															
60 - elemento																																																															
61 - elemento																																																															
62 - elemento																																																															
63 - elemento																																																															
64 - elemento																																																															
65 - elemento																																																															
66 - elemento																																																															
67 - elemento																																																															
68 - elemento																																																															
69 - elemento																																																															
70 - elemento																																																															
71 - elemento																																																															
72 - elemento																																																															
73 - elemento																																																															
74 - elemento																																																															
75 - elemento																																																															
76 - elemento																																																															
77 - elemento																																																															
78 - elemento																																																															
79 - elemento																																																															
80 - elemento																																																															
81 - elemento																																																															
82 - elemento																																																															
83 - elemento																																																															
84 - elemento																																																															
85 - elemento																																																															
86 - elemento																																																															
87 - elemento																																																															
88 - elemento																																																															
89 - elemento																																																															
90 - elemento																																																															
91 - elemento																																																															
92 - elemento																																																															
93 - elemento																																																															
94 - elemento																																																															
95 - elemento																																																															
96 - elemento																																																															
97 - elemento																																																															
98 - elemento																																																															
99 - elemento																																																															
100 - elemento																																																															
101 - elemento																																																															
102 - elemento																																																															
103 - elemento																																																															

Classificação periódica dos elementos. As terras raras estão assinaladas em cinza.

la “contribuição fundamental ao estudo das doenças parasitárias”.

O prêmio anual da academia, uma medalha mais dez mil dólares, tem status de um Nobel do Terceiro Mundo. A entrega será feita no final de 1992, durante a IV Reunião Geral da Academia, no Kuwait.

Leônidas Deane foi ainda agraciado com o Prêmio Alente Álvaro Alberto (área de ciências biológicas), concedido a cada seis anos pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. A entrega da medalha e a do prêmio de 30 mil dólares são feitas pelo presidente Fernando Collor.

Inseticida biológico contra lagarta

O *Baculovirus Anticarsia*, um inseticida biológico em pó criado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), será produzido em breve em escala industrial por três empresas paranaenses. Além de custar menos que os inseticidas tradicionais, o produto não oferece riscos à natureza nem à saúde dos aplicadores.

Desenvolvido pelo atual diretor do Centro Nacional de Pesquisa de Soja da Embrapa, Flávio Moscardi, o *Baculovirus Anticarsia* destina-se ao controle da principal praga de soja, a lagarta *A. gemmatilis*. Uma única dose do produto é suficiente, desde que o número de lagartas não ultrapasse 20 por metro quadrado. A área de cultivo de soja potencial para o tratamento é de aproximadamente nove milhões de hectares.

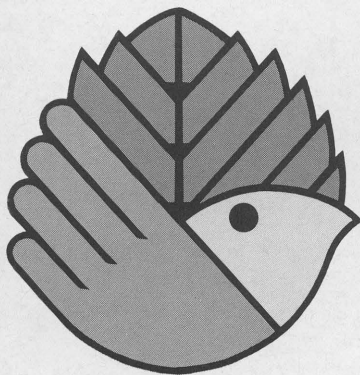
Gomas naturais

As sementes de leguminosas armazenadoras de gomas naturais (galactomananos), nativas de Brasil e Colômbia, vêm sendo estudadas por pesquisadores dos dois países, através de um auxílio da Rede Latino-Americana de Botânica (RLB). A pesquisa de sementes colombianas começou quando Hernán Cardoso, do Departamento de Botânica da Universidade Nacional da Colômbia, visitou o Brasil em agosto de 1990 para, com Sonia Dietrich, do Instituto de Botânica (SP), comparar as espécies de cada país.

Até o momento, já foram analisadas 30 espécies brasileiras e 13 colombianas. Muitas delas produzem quantidades consideráveis de galactomananos, que chegam a representar cerca de 40% do peso da semente seca em duas espécies do cerrado brasileiro — *Dimorphandra mollis* e *Stryphnodendron* spp — e na espécie colombiana *Bauhinia variegata*. Além disso, as gomas apresentam composição bastante diversificada entre as espécies, o que possibilita seu emprego em diferentes processos industriais.

Os galactomananos são compostos de alta viscosidade em solução aquosa e, quando secos, produzem películas transparentes de grande resistência e maleabilidade (ver ‘O açúcar das plantas’, em *Ciência Hoje* n° 39, p. 42). Essas peculiaridades lhes garantem um uso amplo nas indústrias de alimentos — para dar maior consistência a sorvetes, pudins e geléias —, de tintas e corantes, de papel e de medicamentos.

Estação científica na Amazônia



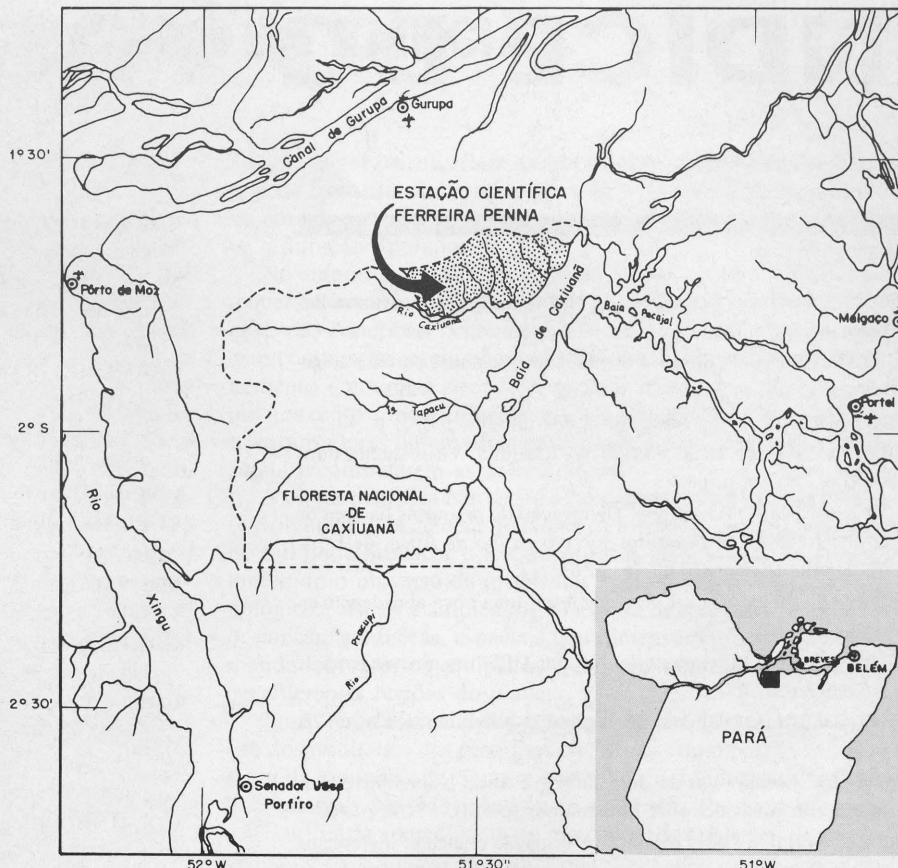
Logomarca da estação científica Ferreira Penna.

Uma reserva biológica em Caxiuanã, no município de Melgaço (PA), com terras reboçadas por vegetação florestal de várzea, terra firme, igapó, vegetação não florestal de cerrados e uma abundante flora aquática, é a mais recente aquisição do Museu Paraense Emílio Goeldi, que ali está instalando a estação científica Ferreira Penna.

Após verificarem o estado de conservação das florestas nativas em diversas áreas do Pará, os pesquisadores do Goeldi concluíram que a região de Caxiuanã, a 400 km de Belém, seria ideal para seus estudos de campo. A floresta quase intocada, a baixa densidade demográfica decorrente do isolamento e a alta biodiversidade foram os fatores que determinaram a escolha do local.

O nome da estação científica representa uma homenagem a Domingos Soares Ferreira Penna, criador da primeira biblioteca amazônica e fundador da Sociedade Philomática, que originou o Museu Paraense. A estação foi cedida ao museu através de convênio assinado em julho de 1990 com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

As pesquisas previstas no programa do Museu Goeldi contemplam a flora, a fauna, o homem e o ambiente físico. As atividades botânicas têm como principal objetivo o inventário da diversidade florística. Na área de ecologia, as pesquisas permitirão conhecer como se processa a ciclagem de nutrientes e decomposição do litter nos ecossistemas de floresta de terra firme, igapó e várzea. Com a colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), os pesquisadores do Goeldi vão



Localização geográfica da estação científica Ferreira Penna, ao norte do rio Caxiuanã.



Maquete da estação científica Ferreira Penna.

identificar, classificar, caracterizar e mapear os tipos de solos dos 33 mil hectares da estação.

Os estudos em zoologia pretendem determinar os padrões de diversidade da fauna

nos diferentes habitats. As investigações na área de ecologia médica, que caberão principalmente ao Instituto Evandro Chagas, têm o objetivo de investigar os mecanismos de transmissão das parasitoses.

ÍNDICE DO VOLUME 13

AUTORES

- AFONSO, Germano B. e Carlos A. Nadal. Meteoritos caem no Paraná, nº 74, p. 70.
- AGUIAR, Gilberto F. Souza. Poligamia, endogamia e parentesco genético, nº 76, p. 14.
- ALHO, Cleber J.R. A redescoberta dos museus, nº 73, p. 40.
- ALMEIDA, Álvaro M. R. e Elliot W. Kitajima. Vírus satélites dos vegetais, nº 74, p. 68.
- ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. Divulgação de pesquisas na área de ensino (resenha de *Pesquisas sobre o ensino de física*, de Ernst W. Hamburger/org.), nº 76, p. 63.
- ANDRADE, Helia Angotti. *Excimer laser*: uma nova abordagem cirúrgica, nº 73, p. 24.
- ANDRADE, José Bittencourt de. Navstar-GPS: um novo sistema de navegação, nº 77, p. 74.
- ANDRADE, Marco Antônio de. Águia-Pescadora ameaçada, nº 75, p. 60.
- ANDRADE, Moacyr Vaz de, José Jurberg e Alicia Ivanissevich. Herman Lent, o cavaleiro de Manguinhos (perfil), nº 74, p. 62.
- BAÊTA, Adelaide Maria Coelho. Informação eficiente: ingrediente de saúde, nº 77, p. 78.
- BASSALO, José Maria F. As raízes da física brasileira, nº 75, p. 46.
- BEIRÃO, Paulo Sérgio Lacerda. A comunicação intercelular decifrada (Nobel de Medicina e Fisiologia/1991), nº 78, p. 12.
- _____, Humberto Coelho de Carvalho, Francisca Nunes Caixeta e Elizabeth Spangler Andrade Moreira. Ciclo básico em questão, nº 78, p. 18.
- BEVILACQUA, Luiz. Um semeador de riquezas intelectuais (*in* Fernando Lobo Carneiro: engenheiro, pesquisador e humanista), nº 76, p. 56.
- _____, Alicia Ivanissevich e Ildeu de Castro Moreira. Fernando Lobo Carneiro: engenheiro, pesquisador e humanista (perfil), nº 76, p. 52.
- BRANDÃO, Maria das Graças Lins, Luzia Helena Carvalho e Antoniana Ursine Krettli. Antimaláricos de uso popular na Amazônia, nº 78, p. 9.
- BRILHANTE, Ogenis Magno. Magnetismo e poluição por metais, nº 77, p. 68.
- CÁCERES, Odécio. Uma rota para as superplantas, nº 74, p. 20.
- CAIXETA, Francisca Nunes, Elizabeth Spangler Andrade Moreira, Humberto Coelho de Carvalho e Paulo Sérgio Lacerda Beirão. Ciclo básico em questão, nº 78, p. 18.
- CARNEIRO, Celso Dal Ré e Silvio Jorge Coelho Simões. Deformações naturais e experimentais nas rochas, nº 78, p. 30.
- CARVALHO, Antônio Carlos Campos de. Estudo de um canal de cálcio no cérebro, nº 77, p. 8.
- CARVALHO, Humberto Coelho de, Elizabeth Spangler Andrade Moreira, Francisca Nunes Caixeta e Paulo Sérgio Lacerda Beirão. Ciclo básico em questão, nº 78, p. 18.
- CARVALHO, José Murilo de. Iglésias, crítico de história (*in* Francisco Iglésias, o escritor da história), nº 73, p. 39.
- CARVALHO, Luzia Helena, Maria das Graças Lins Brandão e Antoniana Ursine Krettli. Antimaláricos de uso popular na Amazônia, nº 78, p. 9.
- CARVALHO, Roberto Barros de. História da ciência no Brasil, nº 73, p. 78.
- _____, Maria Eugênia Lage de Resende. Francisco Iglésias, o escritor da história (perfil), nº 73, p. 28.
- CERQUEIRA, Rui. O predador e sua presa, nº 75, p. 10.
- COELHO, Helena Lúscia Luna. O que está em jogo no caso Cytolec, nº 76, p. 60.
- COLNAGO, Luiz Alberto. Desvendando os mistérios da vida molecular, nº 78, p. 24.
- CONTINENTINO, Mucio Amado. Uma surpresa na supercondutividade, nº 75, p. 8.
- COSTA, Vera Rita. A engenharia genética a serviço da produção de álcool, nº 76, p. 16.
- _____, Alicia Ivanissevich e Sonia de C. Dietrich. Contaminação por espécies (entrevista com Eduardo Rapoport), nº 75, p. 52.
- COUTINHO, Elsimar M. Atração sexual entre gametas, nº 76, p. 9.
- COUTY, Luiz. Os estudos experimentais no Brasil (documento), nº 73, p. 12.
- DEBUS, Allen G. A longa revolução química, nº 77, p. 34.
- DIETRICH, Sonia de C., Alicia Ivanissevich e Vera Rita Costa. Contaminação por espécies (entrevista com Eduardo Rapoport), nº 75, p. 52.
- DRUMMOND, José Augusto. A marcha que durou 647 dias (resenha de *A coluna Prestes*, de Anita L. Prestes), nº 75, p. 14.
- FIGUEIRA, José Eugênio Côrtes e João Vasconcellos Neto. *Paepalanthus*, cupins e aranhas, nº 75, p. 20.
- FIGUEIREDO NETO, Antônio M. Uma teoria de grande impacto industrial (Nobel de Física/1991), nº 78, p. 15.
- _____, Francisco Augusto Tourinho. Cristal líquido magnético no Brasil, nº 77, p. 16.
- FONSECA, Gustavo A.B. da. Muitas reservas pequenas: uma solução?, nº 76, p. 18.
- FREIRE-MAIA, Newton e Marta Pinheiro. Displasias ectodérmicas, nº 73, p. 56.
- FREITAS FILHO, Almir Pita. Da estrutura agrária para a fábrica (resenha de *Fábrica, convento e disciplina*, de Domingos Giroletti), nº 77, p. 13.
- GAETANI, Francisco e Jacques Schwartzman. Custo do ensino e eficiência das universidades, nº 74, p. 36.
- GEISE, Lena. O comportamento dos golfinhos, nº 77, p. 26.
- GENTIL FILHO, Valentim. Uma proposta bem realizada (resenha de *Drogas psicotrópicas e seu modo de ação*, de Frederico G. Graeff), nº 73, p. 10.
- GOLDEMBERG, José. A conservação de energia, nº 73, p. 48.
- GUIMARÃES, Reinaldo. Contraponto em tom menor, nº 74, p. 80.

- HERMES-LIMA, Marcelo. Radicais de oxigênio e porfirias, nº 75, p. 16.
- IRAURGUI, José I. Carreto. Marés vermelhas, nº 74, p. 52.
- IVANISSEVICH, Alicia. A riqueza dos ventos interdisciplinares (entrevista com João Candido Portinari), nº 77, p. 44.
- _____. As muralhas do universo (entrevista com Paulo S. Pellegrini), nº 78, p. 46.
- _____. Física da matéria condensada, nº 73, p. 75.
- _____, Luiz Bevilacqua e Ildeu de Castro Moreira. Fernando Lobo Carneiro: engenheiro, pesquisador e humanista (perfil), nº 76, p. 52.
- _____, Moacyr Vaz de Andrade e José Jurberg. Herman Lent, o cavaleiro de Manguinhos (perfil), nº 74, p. 62.
- _____, Sonia de C. Dietrich e Vera Rita Costa. Contaminação por espécies (entrevista com Eduardo Rapoport), nº 75, p. 52.
- JURBERG, José, Alicia Ivanissevich e Moacyr Vaz de Andrade. Herman Lent, o cavaleiro de Manguinhos (perfil), nº 74, p. 62.
- KERR, Warwick Estevam. Formação e atuação da SBPC (resenha de *A construção da ciência no Brasil e a SBPC*, de A. M. Fernandes), nº 73, p. 11.
- KITAJIMA, Elliot W. e Álvaro M.R. Almeida. Vírus satélites dos vegetais, nº 74, p. 68.
- KRETTLI, Antoniana Ursine, Luzia Helena Carvalho e Maria das Graças Lins Brandão. Antimaláricos de uso popular na Amazônia, nº 78, p. 9.
- LAPORTA-FERREIRA, Iara L., Giuseppe Puerto e Ivan Sazima. Serpentes na selva de pedra, nº 76, p. 66.
- LEAL FILHO, Walter D.S. Estudos de campo nas escolas brasileiras, nº 78, p. 65.
- LEMONS, José P.S. O poder dos buracos negros, nº 74, p. 12.
- LIMA, Márcio Alonso, Maria Estela Mansur e André Prous. Tra-ceologia revela uso de artefatos pré-históricos, nº 73, p. 20.
- LISBOA, Pedro L.B. A anatomia da madeira, nº 74, p. 44.
- LOPES, Oswaldo Ubriaco e Regina Scivoletto. Laboratórios associados: um primeiro mapa, nº 77, p. 70.
- LUCCHIARI, Maria Auxiliadora e Carlos Augusto Pereira. BCG redescoberto, nº 77, p. 11.
- MALASPINA, Osmar. Colméia, empresa eficiente, nº 73, p. 69.
- MANSO, Carlos Alberto. Modelamento sísmico. A geofísica na busca do petróleo, nº 75, p. 34.
- MANSUR, Maria Estela, Márcio Alonso Lima e André Prous. Tra-ceologia revela uso de artefatos pré-históricos, nº 73, p. 20.
- MARCOVITCH, Jacques. C&T: rumos e percalços (resenha de *Ciencia y tecnología: estrategias y políticas de largo plazo*, de M. Albornoz e P. Kreimer), nº 74, p. 16.
- MARMORI, Margareth. As algas azuis do cerrado, nº 76, p. 20.
- _____, Descoberta estrutura da tionina do milho, nº 78, p. 62.
- MARTINS, Marília. Literatura oral sistematizada (*in O retorno de Jedi e os contos populares*), nº 76, p. 36.
- MARTINS, Roberto Vieira. A missão de *Galileo* em Vênus, nº 78, p. 6.
- MARTINS, Rogério Parentoni. Vespas caçadoras de aranhas, nº 77, p. 54.
- MARTIUS, Carl Friedrich Ph. von. Como se deve escrever a história do Brasil (documento), nº 77, p. 56.
- MASUDA, Masako Oya. O ritmo cardíaco e a onda T, nº 76, p. 8.
- MEDEIROS, José Adelino, Sérgio Alves Perilo e Ana Lúcia Vitale Torkomian. Pólos tecnológicos em São Paulo, nº 73, p. 66.
- MENCK, Carlos Frederico Martins. Mutações celulares: novas pistas, nº 77, p. 9.
- MOREIRA, Elizabeth Spangler Andrade, Humberto Coelho de Carvalho, Francisca Nunes Caixeta e Paulo Sérgio Lacerda Beirão. Ciclo básico em questão, nº 78, p. 18.
- MOREIRA, Ildeu de Castro, Luiz Bevilacqua e Alicia Ivanissevich. Fernando Lobo Carneiro: engenheiro, pesquisador e humanista (perfil), nº 76, p. 52.
- MULHOLLAND, Timothy M. Modernidade de avestruz, nº 74, p. 18.
- MUNIZ, Marise. A química do futuro, nº 74, p. 76.
- NADAL, Carlos A. e Germano B. Afonso. Meteoritos caem no Paraná, nº 74, p. 70.
- NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Efeitos perversos da modernidade (resenha de *A desordem do progresso*, de Cristovam Buarque), nº 77, p. 14.
- NEPSTAD, Daniel, José Maria Cardoso da Silva, Ima Vieira e Christopher Uhl. Restauração da floresta em pastagens degradadas, nº 76, p. 22.
- NOGUEIRA, Nadir do N. Alimento enriquecido com sangue bovino, nº 76, p. 65.
- NORDEMANN, Daniel Jean Roger. Um mapa da Antártida em 1531, nº 76, p. 64.
- OLIVEIRA, Ana Cecília A.X. de e Francisco J.R. Paumgarten. A FDA e a síndrome do choque tóxico, nº 75, p. 61.
- PACHECO, J.A. de Freitas. A matéria no universo, nº 74, p. 8.
- PAGOTTO, Carmen Lúcia A.C. e Luci Martins Viana. A falsa imagem da química, nº 74, p. 72.
- PAMPLONA, Denise. Destruidores de livros e documentos, nº 74, p. 74.
- PANDOLFI, Dulce Chaves. O lugar da política na história, nº 75, p. 58.
- PANEPUCCI, Horácio Carlos. Ernst, o esquadrinizador das moléculas (Nobel de Química/1991), nº 78, p. 13.
- PAUMGARTTEN, Francisco J.R. e Ana Cecília A.X. de Oliveira. A FDA e a síndrome do choque tóxico, nº 75, p. 61.
- PELLEGRINI FILHO, Américo. *O retorno de Jedi* e os contos populares, nº 76, p. 32.
- PENHA, Guilherme M. de la. Intérpretes da diversidade (*in A redescoberta dos museus*), nº 73, p. 47.
- PEREIRA, Carlos Augusto e Maria Auxiliadora Lucchiari. BCG redescoberto, nº 77, p. 11.
- PERILO, Sérgio Alves, Ana Lúcia Vitale Torkomian e José Adelino Medeiros. Pólos tecnológicos em São Paulo, nº 73, p. 66.
- PESSOA JR., Osvaldo. Filosofia e prática da ciência (resenha de *A ciência por dentro*, de Newton Freire-Maia), nº 78, p. 21.
- PINHEIRO, Marta e Newton Freire-Maia. Displasias ectodérmicas, nº 73, p. 56.
- PROUS, André, Maria Estela Mansur e Márcio Alonso Lima. Tra-ceologia revela uso de artefatos pré-históricos, nº 73, p. 20.
- PUORTO, Giuseppe, Iara L. Laporta-Ferreira e Ivan Sazima. Serpentes na selva de pedra, nº 76, p. 66.
- RESENDE, Maria Eugênia Lage de e Roberto Barros de Carvalho. Francisco Iglésias, o escritor da história (perfil), nº 73, p. 28.
- RIPPER FILHO, José Ellis. Universidade-Empresa: Integrar é a solução?, nº 77, p. 64.
- RISSONE, Nice. A ciência-música da Idade Média, nº 78, p. 38.
- RODRIGUES, Maria Cecília Prates. O desenvolvimento social nas regiões brasileiras, nº 76, p. 38.
- SANTOS, Rubens da Silva. Os peixes fósseis da chapada do Araripe, nº 76, p. 46.
- SAZIMA, Ivan, Giuseppe Puerto e Iara L. Laporta-Ferreira. Serpentes na selva de pedra, nº 76, p. 66.
- SCHWARTZMAN, Jacques e Francisco Gaetani. Custo do ensino e eficiência das universidades, nº 74, p. 36.
- SCHWARTZMAN, Simon. Cientistas para o ano 2000, nº 76, p. 11.

SCIVOLETTO, Regina e Oswaldo Ubriaco Lopes. Laboratórios associados: um primeiro mapa, nº 77, p. 70.

SEUÁNEZ, Hector N. As bases moleculares da síndrome do cromossomo X frágil, nº 78, p. 7.

SHELLARD, Ronald Cintra. Os neutrinos pesados, nº 73, p. 8.

_____. Física de altas energias: há espaço para o Brasil?, nº 74, p. 26.

SILVA, José Maria Cardoso da, Daniel Nepstad, Ima Vieira e Christopher Uhl. Restauração da floresta em pastagens degradadas, nº 76, p. 22.

SIMÕES, Silvio Jorge Coelho e Celso Dal Ré Carneiro. Deformações naturais e experimentais nas rochas, nº 78, p. 30.

SOARES, Ívano Damião. Formação das galáxias: uma teoria em crise, nº 75, p. 11.

SOLÁ, Maria Elisa Castellanos. Proteção ao Peruacu, nº 73, p. 72.

STEINER, João. O novo planeta, nº 77, p. 12.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA (SUDAM). Cenários da Amazônia (documento), nº 78, p. 52.

TEIXEIRA, João Gabriel L.C. Sociologia se aprende no palco?, nº 76, p. 68.

TONHASCA JR., Athayde. Tamanho: a chave do sucesso, nº 73, p. 64.

TORKOMIAN, Ana Lúcia Vitale, José Adelino Medeiros e Sérgio Alves Perilo. Pólos tecnológicos em São Paulo, nº 73, p. 66.

TOSI, Lucía. A ciência & a mulher, nº 75, p. 26.

TOURINHO, Francisco Augusto e Antônio M. Figueiredo Neto. Cristal líquido magnético no Brasil, nº 77, p. 16.

UHL, Christopher, José Maria Cardoso da Silva, Daniel Nepstad e Ima Vieira. Restauração da floresta em pastagens degradadas, nº 76, p. 22.

VASCONCELLOS NETO, João e José Eugênio Côrtes Figueira. *Paepalanthus*, cupins e aranhas, nº 75, p. 20.

VIANA, Luci Martins e Carmen Lúcia A.C. Pagotto. A falsa imagem da química, nº 74, p. 72.

VIEIRA, Cássio Leite. Brasil exportador de fígados?, nº 78, p. 63.

VIEIRA, Ima, Christopher Uhl, José Maria Cardoso da Silva e Daniel Nepstad. Restauração da floresta em pastagens degradadas, nº 76, p. 22.

VITALE, Bruno. Computador na escola: um brinquedo a mais?, nº 77, p. 19.

WEINGRILL, Carmen. Mutagênese ambiental, nº 74, p. 25.

_____. Espécies ativas de oxigênio, nº 75, p. 63.

ARTIGOS

Este índice está organizado de forma a destacar as palavras-chave que aparecem nos títulos dos artigos. Portanto, um artigo pode ter duas ou mais entradas.

Anatomia da madeira, A, por Pedro L.B. Lisboa, nº 74, p. 44.

Chapada do Araripe, Os peixes fósseis da, por Rubens da Silva Santos, nº 76, p. 47.

Ciência & a mulher, A, por Lucía Tosi, nº 75, p. 26.

Ciência-música da Idade Média, A, por Nice Rissone, nº 78, p. 38.

Comportamento dos golfinhos, O, por Lena Geise, nº 77, p. 26.

Computador na escola: um brinquedo a mais?, por Bruno Vitale, nº 77, p. 19.

Conservação de energia, A, por José Goldemberg, nº 73, p. 48.

Contos populares, *O retorno de Jedi* e os, por Américo Pellegrini Filho, nº 76, p. 32.

Custo do ensino e eficiência das universidades, por Francisco Gaetani e Jacques Schwartzman, nº 74, p. 36.

Deformações naturais e experimentais nas rochas, por Silvio Jorge Coelho Simões e Celso Dal Ré Carneiro, nº 78, p. 30.

Desenvolvimento social nas regiões brasileiras, O, por Maria Cecília Prates Rodrigues, nº 76, p. 38.

Desvendando os mistérios da vida molecular, por Luiz Alberto Colnago, nº 78, p. 24.

Displasias ectodérmicas, por Marta Pinheiro e Newton Freire-Maia, nº 73, p. 56.

Energia, A conservação de, por José Goldemberg, nº 73, p. 48.

Escola, Computador na, um brinquedo a mais?, por Bruno Vitale, nº 77, p. 19.

Física brasileira, As raízes da, por José Maria F. Bassalo, nº 75, p. 46.

Física de altas energias: há espaço para o Brasil?, por Ronald Cintra Shellard, nº 74, p. 26.

Geofísica na busca do petróleo, A, Modelamento sísmico, por Carlos A. Manso, nº 75, p. 34.

Golfinhos, O comportamento dos, por Lena Geise, nº 77, p. 26.

Idade Média, A ciência-música da, por Nice Rissone, nº 78, p. 38.

Longa revolução química, A, por Allen G. Debus, nº 77, p. 34.

Madeira, A anatomia da, por Pedro L.B. Lisboa, nº 74, p. 44.

Marés vermelhas, por José I. Carreto Iraurgi, nº 74, p. 52.

Mulher, A ciência & a, por Lucía Tosi, nº 75, p. 26.

Museus, A redescoberta dos, por Cleber J.R. Alho, nº 73, p. 40.

Paepalanthus, cupins e aranhas, por José Eugênio Côrtes Figueira e João Vasconcellos Neto, nº 75, p. 20.

Pastagens degradadas, Restauração da floresta em, por Christopher Uhl, Daniel Nepstad, José Maria Cardoso da Silva e Ima Vieira, nº 76, p. 22.

Peixes fósseis da chapada do Araripe, Os, por Rubens da Silva Santos, nº 76, p. 46.

Petróleo, A geofísica na busca do, Modelamento sísmico, por Carlos A. Manso, nº 75, p. 34.

Química, A longa revolução, por Allen G. Debus, nº 77, p. 34.

Raízes da física brasileira, As, por José Maria Filardo Bassalo, nº 75, p. 46.

Redescoberta dos museus, A, por Cleber J.R. Alho, nº 73, p. 40.

Restauração da floresta em pastagens degradadas, por Christopher Uhl, Daniel Nepstad, José Maria Cardoso da Silva e Ima Vieira, nº 76, p. 22.

Retorno de Jedi e os contos populares, O, por Américo Pellegrini Filho, nº 76, p. 32.

Rochas, Deformações naturais e experimentais nas, por Silvio Jorge Coelho Simões e Celso Dal Ré Carneiro, nº 78, p. 30.

Universidades, Custo do ensino e eficiência das, por Francisco Gaetano e Jacques Schwartzman, nº 74, p. 36.

SEÇÕES

Esse índice está organizado de forma a destacar as palavras-chave que aparecem nos títulos das seções. Portanto, uma seção pode ter duas ou mais entradas.

(Abelhas) Colméia, empresa eficiente, por Osmar Malaspina, nº 73, p. 69.

Águia-Pescadora ameaçada, por Marco A. de Andrade, nº 75, p. 60.

Alcool, A engenharia genética a serviço da produção de, por Vera Rita Costa, nº 76, p. 16.

Algas azuis do cerrado, As, por Margareth Marmori, nº 76, p. 20.

- Alimento enriquecido com sangue bovino, por Nadir do N. Nogueira, nº 76, p. 65.
- Amazônia, Cenários da, por Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (documento), nº 78, p. 52.
- Antártida, Um mapa da, em 1531, por Daniel Jean Roger Nordemann, nº 76, p. 64.
- Antimaláricos de uso popular na Amazônia, por Maria das Graças Lins Brandão, Luzia Helena Carvalho e Antoniana Ursine Kretzli, nº 78, p. 9.
- Artefatos pré-históricos, Traceologia revela uso de, por Maria Estela Mansur, Márcio Alóiso Lima e André Prous, nº 73, p. 22.
- (Astronomia) A matéria no universo, por J. A. de Freitas Pacheco, nº 74 p. 8.
- (Astronomia) Formação das galáxias: uma teoria em crise, por Ivano Damião Soares, nº 75, p. 11.
- (Astronomia) O novo planeta, por João Steiner, nº 77, p. 12.
- Atração sexual entre gametas, por Elsimar M. Coutinho, nº 76, p. 9.
- Bases moleculares da síndrome do cromossomo X frágil, As, por Hector N. Seuánez, nº 78, p. 7.
- BCG redescoberto, por Carlos Augusto Pereira e Maria Auxiliadora Lucchiari, nº 77, p. 11.
- Brasil exportador de fígados?, por Cássio Leite Vieira, nº 78, p. 63.
- Buracos negros, O poder dos, por José P.S. Lemos, nº 74, p. 12.
- Canal de cálcio no cérebro, Estudo de um, por Antônio Carlos Campos de Carvalho, nº 77, p. 8.
- Cenários da Amazônia, por Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (documento), nº 78, p. 52.
- Cerrado, As algas azuis do, por Margareth Marmori, nº 76, p. 20.
- Ciclo básico em questão, por Elizabeth Spangler Andrade Moreira, Francisca Nunes Caixeta, Humberto Coelho de Carvalho e Paulo Sérgio Lacerda Beirão, nº 78, p. 18.
- Cientistas para o ano 2000, por Simon Schwartzman, nº 76, p. 11.
- Colméia, empresa eficiente, por Osmar Malaspina, nº 73, p. 69.
- Como se deve escrever a história do Brasil, por Carl Friedrich Ph. von Martius (documento), nº 77, p. 56.
- Comunicação intercelular decifrada, A (Nobel de Medicina e Fisiologia 1991), por Paulo Sérgio Lacerda Beirão, nº 78, p. 12.
- (Conservacionismo) Muitas reservas pequenas: uma solução?, por Gustavo A.B. da Fonseca, nº 76, p. 18.
- Contraponto em tom menor, por Reinaldo Guimarães, nº 74, p. 80.
- Cristal líquido magnético no Brasil, por Antônio M. Figueiredo Neto e Francisco Augusto Tourinho, nº 77, p. 16.
- Cromossomo X frágil, As bases moleculares da síndrome do, por Hector N. Seuánez, nº 78, p. 7.
- Cytotec, O que está em jogo no caso, por Helena Lutécia Luna Coelho, nº 76, p. 60.
- Descoberta estrutura da tionina do milho, por Margareth Marmori, nº 78, p. 62.
- Destruidores de livros e documentos, por Denise Pamplona, nº 74, p. 74.
- (Engenharia genética) Mutações celulares: novas pistas, por Carlos Frederico Martins Menck, nº 77, p. 9.
- (Engenharia genética) Rota para as superplantas, Uma, por Odécio Cáceres, nº 74, p. 20.
- Engenharia genética a serviço da produção de álcool, A, por Vera Rita Costa, nº 76, p. 16.
- Ernst, o esquadrinhador das moléculas (Nobel de Química 1991), por Horácio Carlos Panepucci, nº 78, p. 13.
- Espécies ativas de oxigênio, por Carmen Weingrill, nº 75, p. 63.
- Estudo de um canal de cálcio no cérebro, por Antônio Carlos Campos de Carvalho, nº 77, p. 8.
- Estudos de campo nas escolas brasileiras, por Walter D.S. Leal Filho, nº 78, p. 64.
- Estudos experimentais no Brasil, Os, por Luiz Couty (documento), nº 73, p. 12.
- Excimer laser*: uma nova abordagem cirúrgica, por Helia Angotti Andrade, nº 73, p. 24.
- Falsa imagem da química, A, por Carmen Lúcia A.C. Pagotto e Luci Martins Viana, nº 74, p. 72.
- FDA e a síndrome do choque tóxico, A, por Ana Cecília A.X. de Oliveira e Francisco J.R. Paumgarten, nº 75, p. 61.
- (Fertilização) Atração sexual entre gametas, por Elsimar M. Coutinho, nº 76, p. 9.
- Física da matéria condensada, por Alicia Ivanisovich, nº 73, p. 75.
- Formação das galáxias: uma teoria em crise, por Ivano Damião Soares, nº 75, p. 11.
- Gametas, Atração Sexual entre, por Elsimar M. Coutinho, nº 76, p. 9.
- História da ciência no Brasil, por Roberto Barros de Carvalho, nº 73, p. 78.
- História do Brasil, Como se deve escrever a, por Carl Friedrich Ph. von Martius (documento), nº 77, p. 56.
- Iglésias, crítico de história, por José Murilo de Carvalho (*in* Francisco Iglésias, o escritor da história), nº 73, p. 39.
- (Imunologia) BCG redescoberto, por Carlos Augusto Pereira e Maria Auxiliadora Lucchiari, nº 77, p. 11.
- Informação eficiente: ingrediente da saúde, por Adelaide Maria Coelho Baêta, nº 77, p. 77.
- (Insetos) Destruidores de livros e documentos, por Denise Pamplona, nº 74, p. 74.
- (Insetos) Tamanho, a chave do sucesso, por Athayde Tonhasca Jr., nº 73, p. 64.
- Intérpretes da diversidade, por Guilherme M. de la Penha (*in* A redescoberta dos museus), nº 73, p. 47.
- Laboratórios associados: um primeiro mapa, por Regina Scivoletto e Oswaldo Ubriaco Lopes, nº 77, p. 70.
- Literatura oral sistematizada, por Marília Martins (*in* O retorno de Jedi e os contos populares), nº 76, p. 36.
- Lugar da política na história, O, por Dulce C. Pandolfi, nº 75, p. 58.
- Magnetismo e poluição por metais, por Ogenis Magno Brilhante, nº 77, p. 68.
- Mapa da Antártida em 1531, Um, por Daniel Jean Roger Nordemann, nº 76, p. 64.
- Matéria no universo, A, por J.A. de Freitas Pacheco, nº 74, p. 8.
- (Medicamentos) O que está em jogo no caso Cytotec, por Helena Lutécia Luna Coelho, nº 76, p. 60.
- Meteoritos caem no Paraná, por Germano B. Afonso e Carlos A. Nadal, nº 74, p. 70.
- Milho, Descoberta estrutura da tionina do, por Margareth Marmori, nº 78, p. 62.
- Missão *Galileo* em Vênus, A, por Roberto Vieira Martins, nº 78, p. 6.
- Modernidade de avestruz, por Timothy M. Mulholland, nº 74, p. 18.
- Muitas reservas pequenas: uma solução?, por Gustavo A.B. da Fonseca, nº 76, p. 18.
- Mutações celulares: novas pistas, por Carlos Frederico Martins Menck, nº 77, p. 9.
- Mutagenese ambiental, por Carmen Weingrill, nº 74, p. 25.
- Navstar-GPS: um novo sistema de navegação, por José Bittencourt de Andrade, nº 77, p. 74.
- Neutrinos pesados, Os, por Ronald Cintra Shellard, nº 73, p. 8.

Nobel/1991: Uma teoria de grande impacto industrial (Física), por Antônio Martins Figueiredo Neto; A comunicação intercelular decifrada (Medicina e Fisiologia), por Paulo Sérgio Lacerda Beirão; Ernst, o esquadrinizador das moléculas (Química), por Horácio Carlos Panepucci, nº 78, p. 12.

Novo planeta, O, por João Steiner, nº 77, p. 12.

O que está em jogo no caso Cytotec, por Helena Lutécia Luna Coelho, nº 76, p. 60.

Peruaçu, Proteção ao, por Maria Elisa Castellanos Solá, nº 73, p. 72.

Poder dos buracos negros, O, por José P.S. Lemos, nº 74, p. 12.

Poligamia, endogamia e parentesco genético, por Gilberto F. de Souza Aguiar, nº 76, p. 14.

Política, O lugar da, na história, por Dulce C. Pandolfi, nº 75, p. 58.

(Política científica) Cientistas para o ano 2000, por Simon Schwartzman, nº 76, p. 11.

(Política científica) Contraponto em tom menor, por Reinaldo Guimarães, nº 74, p. 80.

Pólos tecnológicos em São Paulo, por José Adelino Medeiros, Ana Lúcia Vitale Torkomian e Sérgio Alves Perilo, nº 73, p. 66.

Polição por metais, Magnetismo e, por Ogenis Magnó Brilhante, nº 77, p. 68.

(*Pompilidae*) Vespas caçadoras de aranhas, por Rogério Parentoni Martins, nº 77, p. 54.

Porfirias, Radicais de oxigênio e, por Marcelo Hermes-Lima, nº 75, p. 16.

Predador e sua presa, O, por Rui Cerqueira, nº 75, p. 10.

Prêmio Nobel, 1991: ver Nobel 1991.

Proteção ao Peruaçu, por Maria Elisa Castellanos Solá, nº 73, p. 72.

Química, A falsa imagem da, por Carmen Lúcia A.C. Pagotto e Luci Martins Viana, nº 74, p. 72.

Química do futuro, A, por Marise Muniz, nº 74, p. 76.

Radicais de oxigênio e porfirias, por Marcelo Hermes-Lima, nº 75, p. 16.

Ritmo cardíaco e a onda T, O, por Masako Oya Masuda, nº 76, p. 8.

Rota para as superplantas, Uma, por Odécio Cáceres, nº 74, p. 20.

Sangue bovino, Alimento enriquecido com, por Nadir do N. Nogueira, nº 76, p. 65.

Saúde, Informação eficiente: ingrediente da, por Adelaide Maria Coelho Baêta, nº 77, p. 77.

Semeador de riquezas intelectuais, Um, por Luiz Bevilacqua (*in* Fernando Lobo Carneiro: Engenheiro, pesquisador e humanista), nº 76, p. 56.

Serpentes na selva de pedra, por Giuseppe Puorto, Iara L. Laportae-Ferreira e Ivan Sazima, nº 76, p. 66.

Síndrome do choque tóxico, A FDA e a, por Ana Cecília A.X. de Oliveira e Francisco J.R. Paumgarten, nº 75, p. 61.

Sociologia se aprende no palco?, por João Gabriel L.C. Teixeira, nº 76, p. 68.

Supercondutividade, Uma surpresa na, por Mucio Amado Continente, nº 75, p. 8.

Superplantas, Uma rota para as, por Odécio Cáceres, nº 74, p. 20.

Surpresa na supercondutividade, Uma, por Mucio Amado Continente, nº 75, p. 8.

Tamanho: a chave do sucesso, por Athayde Tonhasca Jr., nº 73, p. 64.

Teoria de grande impacto industrial, Uma, (Nobel de Física/1991), por Antônio M. Figueiredo Neto, nº 78, p. 15.

Tionina, Descoberta estrutura da, do milho, por Margareth Marmori, nº 78, p. 62.

Traceologia revela uso de artefatos pré-históricos, por Maria Estela Mansur, Márcio Alonso Lima e André Prous, nº 73, p. 22.

(Transplantes) Brasil exportador de fígados?, por Cássio Leite Vieira, nº 78, p. 63.

Universidade-Empresa: Integrar é a solução?, por José Ellis Ripper Filho, nº 77, p. 64.

(Universidade) Modernidade de avestruz, por Timothy M. Mulholland, nº 74, p. 18.

Universo, A matéria no, por J.A. de Freitas Pacheco, nº 74, p. 8.

Vespas caçadoras de aranhas, por Rogério Parentoni Martins, nº 77, p. 54.

Vírus satélites dos vegetais, por Álvaro M.R. Almeida e Elliot W. Kitajima, nº 74, p. 68.

(Zoologia) O predador e sua presa, por Rui Cerqueira, nº 75, p. 10.

PERFIS E ENTREVISTAS

Contaminação por espécies (entrevista com Eduardo Rapoport), por Sonia de C. Dietrich, Alicia Ivanissevich e Vera Rita Costa, nº 75, p. 52.

Fernando Lobo Carneiro: engenheiro, pesquisador e humanista (perfil), por Ildeu de Castro Moreira, Luiz Bevilacqua e Alicia Ivanissevich, nº 76, p. 52.

Francisco Iglésias, o escritor da história (perfil), por Maria Eugênia Lage de Resende e Roberto Barros de Carvalho, nº 73, p. 28.

Herman Lent, o cavaleiro de Manguinhos (perfil), por José Jurberg, Moacyr Vaz de Andrade e Alicia Ivanissevich, nº 74, p. 62.

Muralhas do universo, As (entrevista com Paulo S. Pellegrini), por Alicia Ivanissevich, nº 78, p. 46.

Riqueza dos ventos interdisciplinares, A (entrevista com João Candido Portinari), por Alicia Ivanissevich, nº 77, p. 44.

RESENHAS

A ciência por dentro, de Newton Freire-Maia, por Osvaldo Pessoa Jr., nº 78, p. 21.

A coluna Prestes, de Anita Leocádia Prestes, por José Augusto Drummond, nº 75, p. 14.

A construção da ciência no Brasil e a SBPC, de Ana Maria Fernandes, por Warwick E. Kerr, nº 73, p. 11.

A desordem do progresso, de Cristovam Buarque, por Elimar Pinheiro do Nascimento, nº 77, p. 14.

Ciencia y tecnología: estrategias y políticas de largo plazo, de Mario Albornoz e Pablo Kreimer (org.), por Jacques Marcovitch, nº 74, p. 16.

Drogas psicotrópicas e seu modo de ação, de Frederico G. Graeff, por Valentim Gentil Filho, nº 73, p. 10.

Fábrica, convento e disciplina, de Domingos Giroletti, por Almir Pita Freitas Filho, nº 77, p. 13.

Pesquisas sobre o ensino da física, de Ernst W. Hamburger (org.), por Beatriz Alvarenga Álvares, nº 76, p. 63.

ENCARTES ESPECIAIS

43ª Reunião Anual da SBPC, nº 75.

Congressos (Biotecnologia, Malacologia, Parasitologia, Malária, Matemática, Astronomia, Biologia Experimental), nº 76.

Congressos (Arqueologia, Internacional de Epilepsia, Toxicologia, Química, Doença de Chagas, Polímeros), nº 78.

A PESQUISA TUTELADA
João Pacheco de Oliveira Filho

ANATOMIA DA MADEIRA
Pedro L. B. Lisboa

CENÁRIOS DA AMAZÔNIA
Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia

CHUVAS E CONSTELAÇÕES: CALENDÁRIO ECONÔMICO DOS ÍNDIOS DESÂNÁ
Berta G. Ribeiro e Tolamã Kenhíri

INPA: RESISTIR FOI PRECISO
Vera Maria F. de Almeida e Val

LITERATURA ORAL INDÍGENA: O EXEMPLO DESÂNÁ
Berta G. Ribeiro

MANEJE COM CUIDADO: FRÁGIL
Cleber J. R. Alho

O DRAMA DOS YANOMAMÍ
Maria Manuela Carneiro da Cunha

O GIGANTE DAS ÁGUAS DOÇES
Roberto Huet de Salvo Souza e Adalberto Luís Val

O PINCEL MÁGICO DE MARGARET MEE
Alicia Ivanishevich

ORQUÍDEAS: ENTRADA E DISPERSÃO NA AMAZÔNIA
Pedro Ivo Soares Braga

PERDENDO RONDÔNIA
Pedro Luiz Braga Lisboa, Ubirajara N. Maciel e Ghilleen T. Prance

POLÍTICA INDIGENISTA E ASSISTÊNCIA À SAÚDE
Dina Czeresnia Costa

PUPUNHA: UMA ÁRVORE DOMESTICADA
Charles R. Clement

QUEIMADA: O CORTE QUE ATRAI
Christopher Uhl e Robert Buschbacher

REFLORESTAMENTO INDÍGENA
Anthony B. Anderson e Darrell A. Posey

RESERVE JÁ O SEU EXEMPLAR



Agora você pode ter reunidos alguns dos mais importantes artigos publicados pela *Ciência Hoje* sobre a região amazônica. Todos eles escritos por renomados pesquisadores. São 160 páginas coloridas em papel couché e capa plastificada.

Você pode adquirir esse acervo único em condições especiais. Receba o exemplar em sua casa. Aproveite para presentear quem você gosta. Não perca essa chance.

1º VOLUME ESPECIAL

AMAZÔNIA

RONDÔNIA: ESTRADAS QUE LEVAM À DEVASTAÇÃO
Phillip Martin Fearnside

SELEÇÃO PREDATÓRIA
Christopher Uhl e Ima Célia Guimarães Vieira

UM DESAFIO PARA O FUTURO
Kenton Miller

UM PIGMENTO NAS ÁGUAS NEGRAS
Luiz Renato Caldas

UMA RESERVA BIOLÓGICA PARA O MARANHÃO
David Conway Oren

VIOLACEÍNA: A DESCOBERTA DE UM ANTIBIÓTICO
Nelson Duran

XAMANISMO E MEDICINA: O 'CASO RUSCHI' REAVALIADO
Renato Barbosa Rodrigues Pereira

Envie hoje mesmo seu pedido, acompanhado de cheque ou vale postal nominal à:

CIÊNCIA HOJE

Av. Venceslau Brás, 71 - fundos/casa 27
22290 Rio de Janeiro RJ
Tel: (021) 295-4846 Fax: (021) 541-5342

Até 10 de março, o preço é Cr\$ 20.000,00

AR LIMPO AGORA É ORIGINAL FORD.



Além de contribuir com seus carros da linha 92 para embelezar a paisagem, a Ford vai contribuir para a limpeza do meio ambiente. Todos os modelos Verona, Escort, Versailles e Ford Pampa na versão 4x2 já trazem de fábrica o catalisador antipoluição. É um novo componente do sistema de exaustão, que transforma quimicamente os gases tóxicos provocados pela combustão de gasolina ou álcool em uma mistura de vapor de água, nitrogênio e dióxido de carbono. Isso torna as emissões praticamente inofensivas ao meio ambiente, proporcionando uma redução de até 90% nos índices de emissão dos poluentes dos carros Ford. Você pode respirar aliviado. Já estão nos Distribuidores Ford os carros que trazem ar limpo como original de fábrica.

CARROS FORD 92. COMPROMISSO COM A ECOLOGIA.