

CIÊNCIAHOJE

medicamentos A indústria farmacêutica e as patentes



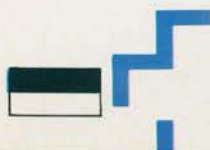
O MINISTÉRIO DA SAÚDE TEM COMPROMISSO COM A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE E DA MELHORIA DAS CONDIÇÕES DE VIDA DA POPULAÇÃO BRASILEIRA.

A prevalência da denominação genérica sobre a denominação de marca ou fantasia de medicamentos (Decreto 793, de 05/04/93) representa:

- ⇒ **RACIONALIDADE TERAPÊUTICA E MENORES PREÇOS PARA A POPULAÇÃO**
- ⇒ **UNIVERSALIDADE DA NOMENCLATURA**
- ⇒ **FACILIDADE NO INTERCÂMBIO DE INFORMAÇÕES CIENTÍFICAS**
- ⇒ **DIREITO DE INFORMAÇÃO AO USUÁRIO**

Diversos países estimulam a produção de medicamentos genéricos. Pela primeira vez no Brasil, a assistência farmacêutica alcança sua devida relevância, com o objetivo de garantir à população o acesso aos medicamentos essenciais.

"SAÚDE: DIREITO DE TODOS E DEVER DO ESTADO"



Ministerio da Saúde



Educação científica: um problema nacional

Já se tornou repetitivo falar das diversas **crises** nas quais o país está imerso. Falamos freqüentemente da crise econômica, da política, da crise na educação, na saúde, na ciência e tecnologia etc. Nossos editoriais têm contribuído também, a nosso contragosto, para enfraquecer e retirar parte do impacto da palavra **crise**. Mas o risco maior, e trágico, seria esquecer a cruel realidade nacional. Um aspecto importante dessa situação refere-se à qualidade da educação científica que parte dos jovens brasileiros (os não excluídos das escolas) têm recebido nas escolas públicas e privadas, nos níveis fundamental e médio.

Para o nosso leitor será indispensável falar da importância do desenvolvimento científico e tecnológico no mundo de hoje, e de como a formação de pessoal qualificado é essencial. O quadro se torna mais crítico quando nos damos conta de que a democracia nas complexas sociedades atuais exige, para seu exercício, que os cidadãos disponham de uma boa educação científica. O 'analfabetismo' científico e matemático de grande parcela de nossa população é um fator de entrave ao nosso desenvolvimento social e econômico e à construção de uma sociedade verdadeiramente democrática.

Inúmeros indicadores atestam um quadro de crise séria nesse domínio. A baixa qualificação dos estudantes saídos das escolas de segundo grau está refletida em muitos dados: no resultado dos exames vestibulares, por exemplo, ou no seu desempenho inicial nos cursos universitários. A procura pelos cursos de ciências básicas tem caído nos últimos anos e a situação é agravada pela alta taxa de evasão. Como consequência, em médio prazo, há um decréscimo quantitativo e qualitativo na pós-graduação. É claro que se pode argumentar, corretamente aliás, que a crise econômica e a falta de perspectivas profissionais adequadas são os principais culpados. Mas existe também um importante fator de desmotivação gerado pelos cursos de qualidade inferior, que respondem à curiosidade dos jovens com um ensino livresco e árido.

Outro fato significativo e elucidativo é a enorme proliferação de visões esotéricas do mundo que, em contraposição a um conhecimento crítico, se espalham por todos os meios de comunicação, afetando jovens e adultos. Reconhecer que se trata de uma questão complexa, de dimensão universal, e que também é fruto de um desencanto com muitas das consequências da ciência e da tecnologia é importante, mas não é tudo.

Na busca de soluções que levam a uma renovação e a alterações radicais no ensino científico, um ponto prioritário é a valorização do professor de primeiro e de segundo graus, o que implica salários adequados, obrigação do poder público e dos empregadores. Esta é, porém, uma condição necessária mas

não suficiente. É preciso vencer o desafio de formar um professor competente, no conteúdo e na sua didática, de mantê-lo atualizado e de dar-lhe condições adequadas de trabalho.

Muitas iniciativas importantes têm sido implementadas em todo o país. Citamos algumas delas, a título de exemplo: a reformulação e a expansão dos cursos de licenciaturas das universidades públicas começa, embora muito lentamente, a ser tentada em vários lugares; a produção de material didático, realizada por grupos de professores do segundo e terceiro graus que ocorre, por exemplo, em certas áreas da USP; no Rio de Janeiro, um programa conjunto de várias universidades, apoiadas pela secretaria de educação, inicia um trabalho amplo de aperfeiçoamento de professores da rede pública; no Norte do Paraná, se tenta criar uma rede de comunicação eficaz entre professores do segundo grau; em alguns encontros científicos, os pesquisadores já organizam atividades especiais para professores e estudantes do nível médio, numa tentativa importante de aproximá-los do trabalho de pesquisa; várias sociedades científicas mantêm, embora a duras penas, revistas destinadas ao ensino; algumas instituições de pesquisa, poucas é verdade, desenvolvem programas de divulgação científica nas escolas.

No entanto, muito ainda há que ser feito diante da grandeza do problema. Enfrentamos, além disso, um contexto cultural pouco favorável à experimentação científica e que tende a valorizar o verbalismo vazio, em detrimento da prática e da reflexão teórica fundamentada. O engajamento articulado e efetivo das áreas do governo – federal, estadual ou municipal – responsáveis pela educação com os institutos de ensino e pesquisa e as entidades científicas, em uma grande jornada para melhoria do ensino científico no país, é uma necessidade premente.

As universidades, em particular, podem vir a desempenhar um papel muito importante nesta renovação, seja através de cursos de formação de melhor qualidade, da geração de novas metodologias e materiais didáticos, do fornecimento de cursos e estágios nos laboratórios, da criação de espaços para a divulgação científica ou da participação na atualização dos conteúdos. A comunidade científica deve se dar conta de que, sem se descuidar de suas atividades de pesquisa, tem uma importante contribuição a dar. Mesmo porque seu próprio futuro depende disso.

EDITORIAL

CARTAS DOS LEITORES

UM MUNDO DE CIÊNCIA

O estudo da possível organização dos genes humanos em um sistema de linguagem, que vem sendo chamado de gramática genética, abre um campo novo para pesquisa científica no país. Por Darcy Fontoura de Almeida.

RESENHA

Em *A estrutura quântica da matéria*, José Leite Lopes apresenta a teoria atômica da matéria e seus fundamentos, desde os filósofos da Grécia antiga aos físicos de hoje. Por Moysés Nussenzveig.

1 TOME CIÊNCIA

9

Uma espécie de caranguejo, que vive nos manguezais litorâneos da América tropical, reúne todas as condições para o estudo do pouco conhecido fenômeno entre os crustáceos braquiúros. Por Jesús E. Conde, Humberto Díaz e Luiz Drude de Lacerda.

4

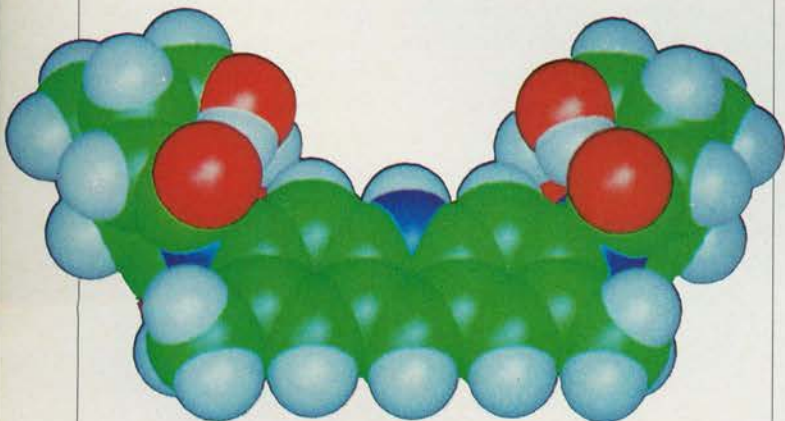
A sobrevivência de plantas e animais muitas vezes depende de adaptações e associações. O *Melocactus violaceus*, um cactus das restingas, parece ter se adaptado ao lagarto *Tropidurus torquatus*. O cactus alimenta o lagarto e este garante sua germinação.

6

OPINIÃO

14

No Brasil existe aproximadamente um cientista para cada 2.500 habitantes. No Japão essa proporção é de um para 150. Para Marcelo Christoff, esta situação mostra como é urgente a definição de políticas de C&T no país.





MEDICAMENTOS

Coincidindo com a votação do novo Código de Propriedade Industrial no Congresso brasileiro, *Ciência Hoje* amplia o debate sobre o preço dos medicamentos com um dossiê sobre a indústria farmacêutica e as patentes. O documento descreve a história, o mercado e as estratégias de competição das grandes empresas do setor e discute as necessidades da indústria brasileira face à nova realidade das patentes.

Indústria farmacêutica: histórico, mercado e competição

José Carlos Gerez

"É preciso investir em química fina"

Entrevista com Eduardo Martins

A nova realidade das patentes

Dulcídio Elias Pedrosa

A descoberta acadêmica e os direitos de propriedade intelectual

Sérgio H. Ferreira

Os desastres da guerra

Ennio Candotti

"Patentes tornarão o Brasil viável para pesquisas de multinacionais"

Entrevista com Claudio Sonder

Das plantas medicinais aos fármacos naturais

Otto Gottlieb e Maria Auxiliadora Kaplan

Plantas medicinais ameríndias

Berta G. Ribeiro

18

É BOM SABER

56

Os avanços da ciência e da tecnologia dão lugar a questões que escapam à competência dos especialistas: são novos problemas éticos, diante dos quais a sociedade é chamada a se pronunciar. É o que discutem Sônia Vieira e William Saad Hossne.

Os ovulídeos são moluscos que vivem em corais no litoral do Brasil, no mar do Caribe e em áreas do Oceano Pacífico. Por sua coloração exuberante, são coletados indiscriminadamente e começam a desaparecer em algumas regiões. Por Fábio H. A. Costa.

Primeiro Presidente da República a visitar a Academia Brasileira de Ciências em 20 anos, Itamar Franco afirmou em seu discurso que, além de medidas saneadoras urgentes, a retomada do crescimento no Brasil exige a participação intensa da comunidade científica e tecnológica.

Resultados do projeto "Estratigrafia e paleontologia do Cretáceo da bacia do Parnaíba", que incluem a descoberta de uma ossada de dinossauro excepcionalmente preservada, são apresentados por Marco Aurélio Vicalvi.

Depois de muitos atrasos e adiamentos, foi lançado o primeiro Satélite de Coleta de Dados, que coloca o Brasil no restrito grupo de países produtores de satélite. Por José Monserrat Filho.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a Escola Politécnica da USP desenvolveram um processo mais barato para produzir compósitos de alumínio e carvão de silício. Esse material pode substituir o aço, o próprio alumínio e os compósitos poliméricos.

Com a chegada de uma *workstation* de 5ª geração, o Centro de Tecnologia Mineral está desenvolvendo pesquisas de modelagem molecular nas áreas de mineração, fármacos e química do cheiro.

O Centro de Tecnologia Mineral, do CNPq, desenvolveu uma nova técnica que usa bactérias para tratar os efluentes industriais. O tratamento biológico à base de lodo ativado é mais rápido, barato e menos agressivo ao meio ambiente que os métodos hoje disponíveis. Por Luisa Massarani.

PONTO DE VISTA

72

O avanço tecnológico impõe às empresas novas práticas gerenciais e administrativas, com maior valorização de seus funcionários e incentivo à criatividade e à cooperação. Por Geraldo Martins Souza.



Capa Ilustração
Felipe Eduardo

Alfinetes

Primeiramente, gostaria de parabenizá-los por manter uma revista de tal qualidade e, principalmente, uma fonte de conhecimento e consulta para inúmeros jovens universitários. Sou estudante do curso de Administração de Empresas da Universidade Federal Fluminense e, como tal, peço-lhes a gentileza de publicar com maior frequência matérias sobre esse assunto ou, simplesmente, que não se esqueçam das ciências sociais. Quero também cumprimentá-los pelo artigo 'O que é pós-moderno' (CH nº 62), extremamente interessante para nós, que vivemos numa época de crise econômica e convulsão social.

Além disso, gostaria de responder a um pedido do leitor Cléber Pinho da Silva, de São Paulo, publicado em CH nº 80. Ele diz precisar de alfinetes entomológicos. Esclareço-lhe que possuo tais alfinetes, trazidos da Alemanha, num total de cinco mil unidades, dos tipos 000, 00, 0, 1, 2, 3 e 4. Caso haja interesse do leitor, peço-lhe que o ponha em contato comigo pelo telefone (021) 710.5513. *Guilherme Koster, Niterói (RJ).*

Símbolo nacional

Há alguns meses, *Ciência Hoje* publicou um pequeno artigo sobre uma ararinha que tem as mesmas cores da bandeira brasileira. E a revista lançou a idéia de transformar essa pequena ave no símbolo do Brasil. Peço que me informem quando foi, porque gostaria de comprar um exemplar desse número da revista. *Pekim Vaz, Belém.*

A ave verde e amarela chama-se guaruba e o artigo, do saudoso professor Helmut Sick, foi publicado na CH nº 29. Foi



o professor Sick quem sugeriu a eleição da guaruba, ou ararajuba, como símbolo nacional. Ela é nativa do Brasil, sendo encontrada apenas no sul da Amazônia, do rio Gurupi, no Maranhão, até a margem esquerda do Tapajós e está ameaçada de extinção. A Amazônia meridional está exposta desde muitos anos a modificações profundas: desmatamentos, inundações, construção de estradas e povoamento. A isto se soma a tremenda perseguição direta à ave, tanto para comê-la quanto para exportá-la como valioso objeto de comércio clandestino. Na ocasião, o professor Sick observava que a guaruba já vem sendo reproduzida em cativeiro no Brasil e no exterior, e que nos EUA um único casal chegou a produzir mais de 30 filhotes. A guaruba foi também capa de CH nº 83.

Cultura de células

Tomo a liberdade de, desta maneira informal, dirigir-me aos senhores a fim de fazer-lhes uma sugestão. Trata-se do interesse e da necessidade de conhecermos melhor a técnica de cultura de células (vegetais, principalmente), que hoje tem grande destaque na biotecnologia e na farmacêutica (...). *Paulo Chanel D. Freitas,*

Faculdade de Ciências Farmacêuticas, USP, São Paulo.

Protesto

O principal motivo desta carta é deixar por escrito a minha indignação em forma de protesto contra tudo o que estão fazendo para piorar ainda mais a situação da ciência e da tecnologia no Brasil. (...) Mais e mais tenho visto o descaso dos nossos governantes, principalmente no que diz respeito ao corte de verbas para pesquisa científica.

Mas nem tudo está perdido. O Brasil está vivendo um novo momento, que começou com a admissão do processo de impeachment do ex-presidente Collor pelo Congresso, momento em que a comunidade científica deverá se posicionar de maneira marcante no Ministério de Ciência e Tecnologia. Não, eu não falo de políticos, mas dos membros da comunidade científica brasileira, para que nele possamos depositar a nossa confiança. Gostaria também de receber mais informações sobre a SBPC e seus objetivos, o que ela tem feito em meu Estado. *Antonio Rocha, Fortaleza.*

Você pode obter essas informações com a secretária

regional da SBPC em Fortaleza, professora Maria Sulamita de Almeida Vieira, pelo telefone (085) 243-2747. Aliás, a 41a. Reunião Anual da SBPC, em 1989, foi realizada em Fortaleza.

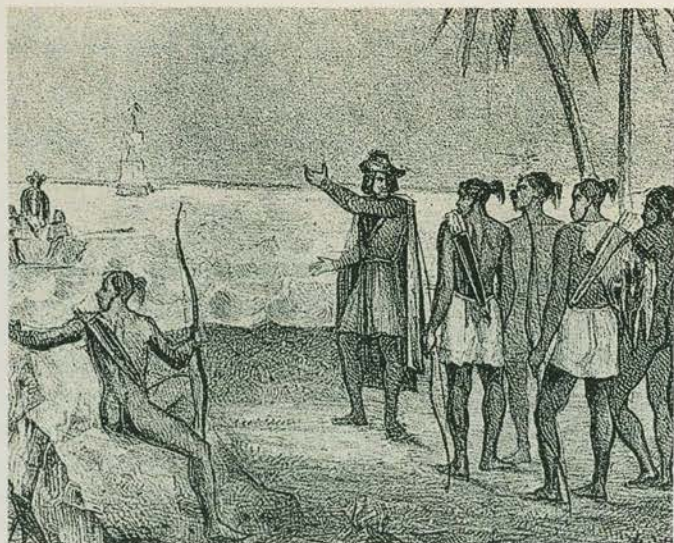
Linguagem adequada

Na qualidade de leitora assídua de *Ciência Hoje*, quero parabenizá-los pelo excelente nível da revista. É lamentável que neste país haja tão poucas revistas com a mesma qualidade. Acompanhei com tristeza a crise pela qual a revista passou e gostaria de manifestar meu sentimento de solidariedade, embora atrasada. Li as sugestões de muitos leitores e alguns afirmavam que os artigos deveriam ser mais acessíveis ao público leigo, através de uma abordagem menos profunda dos temas. Confesso que não concordo: se houver menor aprofundamento, a qualidade dos artigos será afetada. É justamente essa qualidade dos textos que desperta a atenção do público, principalmente daqueles que não têm muito contato com a pesquisa científica. Se os artigos fossem tão difíceis de entender, a revista não teria leitores que ainda cursam o 2º grau.

Também gostaria de saber mais sobre gnotobiologia, a ciência dos animais limpos, pois o artigo de Enio Cardillo Vieira e Jacques Robert Nicoli (CH nº 66) despertou meu interesse.

Carla de Oliveira Cardoso, Uberaba (MG).

Os autores podem ser contatados na Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Biológicas, Caixa Postal 2.486, CEP 31.270-901, Belo Horizonte, ou pelo telefone (031) 221-5150.



Broca-da-cana-de-açúcar

Sou acadêmica de ciências biológicas da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e estou desenvolvendo um trabalho de conclusão de curso, tipo monografia. Este tem como tema o controle biológico da lagarta ou broca (*Diatraea saccharalis*) por larvas de moscas (*Lixoperaga diatraeae*, *Metagonistylum minense* e *P. claripaepis*) em cultivo de cana-de-açúcar.

Estou escrevendo à revista pois, após consultá-la, tomei conhecimento de que a empresa Copersúcar, com sede em Piracicaba (SP), poderá fornecer dados atualizados, bem como informações importantes sobre o assunto. Gostaria que me informassem o endereço da empresa.

Andréia Sopelsa
Porto Alegre

Você pode escrever para o Centro de Tecnologia Copersúcar, aos cuidados do chefe da área de entomologia, engenheiro Enrico Arrigone, Caixa Postal 162, CEP 13.400-970, Piracicaba. Se preferir, há as opções do FAX 0194-

22-8538 ou do telefone (0194) 33-3199. Estamos certos de que a Copersúcar terá a maior satisfação em atendê-la.

Algas

Sou professor de biologia da rede particular e da rede estadual de ensino e leitor assíduo desta revista, que parabeno pela eficiência nos artigos publicados. Gostaria de poder responder às perguntas de meus alunos sobre a utilização econômica de algas e fungos. Por isso, peço que vocês publiquem um artigo sobre este assunto.

Fernando Ananias
Campinas (SP)

Em nossa edição especial sobre meio ambiente (nº 81, maio/junho 92), publicamos um artigo sobre substâncias extraídas de algas — as carragenanas —, que têm ampla utilização na indústria alimentícia, entre outras. Se você quiser encomendar seu exemplar ao nosso departamento de circulação, certamente vai ler também outros artigos que interessam à sua área de trabalho.

Gouveia, não Cabral

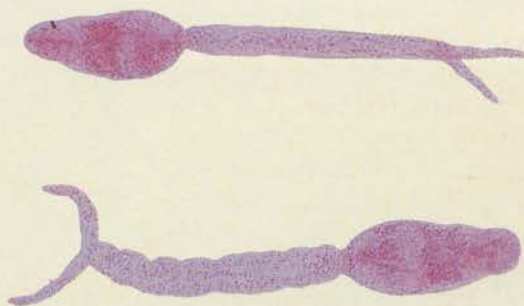
Costuma ser de ótima qualidade a matéria publicada por esta conceituada revista. De parabéns, permanentemente. Todavia, como errar é humano, uma falha de revisão nos mostra em CH nº 86, dedicada a 'América, conquista e colonização', p. 20, canto superior esquerdo, sob o quadro dedicado ao Caramuru, uma legenda trocando o nome do naufrago Diogo Álvares Gouveia para Diogo Álvares Cabral. Possivelmente um ato-falho,

vinculado ao descobridor, Pedro Álvares Cabral, que até poucos antes de sua viagem chamava-se Pedro Álvares Gouveia. Parabéns pelo todo, de excelente material.

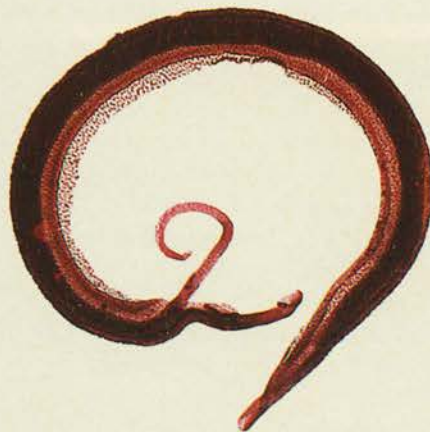
Nuno Souto Maior,
Rio de Janeiro.

Correções

No artigo *Schistosoma mansoni* (CH nº 84), houve uma troca nas legendas das ilustrações das páginas 21 e 24. Estamos publicando as duas ilustrações, desta vez com as legendas corretas.



Cercárias de *S. mansoni* obtidas por microscopia óptica.



Microfotografia de um casal de vermes adultos de *S. mansoni* corados pelo carmin clorídrico, obtida por microscopia óptica (aumento de 30 vezes).

A gramática genética

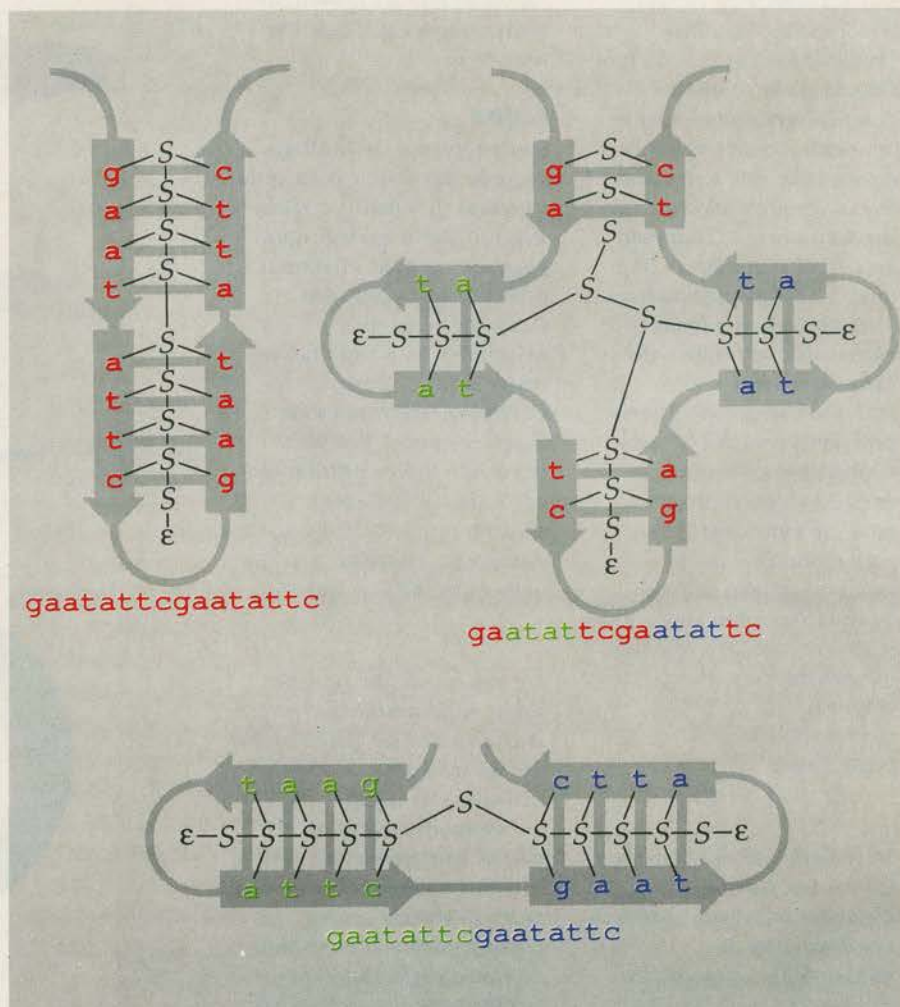
Cientistas procuram decifrar a linguagem dos genes.

As descobertas científicas que revelam aspectos fundamentais do funcionamento da natureza trazem, junto com a euforia pelo sucesso alcançado, a sensação de objeto e dever cumpridos, com um conseqüente relaxamento de tensão. Quando a revelação corresponde a uma daquelas situações que caracterizam uma revolução científica, a celebração é mais festiva ainda. Este foi e certamente ainda é o caso da biologia molecular, especialmente nos anos 50 e 60. A descoberta da estrutura da molécula do ADN abriu o espaço necessário para uma sucessão impressionante de outros avanços, cada vez mais espetaculares, entre os quais se destacam a decifração do código genético, a compreensão dos mecanismos de regulação e controle da expressão dos genes e a metodologia de aplicação das enzimas de restrição e de seqüenciamento dos ácidos nucleicos. Estes e outros progressos do conhecimento e da técnica permitiram o estabelecimento de programas de ataque ao material genético, visando a elucidação das regras e mecanismos que governam sua função. Como exemplo – talvez o principal – vale citar o programa Genoma Humano (HUGO), com o qual a comunidade científica internacional, sob a liderança americana, pretende desvendar a seqüência completa dos nucleotídeos que constituem os cromossomos humanos. O processo atingido até hoje e, ainda mais importante, a velocidade com que ocorrem os sucessivos aperfeiçoamentos tecnológicos na área não deixam dúvida quanto ao atingimento desse objetivo, em prazo e custo até menores do que os inicialmente estabelecidos. A pergunta que se apresenta agora é o que será feito com toda essa quantidade de informação? Várias respostas são cabíveis, algumas mais óbvias que outras.

É óbvio, por exemplo, que o conhecimento das seqüências do genoma humano permitirá a identificação precisa dos sítios afetados em doenças de origem

genética, o que de imediato dará acesso à experimentação em terapia genética, com algum sucesso previsível. Isso já está sendo feito. Menos transparente hoje, mas ainda assim igualmente importante, é o fato de que, nos próximos anos, presenciaremos a acumulação de dados sobre o genoma em escala até recentemente inconcebível. Não haverá mãos (e principalmente cabeças) que cheguem, em particular porque muitas delas (umas e outras) estarão engajadas na indústria farmacêutica, cuidando dos remédios genéti-

cos, na corrida em busca de produtos e patentes. Resta, ainda assim, a imensa tarefa de procurar entender o que nos dizem (a nós e a nossas células) os bilhões de nucleotídeos que estão no ADN. Como nada é gratuito, não será extraordinário conceber que alguma organização molecular específica esteja presente naquelas estruturas, codificando informações também necessárias ao organismo. A idéia tem atraído alguns poucos pesquisadores, e os esforços se concentram, na sua maioria, em procurar entender o que vem



A ambigüidade na gramática dá origem a moléculas com mais de uma estrutura secundária, conforme as três ilustrações. S é um elemento não-terminal e ε um elemento que elimina S, na gramática gerativa.

sendo chamado de gramática genética.

A denominação talvez dê margem a falsas interpretações e, o que é pior, a direcionamentos infrutíferos na pesquisa do assunto. Contudo, tem seu charme. Há quem aplique à biologia molecular analogias que a aproximam da linguagem humana. O artigo de David B. Searls, A lingüística do ADN* é um excelente exemplo. Com formação em biologia e, mais tarde, em ciências da computação, o autor tem currículo ideal para a tarefa a que se propõe. Hoje, ele é um dos diretores do Laboratório de Informática e Biologia Computacional da Universidade de Pensilvânia, tipo de unidade de pesquisa que ainda não prospera em nosso país. No artigo estão expostas as principais idéias que orientam sua pesquisa. O que ressalta é a estreita analogia, que se procura transmitir, entre a linguagem humana e a linguagem genética. A gramática gerativa de Noam Chomsky (lingüista norte-americano) é utilizada como ponto de apoio principal para o desenvolvimento da estratégia de pesquisa empregada no laboratório do autor.

O tema é tão atraente quanto perigoso. Se por um lado a analogia pode render ricos dividendos, trazendo subsídios com potencial esclarecedor à nova disciplina (será que podemos chamar assim a nova área?), por outro lado corre-se o risco de colocar o material em uma camisa de força inconveniente para a sua total compreensão. Pessoalmente, confesso que opto por uma política mais aberta, que esteja sempre alerta e suscetível ao aparecimento de novas regras e novos conceitos para a criação da gramática genética. O problema é saber ou descobrir como captar essas novas regras e conceitos, uma vez que, salvo raras exceções, não é sempre que se consegue vincular, nesse campo, a estrutura à função. Essa dificuldade talvez seja a primeira que deva ser superada pelos que se dedicam ao assunto. Na falta de alvo mais nítido, os genes estruturais são os candidatos iniciais para se tentar este tipo de análise. Que relações existem entre as seqüências de ADN, em geral, e os genes que codificam as proteínas e os ARNs? Aqui, não só a constituição intrínseca da seqüência, mas também sua localização no genoma, podem ter importância. De que forma interagem entre si seqüên-

cias não diretamente envolvidas com os genes estruturais? Nesse particular, vale lembrar os casos já conhecidos de produtos gênicos destinados à ligação com outras regiões do ADN, geralmente para fins de regulação. E tantas outras perguntas que poderiam surgir. O campo ainda é suficientemente inexplorado para permitir divagações mais amplas do que o habitual, em biologia molecular, e com enormes potencialidades para o entendimento dos mecanismos fundamentais que presidem a organização da matéria viva. Com o seqüenciamento do genoma humano, estaremos diante da Pedra de Roseta da biologia, com a circunstância de que provavelmente serão necessários mais do que um só Champollion para decifrá-la.

Sabemos que, independentemente da espécie de gramática, deverá existir, por necessidade, algum tipo de identificação nas incontáveis seqüências disponíveis no ADN. Os palíndromos biológicos são candidatos automáticos à especificação de local, ou de sua sinalização. As repetições invertidas (designação dos palíndromos biológicos), ao se apresentarem nas duas fitas do ADN, oferecem condições excepcionais de identificação inequívoca, condição nada desprezível, em se tratando, por exemplo; de regulação genética. Searls apresenta esta questão, com ênfase no processo que os origina, alertando para a possibilidade de ambigüidades. A focalização em estruturas desse tipo pode levar a resultados interessantes; alguma lógica dá apoio à idéia.

É estimulante lidar com assunto de tamanho potencial para a biologia, tão pouco conhecido e com tantas perspectivas em aberto. Além do mais, acessível à pesquisa a custos relativamente baixos, se considerarmos a atual penúria de nossa ciência. Que mais desejar para um projeto de trabalho?

American Scientist, vol. 80, pp. 579-591 (1992).

Darcy Fontoura de Almeida

Instituto de Biofísica,

Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A vida de uma estrela



Ninhadas de estrelas recém-formadas, observadas numa nuvem de gás com telescópio de infravermelho. Depois, elas se separam.

A astrônoma Karen Strom, da Universidade de Massachusetts, e seus colegas encontraram uma explicação para o isolamento em que a maioria das estrelas são encontradas no espaço. De fato, as estrelas nascem agrupadas a partir de densas nuvens de gás que vagueiam pelo universo. Essas estrelas deveriam continuar juntas em virtude das forças gravitacionais atrativas que atuam entre elas; no entanto, 90% delas se encontram isoladas.

Strom e seus colegas observaram as nuvens mais densas e mais escuras de hidrogênio molecular na vizinhança da nebulosa de Órion, e verificaram a presença de 3 mil estrelas, das quais 300 estavam agrupadas em 'ninhadas' de 10 a 50 estrelas jovens. É a primeira vez que se faz uma observação de estrelas formadas dessa maneira. O grupo concluiu que as famílias de estrelas recém-formadas são pequenas e que a força de atração gravitacional não é suficiente para mantê-las agrupadas: em consequência, as estrelas jovens se separam.

Discos de poeira acompanhando as ninhadas envolvem as estrelas jovens e podem indicar a presença de precursores de planetas, sugerindo que se trataria de uma situação típica e, portanto, que sistemas planetários como o nosso poderiam existir em outras regiões do universo.

Science, vol. 259, p. 459 (1993).

De Tales de Mileto a Feynman

O acervo de textos universitários de física escritos por autores brasileiros é muito escasso, em contraste com os de matemática. Felizmente, ele acaba de ser enriquecido com o aparecimento deste novo livro do professor José Leite Lopes.

O autor, um dos pioneiros da física teórica no Brasil, sempre aliou sua destacada carreira como pesquisador a uma reputação pedagógica amplamente merecida. Várias gerações de estudantes brasileiros (e franceses, desde a publicação na França) já se beneficiaram de sua excelente *Introdução à teoria atômica da matéria*.

Sua nova obra cobre um território bem mais vasto, abrangendo desde material típico dos cursos de graduação de *Introdução à Física Moderna* e *Introdução à Teoria Quântica*, até tópicos usualmente tratados em cursos de pós-graduação de *Mecânica Quântica* e *Introdução à Teoria Quântica dos Campos*. Assim, nas mais de 800 páginas do livro encontram-se, tratados de maneira concisa e segura, temas que vão, como enuncia o subtítulo, "do átomo pré-socrático às partículas elementares".

A abertura dá uma visão panorâmica da evolução histórica dos temas abordados, da mais remota antiguidade aos nossos dias, incluindo o desenvolvimento da física no Brasil.

Os capítulos introdutórios apresentam as origens da teoria atômica na química, além de uma descrição qualitativa da estrutura da matéria. Após uma recapitulação da mecânica analítica clássica, com ênfase em simetrias e leis de conserva-

ção são abordados fenômenos de transporte na teoria cinética dos gases, a distribuição de Maxwell-Boltzmann, gases reais e forças de Van der Waals.

A teoria eletromagnética clássica é apresentada em seus principais pontos: equações de Maxwell-Lorentz, funções de



A ESTRUTURA QUÂNTICA DA MATÉRIA, de José Leite Lopes, Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1992, 820 p.

Green e potenciais retardados, dispersão da luz, causalidade e relações de dispersão. São discutidas as bases históricas da teoria quântica: radiação térmica e calores específicos dos sólidos, as primeiras evidências da existência de fótons, o átomo de Rutherford-Bohr e as ondas de Broglie que conduzem à equação de Schrödinger e suas aplicações ao movimento de partículas em potenciais retangulares e ao átomo de hidrogênio.

Os capítulos seguintes são dedicados à formulação mais geral da mecânica quântica, sua interpretação física e a evolução temporal de vetores de estado e de observáveis, incluindo simetrias e reflexões espaço-temporais, o tratamento algébrico

do oscilador harmônico e a interação com o campo eletromagnético.

Após tratar do spin do elétron e de seus efeitos espectroscópicos, o autor discute o princípio de Pauli e suas aplicações à estrutura eletrônica dos átomos. Às estatísticas quânticas, com aplicações a lasers e superfluidos, descritas em um capítulo, seguem-se as teorias do diamagnetismo e paramagnetismo, uma visão geral da teoria das perturbações estacionárias e a teoria quântica da ligação homopolar, ilustrada através da molécula de hidrogênio.

Antes de entrar na mecânica quântica relativística, o autor apresenta uma revisão da relatividade restrita. São tratadas a formulação covariante da eletrodinâmica e a equação de Dirac, incluindo uma discussão dos espinores de Weyl e de Majorana.

Após uma breve discussão da fenomenologia das partículas elementares, os três últimos capítulos são dedicados a uma introdução aos campos de calibre e às interações fundamentais, ao formalismo da quantização canônica de campos, aos propagadores de Feynman e a algumas noções sobre integrais funcionais, terminando com uma aplicação ao efeito Bohm-Aharonov.

O livro, de edição extremamente bem cuidada, tem ainda dois apêndices que tratam de complementos matemáticos, incluindo uma introdução à teoria das distribuições, além de uma extensa bibliografia.

Desde a bela epígrafe de Rilke é evidente o carinho, na concepção desta obra, que passa a constituir uma nova e importante referência para o ensino universitário do país.

H. Moysés Nussenzveig

Departamento de Física, PUC-RJ.



Araweté

Araweté — O povo do Igarapé Ipixuna (Cedi, São Paulo, 1992) é resultado de uma extensa pesquisa antropológica sobre o modo de vida, a visão do mundo, a história, os desafios do presente e as perspectivas dos Araweté, povo indígena que vive atualmente em relativo isolamento no Igarapé Ipixuna (Amazônia), mas que já chegou a perder cerca de um terço de sua população no contato com os brancos.

O autor, o antropólogo do Museu Nacional (UFRJ) e fotógrafo Eduardo Viveiros de Castro, uniu ao texto, de leitura acessível, um ensaio com fotos coloridas e em preto e branco, distribuídas ao longo dos sete capítulos. O livro traz ainda mapas, dados sobre a população e a cronologia do contato, depoimentos e fontes de consulta.



Psicanálise e literatura

Atualizar a psicanálise e enriquecer a cultura, através do desvendamento das motivações inconsciente ocultas na arte, é a proposta de Hórus Vital Brazil em *Dois ensaios entre psicanálise e literatura* (Imago, 1992). Com prefácio de José Américo Motta Pessanha, o livro aborda "as sutilezas que sustentam esse binômio".

Caranguejos anões

Condições ambientais explicam alterações no crescimento de crustáceos.

Razões de ordem evolutiva podem ser responsáveis pela fixação genética do crescimento reduzido ou atarracado, ou nanismo, sem que sua manifestação seja necessariamente patológica. Isso acontece em diversas espécies de moluscos bivalves e em alguns peixes abissais cujos machos são anões. Pode também ter causas genéticas consideradas anormais, como no caso da síndrome de Down em seres humanos, ou ser o resultado de habitats depauperados, onde condições extremas exigem grande dispêndio fisiológico. Muitas plantas ficam atarracadas em zonas áridas porque seu crescimento se limita a uma curta época de chuvas, ou em áreas de estresse fisiológico, como os manguezais com alta salinidade, onde a maior parte da energia do metabolismo da planta é drenada para controlar o equilíbrio osmótico (ver 'Manguezais: florestas de beira-mar', em *Ciência Hoje* nº 13). As árvores de mangue, que em geral atingem até 20 metros quando adultas, frutificam com menos de um metro de altura. O crescimento também pode reduzir-se bastante em animais parasitados.

Em crustáceos braquiúros (siris e caranguejos), o fenômeno é pouco conhecido, porque seu estudo requer algumas precondições difíceis de obter. É necessário observar um organismo que viva em uma ampla gama de habitats mas que, ao mesmo tempo, se desloque pouco entre esses habitats, apresentando, portanto, populações típicas de cada um deles. Tal quesito praticamente elimina todas as espécies de crustáceos aquáticos.

Nos ambientes costeiros neotropicais, entretanto, ocorre uma espécie de caranguejo que atende a todos esses quesitos, tornando-se o objeto ideal para testar estudos de nanismo em crustáceos. Trata-se do *Aratus pisonii* (Milne Edwards), aratu-do-mangue ou marinheiro, um caranguejo arborícola, amplamente distribuído nos litorais tropicais da América.



Figura 1. *A. pisonii*, também chamado aratu-do-mangue ou marinheiro.

Ele vive sobre as árvores do mangue durante toda a fase adulta, só descendo ocasionalmente ao substrato do manguezal. Vive em geral sobre o mangue vermelho (*Rhizophora mangle* L.), do qual se alimenta de preferência, embora em sua dieta possa utilizar diversos outros itens além de folhas, como a polpa de árvores, algas e restos de peixes presos nas raízes. Estudos realizados com uma população de *A. pisonii* na baía de Sepetiba, usando isótopos de carbono como traçadores de sua dieta, demonstraram que é um caranguejo altamente onívoro.

Estudando populações de *A. pisonii* em cinco regiões da costa da Venezuela, verificamos que o tamanho médio e máximo dos indivíduos dessas populações é bem variável. Esta interessante plasticidade pode ser modulada pelo meio ambiente, o que tornaria *A. pisonii* muito atraente para o estudo do fenômeno do nanismo em crustáceos braquiúros.

Na laguna de Tiraya, estado de Falcón,



Figura 2. Captura de *A. pisonii* em armadilha específica.

encontramos dois ambientes distintos de mangues. O primeiro, Tiraya-A, encontra-se próximo à saída da laguna para o mar. Suas árvores atingem apenas dois metros de altura. Nesse local, o tamanho máximo de *A. pisonii* não ultrapassou 21 mm de comprimento de carapaça e a maioria dos animais coletados media entre 11 e 13 mm. Numa segunda área – Tiraya-B –, as árvores de mangue atingem até 15 m de altura e a população de *A. pisonii*, mais densa, se constitui de indivíduos que medem entre 17 e 19 mm. Em ambas, a hipersalinidade apresenta valores de até 45 partes por mil.

Uma terceira população de *A. pisonii* foi estudada no Parque Nacional de Morrocoy, também no estado de Falcón, num complexo lagunar com salinidades tipicamente marinhas (36 partes por mil). Aqui a população é maior que nas duas outras áreas e o tamanho médio dos caranguejos varia entre 19 e 21 mm. Uma quarta população foi monitorada na lagu-

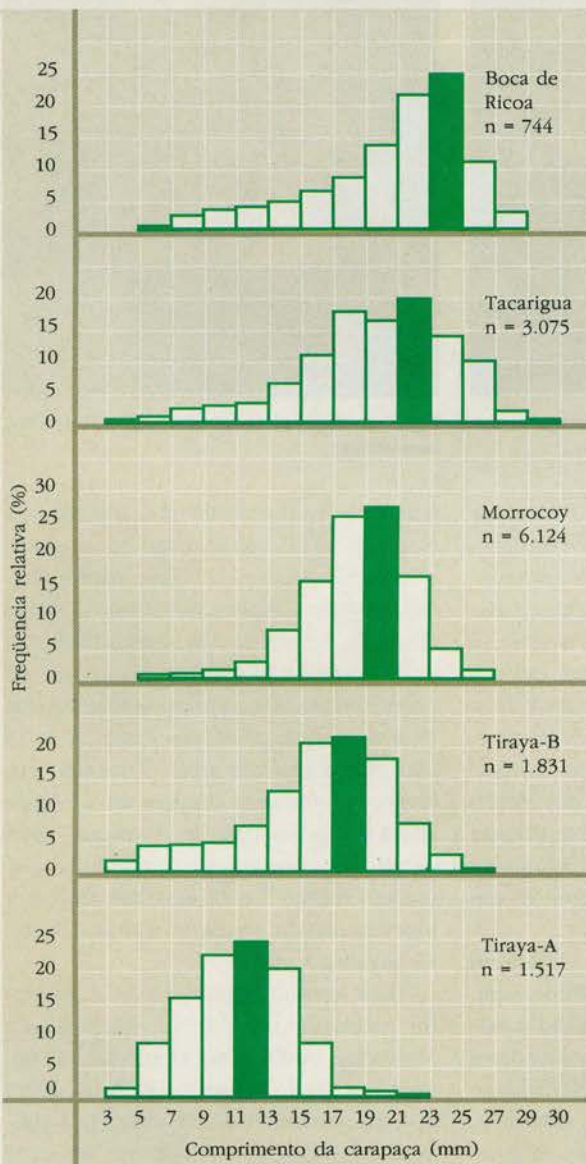
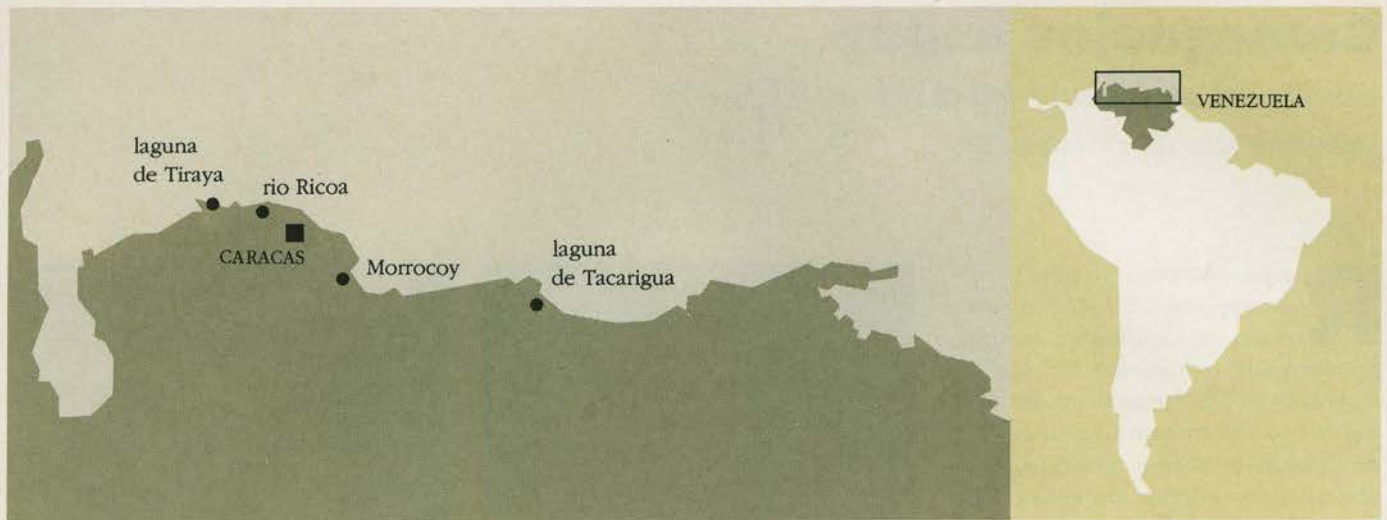


Figura 3. (a) As cinco regiões da costa venezuelana onde *A. pisonii* foi pesquisado. (b) Distribuição da frequência de comprimento de carapaça observada em cada região.

na Tacarigua, estado de Miranda, que recebe grande influência da água doce do rio Guapo. Ali os caranguejos têm tamanhos médios entre 21 e 23 mm. A quinta população foi estudada na foz do rio Ricoa, com manguezais tipicamente ribeirinhos e salinidade em geral inferior a duas partes por mil. Nesta, o tamanho máximo atingido por *A. pisonii* chegou a 29 mm, tendo a maior parte entre 23 e 25 mm. É interessante notar que, em Tiraya-A, *A. pisonii* chega a apresentar a metade do tamanho que na foz do rio Ricoa e, embora nas outras três áreas a redução em tamanho não seja tão grande, foi ainda assim bastante substancial, atingindo em média 33%, 40% e 46% para Tacarigua, Morrocoy e Tiraya-B, respectivamente.

Que fatores determinam a permanência de populações de caranguejos anões? Podemos levantar várias hipóteses. A mais óbvia seria atribuir o nanismo à colonização da área por populações juvenis, deduzindo que, se são pequenos em tamanho,

eles são pequenos em idade. Entretanto, a observação de várias fêmeas ovadas comprova que se trata de adultos. Além disso, estudos anteriores sobre o crescimento de *A. pisonii* demonstraram que, em ambientes marinhos, machos e fêmeas desta espécie atingem, respectivamente, 24 e 18 mm em cerca de 18 meses. A população de Tiraya-A foi monitorada por 22 meses e em nenhum momento observou-se a aparição de caranguejos maiores.

Uma segunda hipótese seria a da migração dos caranguejos maiores para outras áreas. Uma vez que *A. pisonii* é bastante sedentário, isso não parecia plausível. De qualquer modo, observações em áreas adjacentes não encontraram caranguejos maiores do que os observados na estação de coleta.

Dentro de uma visão ecológica, poderíamos supor que os caranguejos maiores seriam consumidos em maior número por predadores, como o caranguejo vermelho *Goniopsis cruentata* e aves marinhas, muito abundantes na laguna de Tiraya. Entretanto, se é verdade que os caranguejos maiores são mais facilmente localizados pelos predadores, eles também possuem garras capazes de poderosa defesa, como sentimos na própria pele ao tentar coletá-los. Além disso, a abundância de *Goniopsis* não é maior em Tiraya do que na foz do rio Ricoa, onde mais de 70% da população de *Aratus* ultrapassa os 19 mm, medindo até 29 mm. Observamos ainda, na foz do rio Ricoa, a presença do guaiamu (*Cardisoma guanhumti*), um dos maiores caranguejos 'terrestres' do planeta. Quanto aos pássa-

ros, encontramos machos de *Aratus* medindo até 27 mm e fêmeas de até 26 mm (muito maiores do que os encontrados em Tiraya-A) na Isla de Pájaros, localizada no Parque Nacional de Morrocoy, onde a abundância e a nidificação de aves marinhas são espetaculares. Portanto, a hipótese de predação dos caranguejos maiores deve ser descartada. Restam duas hipóteses estreitamente relacionadas e, provavelmente, as mais próximas da explicação do mistério dos caranguejos anões. Uma se refere ao hábito alimentar de *A. pisonii* e outra ao rigoroso habitat da população anã.

A. pisonii alimenta-se principalmente de folhas de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), planta notável pelo alto conteúdo de tanino, substância cujo efeito inibitório sobre o crescimento de artrópodos tem sido muito citado. Entretanto, em Tiraya-A, local dos caranguejos anões, as folhas de mangue apresentam poucos sinais de ataques por herbívoros, que as evitariam justamente pelos altos teores de tanino. Aliás, em estudo independente, realizado na baía de Sepetiba (RJ), demonstramos que altos teores de tanino em folhas de mangue reduzem significativamente a herbivoria.

Relacionada com esta hipótese está a qualidade do alimento, no caso as folhas do mangue. Os mangues arbustivos de Tiraya-A têm produtividade bem menor que os mangues ribeirinhos do rio Ricoa. Mais ainda: em áreas hipersalinas, as folhas de mangue tendem a apresentar elevado conteúdo de cinzas, o que também reduz a herbivoria. Ao contrário, tem sido observada uma relação positiva entre a produtividade do mangue (avaliada pelo diâmetro e a altura das árvores) e o tamanho de *A. pisonii*, que ainda não está bem explicada.

É bastante plausível que a maior ou menor disponibilidade do alimento e sua qualidade se reflitam no tamanho do caranguejo. Nossos dados iniciais sobre o conteúdo de nitrogênio foliar (um excelente indicador da qualidade nutricional das folhas de mangue) mostraram maior concentração em Ricoa do que em Tiraya-A. Vários autores têm afirmado que o nitrogênio poderia ser um fator limitante para os caranguejos terrestres. Diante disso, fazem-se necessários bioensaios que

confirmem e quantifiquem tal característica antes de tirarmos conclusões definitivas.

Será o nanismo em *A. pisonii* um fenômeno genético? É muito pouco provável. Embora a espécie seja bastante sedentária na idade adulta, o que garantiria um certo isolamento populacional, em sua fase larval planctônica está sujeita à dispersão pelas correntes marinhas. Como esta fase dura 28 dias e considerando a velocidade das correntes na costa venezuelana, as larvas poderiam nesse período percorrer passivamente de 500 a 800 km. Assim, não seria estranho que os manguezais de Tiraya recebessem larvas provenientes de quase toda a costa da Venezuela, de Trinidad, Guianas, e até mesmo do norte do Brasil, o que poderia constituir um autêntico *potpourri* genético.

Também indivíduos jovens de *A. pisonii* podem ser transportados a grandes distâncias, associados a plântulas de mangue. Ao longo do litoral do estado do Rio de Janeiro, espécimens com poucos milímetros de carapaça são freqüentemente encontrados flutuando junto a plântulas do mangue branco (*Avicennia schaueriana*), a até 50 km do manguezal mais próximo. Desta forma é garantida uma outra forma de manutenção do fluxo gênico entre populações adjacentes, anãs ou não.

Para verificar a hipótese genética, realizamos um experimento que, se não é conclusivo, ajuda bastante a entender o fenômeno do nanismo nesses caranguejos. Em uma pequena ilha de mangue, onde *A. pisonii* atinge tamanhos acima de 19 mm, foram retirados todos os caranguejos presentes e introduzidos 107 anões provenientes de Tiraya-A. Esta população introduzida foi monitorada mensalmente. Ao fim de sete meses, foram medidos na ilha 83 caranguejos, dos quais 36 (43,4%) tinham entre 19 e 24,5 mm. Diante do relativo isolamento da pequena ilha, que impediu a migração maciça de outros caranguejos durante o experimento, e o fato de que larvas ou jovens que pudessem ter chegado a ela não teriam tempo para atingir esse tamanho, só podemos acreditar que aqueles 36 caranguejos, agora 'grandes', fossem o resultado do crescimento dos anões introduzidos. Embora ainda não seja possível estabelecer em definitivo as causas do fenômeno, esta-

mos claramente diante de um caso de nanismo controlado por condições ambientais restritivas. Uma vez retirando-se esta restrição, os caranguejos voltam ao seu crescimento normal.

A redução de tamanho não é, entretanto, a única resposta a condições adversas. Em Tiraya-A também observamos uma redução no número de ovos produzidos pela população. Além disso, em alguns meses não se encontravam fêmeas ovadas, enquanto nos ambientes menos restritivos, como os mangues ribeirinhos, estuarinos e marinheiros, elas estão presentes durante todo o ano.

Em outra área hipersalina – Tacuato, no mesmo estado de Falcón –, encontramos recentemente fêmeas ovadas de *A. pisonii* ainda menores do que em Tiraya-A. As árvores de manguezal de Tacuato nas quais essas fêmeas foram coletadas são também ainda menores do que em Tiraya-A. Este achado parece confirmar a relação entre o padrão de tamanho do caranguejo e a produtividade do manguezal onde ele vive. Seria interessante verificar até onde vai a possibilidade de expressão de *A. pisonii* em manguezais muito produtivos. É fascinante imaginar as possíveis características biométricas, biohistóricas e populacionais dos caranguejos que habitam os manguezais do Amapá, onde árvores de até 30 m de altura e 1 m de diâmetro formam um dos manguezais mais extensos e produtivos do mundo. Quem sabe poderiam se desenvolver ali caranguejos gigantes?

Jesús E. Conde
Humberto Díaz

Centro de Ecología, Caracas (Venezuela).

Luiz Drude Lacerda

*Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense.*

O cactus e o lagarto

Planta da restinga se adapta aos hábitos de réptil.

Grande parte do litoral brasileiro é ocupada pelas restingas, com suas planícies arenosas cobertas de gramíneas, cactáceas e pequenos arbustos, com muitas bromeliáceas (Ver 'A natureza das restingas', em *Ciência Hoje* nº 33).

Nestes solos arenosos e expostos ao sol, a temperatura costuma ser bem alta durante o dia, podendo ultrapassar 50 graus. Por isso, em tais ambientes, a vida animal manifesta-se sobretudo à noite, quando as temperaturas se tornam mais amenas.

Ao entardecer, as pequenas pererecas, que se abrigam no interior das bromeliáceas, começam a coçar. Centenas de mosquitos voam e vários mamíferos e aves crepusculares iniciam suas atividades, emitindo sons e deixando rastros reveladores de suas presenças: jaguatiricas, cachorros-do-mato, ratos, gambás, inhambus, corujas, e até mesmo onças, que costumam visitar as restingas de Linhares, no Espírito Santo.

Com o amanhecer, praticamente todo movimento acaba. A monotonia é quebrada apenas pelos beija-flores e pelos lagartos. Estes, para entrar e permanecer em atividade dependem do aquecimento externo. Algumas vezes ficam expostos ao sol, outras abrigam-se em locais sombreados, mantendo assim a temperatura do corpo adequada ao seu metabolismo.

A atividade dos lagartos diurnos vai aumentando com a temperatura do dia, porém diminui nas horas mais quentes (por volta do meio-dia). Depois desse período, aumenta novamente e torna a diminuir até cessar, ao final do dia, quando eles voltam para seus abrigos subterrâneos.

O lagarto *Tropidurus torquatus* passa grande parte do dia em ambientes abertos, movimentando-se para regular a temperatura do corpo ou para buscar alimento. Quando caça, parece não ter pressa. Senta e espera. Sua dieta é variável, constituída de vegetal e pequenos

artrópodes, principalmente formigas.

Na restinga do Nativo, divisa da Reserva de Linhares, essa espécie de lagarto alimenta-se dos frutos do *Melocactus violaceus*, um cactus que ocorre em ambientes abertos sobre solo arenoso. Seus frutos têm coloração rósea e forma cônica. São mucilaginosos, com alto conteúdo de água e baixa concentração de açúcar. Desenvolvem-se completamente protegidos dentro da coroa e só são liberados quando amadurecem.

Cada cactus libera de um a quatro frutos por dia. A liberação ocorre em relativa sintonia com o período de maior atividade do lagarto: nas primeiras horas da manhã os frutos maduros, lentamente, emergem da coroa. À medida que a temperatura sobe, a velocidade de ascensão aumenta e os frutos ficam, progressivamente, mais expostos, tornando-se mais acessíveis aos lagartos (figura 1). Alguns frutos são derrubados pelo vento e permanecem tombados sobre a coroa, ou



Figura 1. *Melocactus violaceus* com um fruto totalmente exposto sobre a coroa.



Figura 2. *Tropidurus torquatus* comendo um fruto.

caem no solo arenoso. Ficam, assim, expostos à dessecação e ao ataque de insetos.

Quando avistam os frutos sobre a coroa, os *Tropidurus torquatus* correm em direção a eles. Provavelmente, a pequena altura do cactus e a coloração rósea dos frutos contribuem para sua fácil visualização.

Embora o caule do *Melocactus violaceus* seja guarnecido por dezenas de auréolas, cada uma contendo cinco espinhos radiais ponteagudos, os lagartos podem subir ou apoiar-se sobre o caule para alcançar os frutos. Esses lagartos permanecem apoiados no caule ou na superfície da coroa enquanto retiram os frutos, com um rápido movimento lateral das mandíbulas (figura 2).

O fruto cabe perfeitamente dentro da mandíbula aberta do lagarto e desprende-se com facilidade da base. Na maior parte das vezes, é comido inteiro.

Cada fruto que o lagarto abocanha inteiro tem, em média, 22 sementes que depois serão dispersas nos excrementos do animal. O processo de liberação e consumo dos frutos se repete durante todo o dia, principalmente nos horários em que o lagarto está mais ativo (figura 3).

Durante a movimentação diária do *Tropidurus torquatus* em busca de alimento e de temperaturas adequadas, parte das sementes contidas nos seus excrementos terá uma grande chance de ser depositada no solo arenoso e sem vegetação, que parece favorável ao desenvolvimento do *Melocactus violaceus*. Na restinga de Maricá, Rio de Janeiro, por exemplo, esses ambientes abertos são impróprios para germinação de outras plantas dispersas pelo lagarto.

As sementes coletadas nas fezes do *Tropidurus torquatus* germinam logo em condições de laboratório, ao contrário das que são coletadas diretamente de frutos maduros. Isto sugere que na passagem pelo trato digestivo do lagarto ocorre quebra de dormência (estado em que a semente permanece sem germinar, por falta de condições ambientais apropriadas ou em função de inibidores químicos contidos na própria semente).

São chamadas de 'síndromes de dispersão' as associações entre as características de alguns frutos e as de seus dispersores. As síndromes descritas na

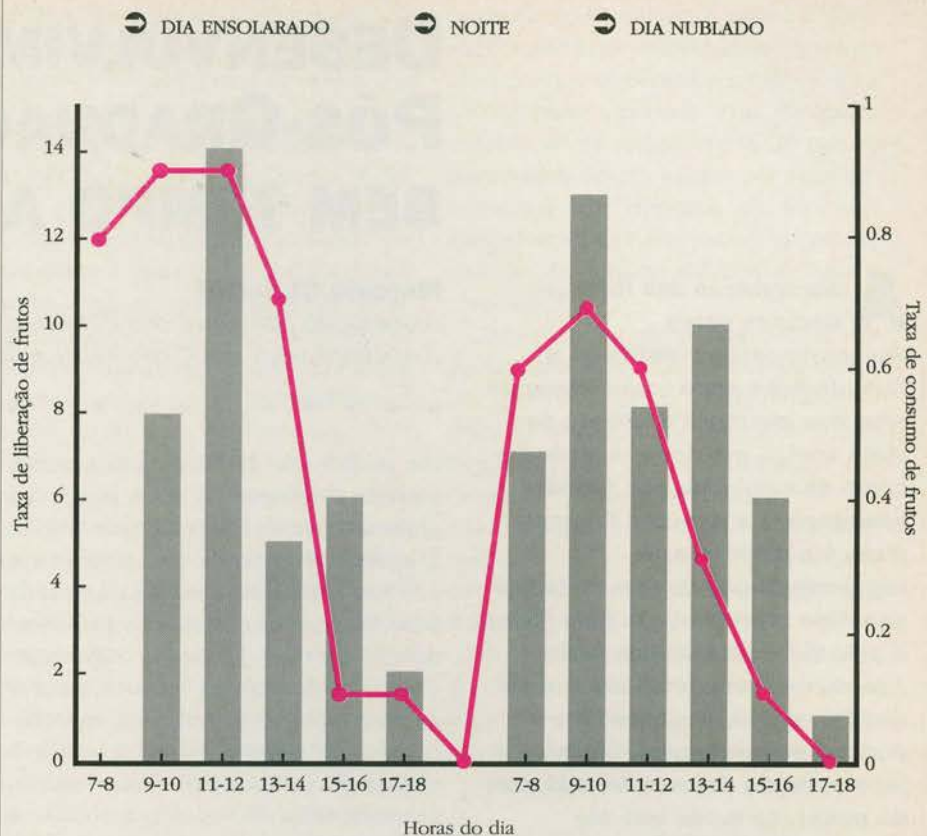


Figura 3. Padrão diário de liberação de frutos de *Melocactus violaceus* (número de novos frutos expelidos pelo cactus a cada intervalo de tempo), representado pelas barras, e taxa de consumo de frutos por *Tropidurus torquatus*, representada pela linha.

literatura como sendo próprias de frutos dispersos por lagartos são: frutos coloridos, com aroma, crescendo próximo ao nível do solo e podendo cair quando maduros.

Os frutos do *Melocactus violaceus* não apresentam aroma, mas são coloridos, liberados próximo ao solo e têm tamanho adequado às dimensões da mandíbula do lagarto. Além disso, sua liberação parece ajustada ao padrão de atividade desses animais. O alto teor de água e a baixa concentração de açúcar sugerem que esses frutos são uma fonte de água para os lagartos.

Como durante o dia poucos animais são ativos nas restingas, o *Tropidurus torquatus* é provavelmente um dos poucos a se utilizar dos frutos desse cactus. Os espinhos, inofensivos para esses lagartos, provavelmente ajudam a impedir a aproximação de pequenos mamíferos, restringindo ainda mais o acesso aos frutos. Aparentemente, o *Tropidurus torquatus* é o dispersor local exclusivo dessas sementes.

A morfologia do *Melocactus violaceus*

e de seus frutos, a proteção oferecida pela coroa ao completo desenvolvimento do fruto, o padrão diário de liberação e a quebra de dormência das sementes, após a digestão feita pelo lagarto, podem representar uma série de adaptações às características morfológicas e fisiológicas do *Tropidurus torquatus*. Isso poderia resultar em benefícios para o *Melocactus violaceus*, garantindo maior eficiência de dispersão e também locais apropriados para a germinação e desenvolvimento de suas sementes.

José Eugênio Côrtes Figueira

João Vasconcellos-Neto

Maria Alice García

Andréa Lucia Teixeira de Souza

Universidade Estadual de Campinas.

DESENVOLVIMENTO E PÓS-GRADUAÇÃO: SEM TEMPO A PERDER

A apropriação das riquezas geradas pelos descobrimentos científicos e tecnológicos pode transformar as relações mundiais do ponto de vista social, político e econômico, como os caminhos das grandes navegações o fizeram. Exemplo disto é a disputa pela regulamentação do uso do banco genético representado pela fauna e pela flora planetárias (vide Acordo da Biodiversidade e a Lei das Patentes), que mobiliza poderosos interesses. De fato, a incorporação desse novo patamar de poder, de modo que ele signifique desenvolvimento para a sociedade em geral, implica disponibilidade e emprego de mão-de-obra qualificada: os cientistas. Ou seja, vocações humanas, investimento intensivo em formação de recursos humanos, infra-estrutura de pesquisa científica e tecnológica, consenso social para políticas de longo prazo em C&T. No Brasil, a institucionalização, em 1969, dos programas de pós-graduação – inicialmente definidos como formadores de recursos humanos, depois reconhecidos também como parte indissociável do desenvolvimento científico e tecnológico –, foi um passo importante. Entretanto, passados 24 anos deste marco e três Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPG), constata-se a carência e a subutilização do pessoal formado, a deficiência da produção de C&T. É oportuno, portanto, o questionamento do modelo de Pós-Graduação (PG) vigente e de suas implicações na sociedade.

Marcelo Christoff

*Associação Nacional dos Pós-Graduandos e
Associação dos Pós-Graduandos da USP.*

Um modelo de PG deve articular três aspectos fundamentais: 1) o papel dos projetos de Mestrado e Doutorado (M&D); 2) as respectivas condições operacionais; e 3) a inserção destes na política de cada área. Os projetos de M&D no país atendem hoje a duas demandas: a formação qualificada de recursos humanos e a produção em C&T. Esta dualidade, reconhecida pelo III PNPG (1986-89), é comum à maioria dos sistemas de C&T no mundo e, nas sociedades menos desenvolvidas, é condição vital para suprir tais demandas.

A carência de recursos humanos pode ser avaliada se considerarmos que no Brasil a proporção cientista/habitante é de cerca de 1/2.500, enquanto nos EUA é 1/750, na Coreia 1/500 e no Japão 1/150. Ou seja: embora nas condições vigentes um graduado em ciências precise dispende dez anos, em média, para atingir a condição de cientista, seria desejável que 200 mil pesquisadores estivessem em atividade no país. Entretanto, o país tem 20 mil pesquisadores formados e 44 mil em formação (total de profissionais matriculados em programas de mestrado e doutorado). Além de modesto, este número se manteve estático nos últimos seis anos (figura 1).

Se compararmos as figuras 1 e 2, veremos que o avanço ocorrido antes desse período deveu-se ao estímulo à criação de programas de mestrado e doutorado no país e ao envio de recursos humanos para qualificação no exterior. Por outro lado, verificamos a não complementaridade dessas medidas, pela queda real no repasse de recursos para a infra-estrutura de pesquisa, bem como a irregularidade de pagamentos e valores das bolsas: mestrado e doutorado têm comportamento similar.

A este quadro acrescente-se o fantasma do desemprego, decorrente da longa e contínua recessão econômica com que o pós-graduando convive, e tem-se como consequência a fragilidade do atual modelo de PG que busca recursos humanos para formar cientistas, oferecendo a execução de projetos de pesquisa no país em condições precárias e de conclusão imprevisível (haja vista o baixo número de teses defendidas); além disso, o crescente sucateamento da estrutura de pesquisa dificulta o retorno daqueles que foram enviados ao exterior, diante da péssima expectativa para a continuidade dos respectivos trabalhos.

Este impasse ao crescimento no número de cientistas é corroborado pela ausência de um quarto PNPG, de responsabilidade das agências Capes/CNPq, e pela hesitação política da comunidade Científica e Tecnológica em debater com profundidade este problema. Diante desse quadro, são crescentes as dificuldades para o aproveitamento dos mestres e doutores formados, pelo menos, nos últimos seis anos. De fato, uma análise mais precisa exigiria dados sobre o desempenho dos pesquisadores durante e após sua formação, um aspecto crucial para o aperfeiçoamento do sistema. Infelizmente, os dados disponíveis são incompletos, tanto nas instituições de pesquisas, quanto nas agências responsáveis, seja pelo sucateamento de sua estrutura material e humana, seja pela ausência de decisão política dessas agências para a obtenção e divulgação de tais dados. É possível, porém, dar exemplos significativos da extensão do descompasso entre formação e emprego dos cientistas.

No setor acadêmico (em especial nas

universidades), apenas recentemente tornou-se uma exigência a titulação em mestrado ou doutorado para o preenchimento de vagas docentes, ainda assim com muitas exceções. É significativo o papel emergencial que representam as bolsas de recém-doutor. Como agravante, a inexistência de planos institucionais para desenvolvimento das áreas leva à absorção desses profissionais de maneira dispersa, isto é, não permite a formação de massa crítica nas instituições, de modo a que efetivamente se constituam novos grupos ou linhas de pesquisa. Paralelamente, a descontinuidade/carência de infra-estrutura adequada para execução dos projetos e os baixos salários inviabilizam o aproveitamento dos profissionais.

Por outro lado, é ínfima a demanda de mestres e doutores por parte do setor de serviços e da indústria, com raras exceções. Este fato é característico do modelo de desenvolvimento econômico, direcionado para a acumulação de capital, apoiado nas facilidades dos cartéis e na baixa qualidade de produtos e serviços oferecidos pela grande maioria das empresas do país. A evolução deste perfil de baixo valor tecnológico agregado, comum à absoluta maioria do PIB brasileiro, e o conseqüente aproveitamento de recursos humanos qualificados, incluindo M&D, exige a transformação radical do modelo de desenvolvimento: somente através de uma melhor

distribuição de renda e do nível educacional pode-se chegar ao fortalecimento do mercado interno.

Mesmo admitindo que a formação de pesquisadores seja compatível apenas com o desenvolvimento de projetos a nível de M&D, é forçoso reconhecer que a imensa lacuna na qualificação da mão-de-obra no setor de serviços e na indústria também requer recursos humanos de qualidade distinta. A regulamentação de cursos de especialização que credenciem profissionais nesses setores pode assumir um papel emergencial na melhoria do presente quadro, ressaltando-se que soluções definitivas envolvem o redimensionamento do sistema educacional e o incremento substancial do investimento privado na qualificação do respectivos trabalhadores. Vale lembrar que o Conselho Técnico-

co-Científico – CTC da Capes vem discutindo uma nova regulamentação para cursos desse tipo.

Embora seja presumível que os projetos de M&D tenham uma contribuição significativa para a produção de C&T no país, essa análise fica prejudicada porque, por incrível que pareça, até hoje não se faz a avaliação da participação dos projetos de M&D na produção em C&T, conforme consultas recentes realizadas pela Associação Nacional dos Pós-Graduandos (ANPG) às agências Capes e CNPq.

Como motivo para tal falha têm sido mencionadas as dificuldades operacionais que, todavia, não justificam a falta desses dados por tantos anos. Evidentemente, uma visita aos laboratórios e bibliotecas em atividade no país levará à inevitável constatação de extensiva participação dos

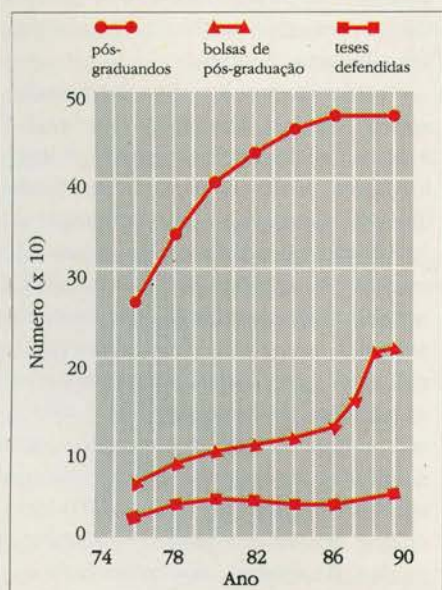


Figura 1. Evolução do número de pós-graduandos, bolsas no país e teses defendidas.

DADOS: CAPES/CNPQ/ANPG IN CIÊNCIA E CULTURA, VOL. 43, JUL/AGO-91.

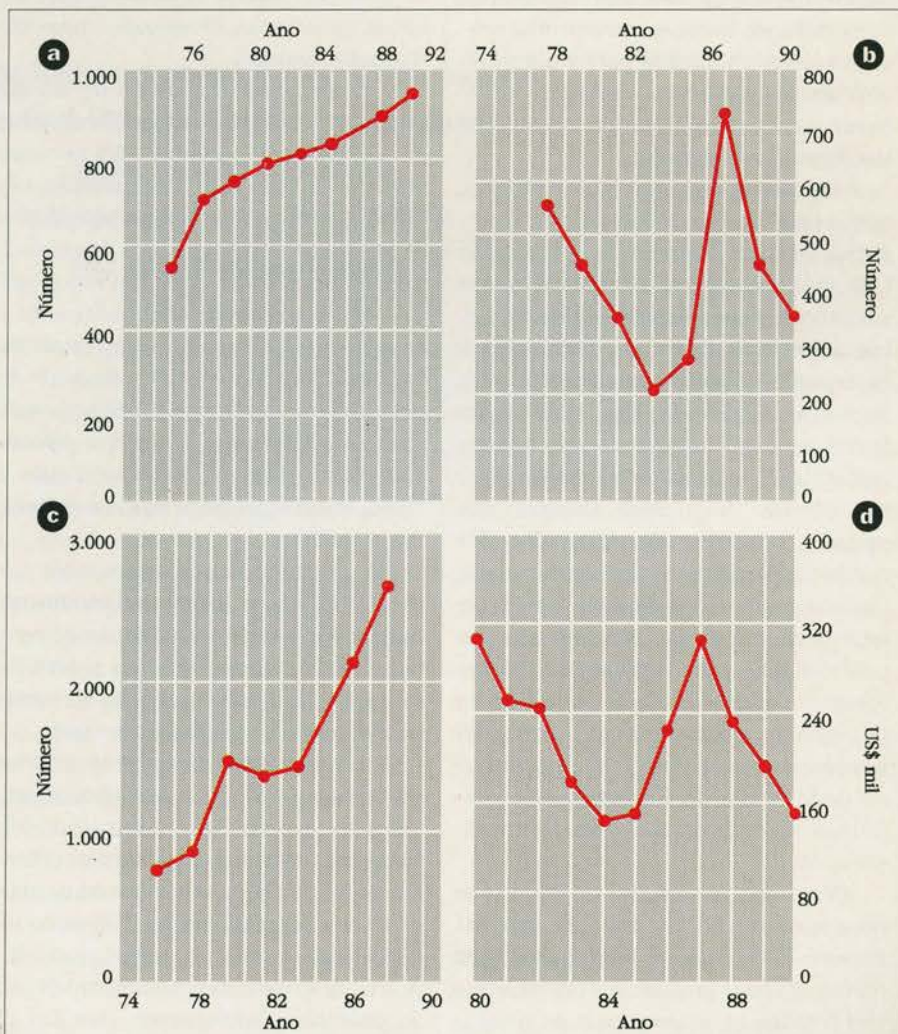


Figura 2a. Cursos de PG (mestrado + doutorado Capes/CNPq); 2b. Valores das bolsas de mestrado em dólares (Capes/CNPq); 2c. Doutorandos no exterior (Capes/CNPq); 2d. Execução financeira do FNDCT e da Finep (SCT/PR). DADOS: SCT/PR

pós-graduandos na absoluta maioria dos projetos de pesquisa em andamento. Dois fatos atestam a face dos projetos de M&D que significam a ocupação da mão-de-obra dos pós-graduandos:

1. Os principais centros geradores de C&T no Brasil encontram-se nas universidades públicas, excetuando-se alguns institutos isolados ou associados a empresas estatais, como a Petrobrás. Todos, porém, são usuários, em maior ou menor grau, de projetos de M&D para desenvolvimento de suas grandes linhas de pesquisa. Em particular nas universidades públicas, a formação de um centro de pesquisa tem como núcleo a existência de programas de PG, inicialmente de mestrado e, depois, de doutorado. Este comportamento tem contribuído, com outros fatores, para o alongamento dos projetos de mestrado nas instituições que não dispõem ainda de doutorado, de forma a garantir uma produção científica mínima para a obtenção de financiamento para a pesquisa e, virtualmente, para o próprio credenciamento do programa de doutorado.

2. Levantamento por nós realizado, com a colaboração da Biblioteca e Secretaria de PG do Instituto de Química da USP, mostra o número de publicações em periódicos internacionais originados pelos respectivos docentes, destacando a parcela que inclui os pós-graduandos desta instituição (figura 3). Esta amostragem indica um nível regular de participação (cerca de 75% no total das publicações) nos últimos cinco anos. Durante este período, o número de pós-graduandos matriculados permaneceu constante e o total de publicações daquela instituição representa, em média, 20% deste tipo de publicação no país. Portanto, até mesmo instituições de pesquisa consolidadas necessitam da participação dos pós-graduandos para manter a sua produtividade, a par do imprescindível papel que estes tiveram no seu desenvolvimento.

Além disso, na tentativa de reforçar os programas de PG no país, as agências Capes e CNPq buscam redirecionar uma parcela dos pós-graduandos (investimentos) levados ao exterior para os programas no país. Considerando o custo dez vezes superior no exterior e a necessidade de garantir o desempenho dos melhores

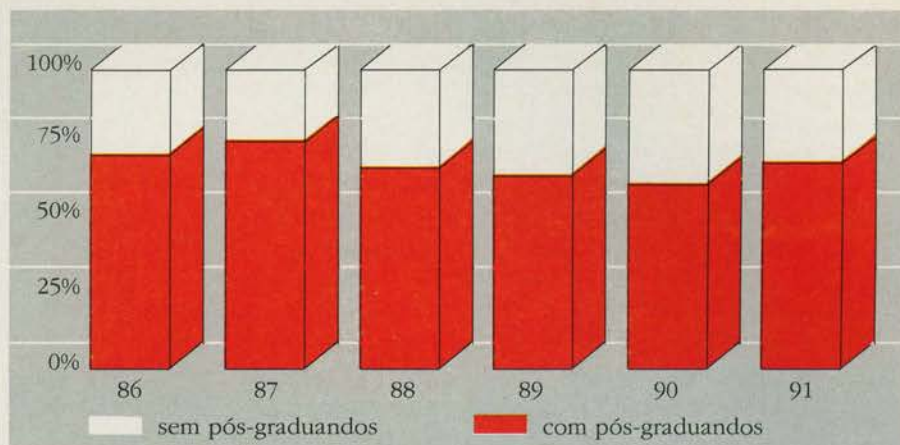


Figura 3: Participação dos pós-graduandos na produção científica internacional (Instituto de Química da USP). DADOS: BIBLIOTECA DO IQ/USP E APG/USP.

programas de PG no país, em especial pela permanência de mão-de-obra qualificada, esta medida é compreensível, desde que não incorra no isolamento das linhas de pesquisa existentes e respectivos pesquisadores.

Levantamentos desse tipo devem ser estendidos às demais instituições e áreas de conhecimento, resguardadas as características de cada área. Por exemplo, publicações internacionais representam 70% da produção científica na área de química. Com base nos dados colhidos, será possível avaliar e planejar adequadamente o atendimento à demanda por produção de C&T relacionada a projetos de M&D no país. Este é o objetivo do contato que vem sendo mantido entre a ANPG e associações locais com as agências Capes e CNPq, instituições de pesquisa e sociedades científicas.

Em resumo, a busca de um novo modelo de PG que contemple o incremento de recursos humanos qualificados ao novo patamar de desenvolvimento e, simultaneamente, promova a geração de novos conhecimentos em C&T, exige que:

1. de imediato, assegure-se a infraestrutura nos centros de pesquisa existentes, para continuidade dos projetos de M&D em curso e, paralelamente, regulamentação de direitos elementares da cidadania dos pós-graduandos, tais como valor mínimo de bolsa, assistência à saúde e prazos de projeto/bolsa compatíveis com as condições operacionais (ver Lei do Pós-Graduando, PL 45/91 no Senado);

2. a partir da efetiva participação dos diversos segmentos sociais envolvidos

(sociedades científicas, associações de classe, órgãos do governo etc.), se viabilize uma formulação ampla sobre as metas em C&T no país, levando em conta cada área do conhecimento. O estabelecimento de políticas de longo prazo em C&T é fundamental para a estruturação das atividades de pesquisa e, em decorrência, para o envolvimento de profissionais em programas de treinamento e execução dos projetos relacionados;

3. elaboração de um programa nacional de acompanhamento da produção de C&T, articulado pelo MCT, com base nas peculiaridades e relevâncias de cada área do conhecimento, destacando-se, para fins de avaliação, a participação de seus executores: pós-graduandos, orientadores, instituições etc. A publicação regular desses resultados é crucial.

O Movimento dos Pós-Graduandos, através de sua Associação Nacional e Associações locais, busca todos os interlocutores possíveis para debater essas questões e romper a inércia imperante nas instituições e entidades de classe. Ao estancar o avanço em C&T brasileiro, inviabilizando a execução dos projetos de pesquisa, em especial aqueles executados pelos pós-graduandos, comprometem-se as gerações futuras e aliena-se a cidadania: o ideal do desenvolvimento auto-sustentado requer a consciência e a capacitação de todos para o exercício democrático do poder político, submetido à justiça da ordem socioeconômica e irreversivelmente garantido pelo domínio em C&T.

CONCURSOS PARA PESQUISADOR NO OBSERVATÓRIO NACIONAL

O Diretor do Observatório Nacional (ON) faz saber que se acham abertas, até o dia 2 de julho de 1993, na sede do ON, situada à Rua General José Cristino, nº 77, São Cristóvão, Rio de Janeiro, inscrições para concursos de títulos e provas para: (a) uma vaga de Pesquisador Associado na área de Astronomia, subárea de Astrofísica Relativística, e (b) uma vaga de Pesquisador Associado na área de Geofísica, subáreas de Sismologia, Geomagnetismo ou Gravimetria.

Os candidatos devem possuir o grau de Doutor em Astronomia, Física, Matemática ou outras áreas afins para a vaga na área de Astronomia e o grau de Doutor em Geofísica, Física, Matemática ou áreas afins para a vaga na área de Geofísica, títulos estes concedidos por instituições brasileiras credenciadas pelo Conselho Federal de Educação ou obtidos em instituição estrangeira de elevado renome e reconhecido pelo Conselho Técnico-Científico - CTC do ON.

Além do grau de Doutor, o *curriculum vitae* de cada candidato deve ser compatível com as exigências e atribuições da posição que pleiteia, requerendo-se, na análise e apreciação dos títulos, indícios que revelem a autonomia científica, a criatividade e a maturidade dos

candidatos, demonstrada em suas publicações na área em que se inscreveu, nas quais se evidencie nítido potencial para liderar grupos de pesquisa e orientar teses de doutoramento.

Cada concurso constará das seguintes etapas: (a) análise e apreciação de títulos; (b) prova pública de defesa do memorial; (c) prova pública de erudição e expressão.

Os Editais dos concursos foram publicados no Diário Oficial da União de 5 de abril de 1993. Cópias dos mesmos e demais informações podem ser obtidas na sede do ON, na Rua General José Cristino, nº 77, na Diretoria.

Rio de Janeiro, 12 de abril de 1993

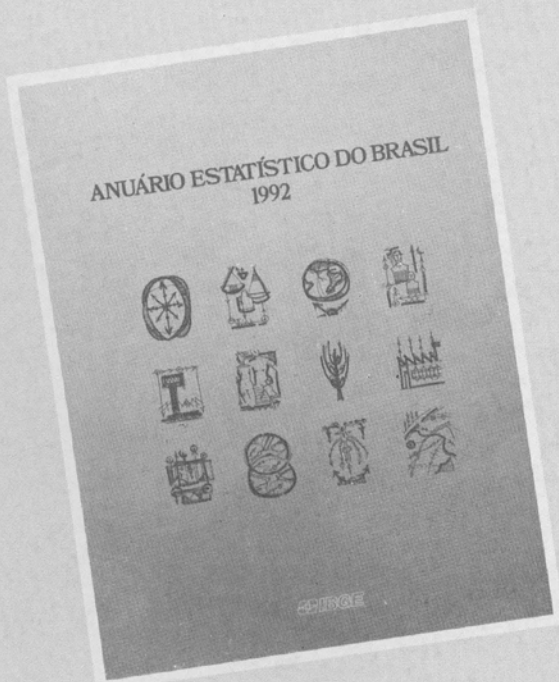
SAYD JOSÉ CODINA LANDABERRY
Diretor



CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico



OBSERVATÓRIO NACIONAL



MIL PÁGINAS SOBRE O BRASIL

O IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) está lançando o *Anuário Estatístico do Brasil de 1992* com milhares de informações de natureza estatística (demográfica, social e econômica), geográfica, cartográfica, geodésica e ambiental. Este ano, o Anuário vem com uma grande novidade pois está também em disquete. Os microreprodutores podem ter o Anuário completo em apenas três disquetes ou podem encomendar apenas o capítulo que lhe interessa. São doze grandes temas que abrangem toda a estrutura socioeconômica do país: *demografia, trabalho, indicadores sociais, agropecuária, indústria, serviços, índices, preços, custos e salários, agregados macroeconômicos, geografia, recursos naturais e meio ambiente, geodésia e cartografia e estruturas territoriais*.

O livro tem 1115 páginas de textos, gráficos, tabelas e uma coleção de mapas (coloridos) que permitem a visualização de diversos temas como favelas, clima, potencialidade agrícola, fauna em extinção, etc.

Para o presidente do IBGE, economista Eurico de Andrade Neves Borba, o Anuário reúne grande parte das informações que o instituto recolhe na sociedade, tanto durante os censos quanto nas quase 60 pesquisas feitas em todo o país.

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





m e d i c a m e n t o s

A indústria farmacêutica e as patentes

A recente polêmica sobre o preço dos medicamentos no Brasil mostrou a ponta de um *iceberg*. Na estrutura submersa — já se sabia — repousa comodamente um cartel de empresas farmacêuticas acostumado há décadas a mover-se apenas o necessário para preservar o seu largo quinhão

num mercado pobre de inovações. Depois que o presidente Itamar Franco reclamou do preço do Parenzyme, em novembro do ano passado, as autoridades federais de saúde saíram em busca de uma fórmula para quebrar a rotina dos aumentos flagrantemente acima da inflação encontrados pelo consumidor nos balcões das farmácias. A agitação detectada pela imprensa nos gabinetes oficiais reverberou ondas de otimismo nos laboratórios estatais e deixou na população a vã expectativa de um barateamento do preço. O debate nos jornais, logo estendido à qualidade dos produtos à venda, explorou apropriadamente as opções do governo para incentivar a produção de medicamentos baratos no país. Mas, por limitar-se ao restrito raio de ação governamental — que só alcança, efetivamente, os laboratórios do sistema oficial de produção de medicamentos — a discussão acabou passando ao largo da vasta indústria responsável pelo abastecimento do mercado, nomeadamente as empresas multinacionais farmacêuticas e, em menor escala, os laboratórios privados nacionais.

Descrente da iniciativa do governo para baratear o preço dos medicamentos, ação que compara à “extinção de uma fogueira em meio a um grande incêndio”, o farmacêutico Eliezer Barreiro, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, observa que as multinacionais farmacêuticas dispõem de mecanismos poderosos para medição de forças, entre eles o desabastecimento do mercado. O fundamental, acrescenta, é a adoção de uma política setorializada que inclua em seus objetivos a formação de recursos humanos para a produção de fármacos e insumos intermedi-

ários nos laboratórios e empresas nacionais: “Um país onde o mercado farmacêutico é dominado por multinacionais não tem poder político para cuidar da saúde de sua população”, afirma Barreiro.

As empresas multinacionais controlam cerca de 80% da produção brasileira de medicamentos. A desnacionalização, fruto de uma defasagem tecnológica que já dura 50 anos, não deixou espaço para um único laboratório de capital genuinamente brasileiro entre as 20 maiores empresas do setor. “Estamos sendo cobrados sem nunca termos recebido coisa alguma do governo”, reclama o presidente da Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Nacionais (Alanac), Dante Alário, para justificar porque a indústria brasileira foi incapaz de desenvolver um segmento industrial independente, com investimento na formação de pessoal e na inovação tecnológica. “Se não tenho financiamento, como posso ter dinheiro para investir?”, pergunta.

Chama a atenção, porém, que o ‘chega-pra-lá’ das multinacionais farmacêuticas instaladas no país não as qualifica como mais inovadoras do que as empresas nacionais. Todas elas, asseguram os especialistas, atuam no Brasil nos últimos estágios do processo produtivo (formulação e comercialização) e contentam-se, quase exclusivamente, com a produção de remédios — a cápsula, o supositório ou outra forma final que instrumentaliza a aplicabilidade de um fármaco já industrializado. Produzir remédios é diferente de produzir fármacos. Remédio é a especialidade farmacêutica que chega aos hospitais e à prateleira das farmácias, o produto industrial pronto para ser consumido. Fármaco é a substância terapeuticamente ativa, a droga em sua forma bruta, ainda por ser processada e misturada. A reduzida parcela de fármacos produzida no Brasil — menos de 15% das substâncias em uso — destina-se, quase toda, ao consumo das subsidiárias das multinacionais. Todo o resto é importado.

No reverso da moeda que importa matérias-primas para a indústria farmacêutica brasileira está o investimento de recursos em química fina, a área responsável pela manufatura dos fármacos e dos insumos auxiliares à produção de medicamentos. Um diagnóstico recente constatou um atraso de, pelo menos, 30 anos no desenvolvimento industrial da química fina no Brasil. Esse atraso, em relação aos países desenvolvidos, é particularmente alarmante quando se leva em conta que quase 60% da demanda mundial de química fina destinam-se a atender a indústria farmacêutica. Sem química fina não há manufatura de fármacos, nem de insumos auxiliares à produção de medicamentos.

O diagnóstico, feito pela Associação Brasileira das Indústrias de Química Fina (Abifina), Associação Brasileira de Química (ABQ) e Associação Brasileira de Engenharia Química (Abeq), mostrou ser financeiramente mais vantajoso, em vários campos da química

fina, importar produtos, finais ou intermediários, do que fabricá-los no país. Para as multinacionais farmacêuticas este expediente oferece, adicionalmente, um valioso mecanismo para a remessa de capital das subsidiárias brasileiras para as suas matrizes no exterior. Para o setor estratégico dos laboratórios farmacêuticos oficiais, porém, a situação chega a ser aflitiva: “Nós importamos cerca de 80% do que usamos como drogas para medicamentos”, lamenta a bioquímica Eloan dos Santos Pinheiro, diretora do Instituto de Tecnologia em Fármacos (Far-Manguinhos), um dos principais fabricantes dos medicamentos incluídos na Relação Nacional dos Medicamentos Essenciais (Rename).

É neste contexto de uma indústria desnacionalizada e ainda largamente limitada à transformação de insumos importados que *Ciência Hoje* optou por ampliar o debate sobre o preço dos medicamentos com um dossiê que perpassa as questões já levantadas pela imprensa diária para se concentrar, mais amplamente, nos aspectos industriais da produção farmacêutica.

No mesmo contexto, desenrola-se outro debate, não de todo circunscrito à área de medicamentos, mas que tem nela o seu alvo principal: o da regulamentação da propriedade industrial. A legislação brasileira não reconhece patentes de fármacos, o que impede a reserva de mercado para as empresas detentoras da propriedade industrial desses produtos. No momento em que este número de *Ciência Hoje* chega às bancas, o Congresso Nacional ultima os detalhes de uma nova legislação que afetará diretamente a livre produção de fármacos no Brasil. Países desenvolvidos, como a Itália e o Japão, somente reconheceram patentes de fármacos depois de fixarem um período de carência para o início da nova legislação e de assegurarem para as suas indústrias farmacêuticas o pleno domínio da tecnologia de produção desses insumos. “Um país só reconhece patentes quando tem produtos próprios para patentear”, lembra o farmacologista Sérgio Ferreira, da Universidade de São Paulo. Trata-se, em resumo, de uma questão comercial de amplas implicações para a indústria farmacêutica nacional e multinacional, como o leitor verá nas páginas seguintes.

A primeira parte deste dossiê descreve a história, o mercado e as estratégias de competição da indústria farmacêutica. A segunda parte concentra-se nas necessidades da indústria brasileira e destaca a produção dos laboratórios estatais. A terceira parte trata das patentes farmacêuticas. A quarta e última redescobre o tema das plantas medicinais, sempre presente nas discussões sobre medicamentos, e sai em busca do farmacêutico, hoje um profissional pouco requisitado no balcão das farmácias. ♦

Indústria Farmacêutica: histórico, mercado e competição

José Carlos Gerez

Companhia de Desenvolvimento Tecnológico
(Codetec).



Histórico

A indústria farmacêutica tem sido apresentada como o resultado de uma bem sucedida combinação de intensa atividade em pesquisa e desenvolvimento com estratégias de *marketing* muito bem elaboradas. Porém, nos seus primórdios, quando a disponibilidade de medicamentos efetivos era incipiente, ela já atuava com técnicas de vendas e uma estrutura comercial bastante desenvolvidas para os padrões da época.

Até o início do século passado, os 'remédios' disponíveis estavam centralizados, principalmente, em pequenos estabelecimentos de cunho familiar – as boticas –, que processavam artesanalmente extratos de origem vegetal e animal. A maioria dos ingredientes usados era de duvidoso valor terapêutico e o tratamento se baseava muito mais no chamado efeito placebo.

Apesar disso, na primeira metade do século XIX, já se pôde observar a existência de um comércio de remédios bastante atraente, tanto na Europa quanto no Novo Mundo. Várias das empresas americanas que hoje são as grandes multinacionais do setor, como a Merck, a Eli Lilly, a Upjohn, a SmithKline etc., começaram nessa época como distribuidoras locais. A companhia inglesa fundada por Thomas Beecham era uma das grandes supridoras desse mercado e chegou ao final do século com uma instalação capaz de produzir um milhão de pílulas por dia, destinadas à exportação para a América, África e Austrália.

Desta forma, antes mesmo que surgissem medicamentos de fato eficazes, o 'negócio' farmacêutico já se baseava numa rede relativamente complexa de fabricantes e distribuidores que comercializavam não produtos, mas promessas de cura. Em outras palavras, a indústria farmacêutica nasceu antes dos medicamentos.

Contudo, enquanto o *marketing* das empresas inglesas e suas representadas no Novo Mundo buscava

massificar esta indústria de pílulas e xaropes, na Alemanha e na Suíça os laboratórios de pesquisa das indústrias que produziam corantes para o setor têxtil começavam a investigar, de forma sistemática, drogas de fato eficazes contra as enfermidades então conhecidas.

Assim é que, em 1889, em Paris, durante a exposição do Centenário da Revolução Francesa, a Ciba (Suíça) e a Bayer (alemã) se apresentam através das suas divisões farmacêuticas com os seus primeiros medicamentos. Um deles – a *Aspirina*, da Bayer – viria a ser talvez o mais bem sucedido produto farmacêutico de todos os tempos.

Já no fim do século passado, portanto, a conexão entre a pesquisa, o lançamento, a produção e o *marketing* de novas drogas pelas grandes companhias estava estabelecida e os dias da velha botica, dos caixeiros viajantes que ofereciam xaropes e pílulas, estavam contados. Contudo, apesar dos avanços obtidos durante o século, que vão desde o isolamento da morfina do ópio em 1817 até a descoberta da *Aspirina*, passando pela melhor compreensão das doenças infecciosas, graças ao trabalho de Pasteur, Lister e Koch, a disponibilidade de medicamentos ainda era reduzida, e os tratamentos médicos continuavam bastante primitivos.

Em 1907, a Hoechst (alemã), que vinha trabalhando de forma sistemática com compostos arsenobenzóicos, lança o *Salvarsan*, destinado ao tratamento da sífilis, e com ele as bases da quimioterapia moderna. O *Salvarsan* deu a Paul Ehrlich, em 1908, o prêmio Nobel de Medicina e transformou aquela indústria paroquial em uma indústria transnacional, baseada em medicamentos de fato eficazes, conseguidos através da verificação sistemática dos efeitos biológicos produzidos por substâncias químicas sintéticas.

Convém notar que os primeiros grandes sucessos

da indústria farmacêutica já foram comercializados sob denominação de marca e não pelo nome científico, pois o conceito de marca se estabelecera ainda durante o florescimento daquela 'indústria' de xaropes e pílulas, na medida em que elas baseavam a sua comercialização em promessas de cura e não na real eficiência de produtos bem definidos.

Nas duas décadas que se sucederam ao lançamento do *Salvarsan*, a indústria farmacêutica não deu grandes contribuições terapêuticas e a melhora de saúde das populações continuava sendo o resultado dos avanços por conta do saneamento básico e da prevenção. No entanto, algumas importantes descobertas, como o conceito de fator nutricional das vitaminas, a importância da insulina para uso dos diabéticos, o papel do quinino no tratamento da malária e a descoberta da Penicilina por Fleming em 1928, propiciavam a acumulação de conhecimentos necessária para a revolução terapêutica que estava prestes a ocorrer.

Uma das dificuldades com que a recente indústria de medicamentos se deparava era sem dúvida a produção maciça a custos aceitáveis: produzir uma pequena amostra de uma nova droga num laboratório, para testes clínicos, era uma coisa, mas transferir esta produção para uma escala industrial era um problema relativamente complexo para a época.

Em 1935, como resultado de um enorme esforço de pesquisa iniciado três anos antes com uma classe de compostos denominados sulfonamidas, a Bayer lança a *Sulfanilamida*, que viria a ser a cabeça da série de um grande grupo de antibacterianos e um padrão de metodologia para o *screening* (triagem) de novas drogas. A comunidade científica ficou entusiasmada com a descoberta das sulfas, porém o resultado mais importante decorreu da mobilização da indústria, que percebeu o potencial desta família de drogas, tendo em vista o grande mercado representado pelas infecções causadas por estreptococos (pneumonia, febre puerperal, meningite, septicemia etc.). Assim, com a metodologia de pesquisa estabelecida, as descobertas proliferaram, dando origem a inúmeras famílias de compostos obtidos por sínteses químicas.

Em 1940, H. W. Florey e E. Chain, de Oxford, divulgaram os primeiros resultados obtidos com o uso da Penicilina em cobaias, confirmados no ano seguinte em seres humanos. Estava lançada a base da indústria de antibióticos que, nos dias de hoje, representa mais de 20% da produção mundial de medicamentos.

A guerra teve papel destacado no desenvolvimento tecnológico do setor farmacêutico, de um lado pela consolidada posição alemã nas inovações farmacêuticas, o que impunha ao resto do mundo a necessidade de dispor de sua própria produção; de outro, pela enorme demanda gerada pelo contingente de feridos e também pela necessidade de manter tropas em áreas sujeitas a moléstias tropicais. Apenas três anos depois



Paul Ehrlich (1854-1915), pioneiro na utilização de fármacos quimioterápicos produzidos por síntese orgânica.

dos primeiros resultados com o uso da penicilina em seres humanos, o consórcio entre governo e empresas norte-americanas já produzia esse fármaco em quantidade suficiente para atender à demanda militar, que não era pequena.

Em 1947, Charpentier preparou um dos mais importantes anti-histamínicos, a Prometazina. O mesmo pesquisador obteve sucessivamente outros derivados N-alquilaminoalquílicos da Fenotizina, entre os quais a Clorpromazina, em 1952, que se revelou muito interessante, vindo a constituir um dos mais importantes compostos sintetizados neste século. Sua versatilidade é extraordinária e, por sua ação depressora geral das células, foi chamada de 'narcobiótico'. Milhares de trabalhos foram publicados sobre a Clorpromazina e suas atividades multiformes: antiemético, hipotérmico, analgésico, hipotensor, adrenolítico, anti-histamínico etc.

Até o final da década de 1960, haviam sido sintetizados dezenas de compostos semelhantes à Clorpromazina, que dela diferem ou pelo radical na

posição ocupada pelo cloro, ou pela cadeia lateral. A bem da verdade essas famílias de compostos químicos mostram que as pesquisas originais das empresas transnacionais não são tão originais quanto elas tentam fazer crer. Boa parte dos novos medicamentos é somente uma versão mais segura e/ou mais efetiva de um produto-mãe (os chamados *me-too*)

Em 1958, P. Janssen sintetizou o Haloperidol, um neuroléptico seis vezes mais forte que a Clorpromazina. Sete anos depois haviam sido sintetizados cerca de 15 derivados da Butirofenona.

A radical mudança da base tecnológica – sínteses químicas nos anos 30, antibióticos nos anos 40 – propiciou uma rápida e completa alteração do panorama internacional. O salto qualitativo que os produtos oriundos da nova tecnologia trouxeram é inquestionável (Quadro A). O advento dos antibióticos na Europa Ocidental reduziu os percentuais de morte por doença em níveis substanciais, por exemplo: pneumonia, de 31,1% para 7,1% e febre tifóide, de 20,4% para 0,6%. Os EUA experimentaram nas décadas de 1930, 1940 e 1950, em função da revolução terapêutica, um aumento de dez anos na vida média provável. Estes dados demonstram que o acesso à tecnologia dos novos produtos seria absolutamente vital para quem pretendesse continuar no ramo.

A rentável exploração das inovações pela nova indústria proporcionou uma condição particular de crescimento empresarial, como bem descreve G. Giovanni: “O crescimento de tais empresas entra então num círculo vicioso: pesquisa e desenvolvimento de novos produtos – monopólio – lucro extraordinário – pesquisa e desenvolvimento de novos produtos etc. Tal movimento desembocaria naturalmente na concentração econômica e na oligopolização do mercado.”

De fato, já nos anos 50 essas empresas marcavam presença nas listas das revistas especializadas de

empresas mais lucrativas. Essa década apresenta também o maior ritmo na descoberta de novos produtos, que chegam a mais de 90 inovações por ano. Artífice do seu próprio sucesso, pois, com exceção de alguns antibióticos, era a responsável pelo descobrimento da esmagadora maioria dos compostos que vendia, a indústria farmacêutica, ao terminar a década de 1950, gozava de grande credibilidade, sobretudo perante os governos dos países industrializados. E o monopólio que exerciam essas empresas era tido como um ‘mal necessário’ para que a humanidade pudesse contar com novas drogas, capazes de curar antigos males.

Esta convivência pacífica estava, porém, com seus dias contados. Em 1961 vem à tona o desastre da *Talidomida*. O caso começara em meados da década anterior, quando um tranqüilizante muito popular fora introduzido na prática médica para minorar as náuseas dos primeiros meses das gestantes. Alguns anos depois, contavam-se em mais de 12 mil as crianças deformadas, fora os natimortos, em virtude da droga.

O acidente com a Talidomida modificou radicalmente a atitude dos órgãos responsáveis pelo controle da indústria farmacêutica. O FDA americano (*Food and Drug Administration*) passa a exigir para o lançamento de uma nova droga inúmeros testes, a fim de evidenciar não só a segurança mas também a sua eficácia em relação a outras já existentes, modificando radicalmente a postura anterior, que exigia apenas testes voluntários de segurança feitos pelas companhias farmacêuticas.

Desta forma, os custos de desenvolvimento de um novo produto, que até então giravam em torno de 20 milhões de dólares, passam para 100-150 milhões de dólares, reduzindo ainda mais as chances para as eventuais novas empresas que pretendessem ingressar no seletivo grupo das empresas inovadoras.

Naquele momento, cerca de 20 empresas transnacionais, todas elas localizadas na Europa Ocidental e nos EUA, eram responsáveis pelo suprimento de quase 50% do mercado de medicamentos, que já alcançava a cifra de 10 bilhões de dólares (em valores da época), configurando o oligopólio em que se baseava o setor.

Um aspecto da história da indústria farmacêutica que tem sido pouco considerado, foi a reação do bloco socialista ao surgimento desse oligopólio. Logo após a 2ª Guerra Mundial, o Comecom (Conselho de Mútua Assistência Econômica) estabeleceu, como objetivo estratégico do bloco, o desenvolvimento de uma indústria farmacêutica inovadora, que pudesse vir a competir com as multinacionais já estabelecidas. Procurou-se o caminho da especialização entre os vários países, cabendo à Hungria liderar o desenvolvimento das sínteses químicas e à Bulgária os processos microbiológicos. No meio da década de 1960, era evidente que haviam perdido a corrida definitivamente, apesar dos esforços daqueles quase 20 anos. Embora

QUADRO A
TAXAS DE MORTALIDADE NA INGLATERRA PARA ALGUMAS DOENÇAS
(MORTALIDADE POR 100.000 HABITANTES)

CAUSAS DE MORTE	1920	1930	1940	1950	1960
Tuberculose	113,1	71,1	45,9	22,5	5,9
Disenteria	4,0	2,8	1,9	0,6	0,2
Difteria	15,3	4,9	1,1	0,3	0,0
Coqueluche	12,5	4,8	2,2	0,7	0,1
Infecções meningocócicas	1,6	3,6	0,5	0,6	0,3
Sarampo	8,8	3,2	0,5	0,3	0,2
Gripe e pneumonia	207,3	102,5	70,3	31,3	36,6
Gastrites, Duodenites, Enterites	53,7	26,0	10,3	5,1	4,4
Partos e complicações/gravidez	19,0	12,7	6,7	2,0	0,8
Doenças da 1ª infância	69,2	49,6	39,2	40,5	37,0

Fonte: CONSULTEC – A Indústria Farmacêutica no Brasil – 1964.

tivesse sido possível vencer o primeiro turno da corrida espacial e de certa forma a corrida armamentista e resolver inúmeros problemas sociais, com relação ao complexo farmacêutico a derrota havia sido rotunda. Eram marginais os lançamentos de novas drogas que alcançaram sucesso comercial no Ocidente.

Embora o Estado socialista tivesse priorizado a indústria farmacêutica, mobilizando recursos da mesma ordem de grandeza daqueles investidos pelas multinacionais do setor, faltaram os outros ingredientes responsáveis pelo sucesso de uma nova droga, e principalmente as estratégias de *marketing* em torno do lançamento de um novo medicamento, através das quais se pode conquistar a classe médica.

A década de 1970 caracteriza-se pela busca racional de medicamentos previamente determinados, isto é, os cientistas procuravam primeiro saber o que era necessário ser feito para então buscar um fármaco adequado. A estrela desse período foi Sir James Black que, trabalhando na ICI (*Imperial Chemical Industries*), do Reino Unido, lançou o primeiro beta-bloqueador, o *Propranolol*, e depois, na SmithKline, o primeiro antagonista H², o *Tagamet*. Este último é o melhor exemplo de desenvolvimento racional de um fármaco: sabendo que a úlcera gástrica é resultado da produção excessiva de ácido clorídrico, provocado pela ação da histamina nas paredes do estômago, Sir James procurou uma estrutura capaz de bloquear a ação da histamina. Depois de ter sintetizado mais de 700 compostos e quase ter levado a SmithKline à falência, Sir James chegou ao *Tagamet*, que hoje representa mais de 50% do faturamento dessa empresa e faz com que ela figure na lista dos 20 maiores laboratórios.

Os anos 80 serão lembrados por aquela que foi talvez a mais bem sucedida campanha de *marketing* da indústria farmacêutica: o lançamento do *Zantac*, que fez com que a Glaxo inglesa saltasse da vigésima colocação para a segunda em apenas seis anos. O *Zantac*, nome de marca do fármaco Ranetidina, nada mais era do que um *me-too* do *Tagamet*. Em 1990 o *Zantac* respondeu por um faturamento de quase 3 bilhões de dólares, o que representou cerca de 60% do faturamento de toda a Glaxo.

Mercado

A distribuição do consumo de medicamentos ao longo das últimas décadas parece, à primeira vista, refletir a situação econômica dos diferentes países (Quadro B). Contudo, a participação dos países em desenvolvimento no mercado mundial de medicamentos tem decrescido muito mais rapidamente do que a própria deterioração das economias desses países.

Essa redução se deve, por um lado, à diminuição da participação dos Estados na distribuição de medicamentos gratuitos às populações de baixa renda e, por outro, à concentração da renda verificada nesses

QUADRO B
CONSUMO MUNDIAL DE MEDICAMENTOS POR REGIÕES
(COMO PORCENTAGEM DAS VENDAS MUNDIAIS)

REGIÕES	1975	1980	1985	1990
Estados Unidos	21.6	20.2	30.3	31.1
Europa Ocidental	31.1	30.9	24.0	28.0
Europa Oriental	14.5	12.0	10.8	5.9
Japão	8.0	12.0	14.3	18.4
Outros Industrializados	1.8	1.6	1.5	1.6
Total dos Países Industrializados	77.0	76.6	80.9	85.1
América Latina	7.8	8.0	5.9	4.9
África	2.8	2.6	2.4	1.2
Ásia	6.3	7.0	7.4	6.4
China	6.0	5.7	3.4	2.4
Total dos Países em Desenvolvimento	23.0	23.4	19.1	14.9
Total Mundial (US\$ bilhões)	42.9	79.0	93.0	172.7

Fonte: UNIDO Data Base

QUADRO C
PARTICIPAÇÃO DO ESTADO NOS GASTOS COM
MEDICAMENTOS (%)

PAÍS	ANO	%
EUA	1985	10
Canadá	1985	23
Alemanha	1985	63
França	1986	63
Itália	1986	64
Espanha	1986	75
Inglaterra	1987	78
Suíça	1987	100

Fonte: IMS (Vários números)
Associação dos Produtores Nacionais

países. Assim, enquanto o consumo de medicamentos como porcentagem do PIB entre 1975 e 1990 nas economias desenvolvidas crescia de 0.65% para 0.95%, nos países em desenvolvimento caía de 0.79% para 0.67%.

Independentemente do fato de controlarem ou não os preços, os governos influenciam significativamente o padrão de consumo dos medicamentos, através das suas políticas de saúde pública. Os governos dos países industrializados estabeleceram sistemas generosos de custeio da saúde pública em períodos em que a renda nacional crescia e a proporção de idosos era comparativamente pequena. O Quadro C mostra que o setor público responde por mais da metade das despesas com medicamentos na maioria dos países industrializados; as únicas exceções são o Canadá e os EUA.

Nos países em desenvolvimento, a participação governamental é muito menor, inflando pouco no

padrão de consumo. A principal razão é simplesmente a falta de recursos para essa finalidade. Os gastos públicos com saúde na maioria desses países gira em torno de 1-2% do PIB, enquanto nos países industrializados alcança 6-8%. Estima-se que mais de 2/3 dos medicamentos comprados nos países do Terceiro Mundo são pagos pelos próprios pacientes.

No caso brasileiro, o consumo como porcentagem do PIB caiu entre 1975 e 1990 de 0,9% para 0,7% e o consumo *per capita* diminuiu de US\$ 12.5 para US\$

10.5 (dólar em valores de 1980). Nesse período, a participação governamental foi tímida e errática, apesar da criação da Central de Medicamentos (Ceme) em 1971; nos melhores momentos da Ceme, as compras governamentais alcançaram somente 25% do mercado nacional de medicamentos. A situação brasileira fica mais dramática ainda quando se comparam alguns indicadores de consumo com aqueles de outros países (Quadro D).

Em 1989, os dez maiores mercados do mundo capitalista representavam 70.7% do mercado mundial de medicamentos daquele ano. O Brasil nesse mesmo ano ocupava o 9º lugar, apesar do seu consumo *per capita* de US\$ 17 (dólar em valores de 1989), como mostra o Quadro E.

Apesar dos esforços envidados pelos governos tanto dos países desenvolvidos como dos países em desenvolvimento para fortalecer a posição das empresas produtoras de medicamentos genéricos (os produtos farmacêuticos sem marca) como alternativa ao monopólio das grandes empresas inovadoras, estas continuam dominando fortemente o mercado. Em 1988, as 25 maiores corporações responderam por 44% da produção mundial, assim distribuídos: 53.7% por empresas americanas; 13.8% alemãs; 13.2% suíças; 11.8% inglesas; 4.8% japonesas e 3% francesas (Quadro F). Em geral, um único produto responde por mais de 20% do faturamento dessas mega-empresas e algumas vezes a até 50%, revelando uma forte especialização em todo o ciclo produtivo, principalmente na fase de pesquisa e desenvolvimento.

Aliás, é largamente sabido que a indústria farmacêutica é padrão de gênero industrial em que os conceitos de indústria e mercado são de pouca utilidade na avaliação de fenômenos como o da concentração. A necessidade de produtos definidos para doenças determinadas e o grau de substituição praticamente inexistente entre os mesmos evidencia a existência de muitos mercados. Pois Penicilina não substitui hormônios que por sua vez não substituem anti-ulcerosos e assim sucessivamente. O verdadeiro mercado é composto pelas diferentes classes terapêuticas, e as empresas concorrem individualmente em poucas classes, e não de forma homogênea por todo o mercado. Nessas classes verifica-se um grau de concentração elevado. O Quadro G mostra o grau de concentração de algumas classes terapêuticas no mercado brasileiro de medicamentos. A comparação entre os anos de 1986 e 1990 sugere um aumento dessa concentração.

Uma outra divisão do mercado se refere a aspectos mercadológicos e contempla dois segmentos: a) os produtos populares (*over-the-counter/OTC*), vendidos sem prescrição médica e escorados por fortes estruturas de *marketing* direcionadas ao consumidor; e b) os produtos éticos, vendidos em sua maioria sob receita

QUADRO D
CONSUMO DE MEDICAMENTOS EM ALGUNS PAÍSES SELECIONADOS

Países	% do consumo mundial(*)		Consumo <i>per capita</i> (US\$) (**)		Consumo como % do PIB	
	1975	1990	1975	1990	1975	1990
Japão	15.02	23.03	92.0	276.0	1.1	1.6
Alemanha	6.98	6.08	77.2	148.9	0.7	0.8
EUA	19.22	21.55	60.8	128.2	0.5	0.9
Canadá	1.23	1.49	37.1	83.4	0.4	0.6
Espanha	3.22	1.76	61.9	66.4	1.2	0.8
Portugal	0.39	0.34	29.2	48.9	1.3	1.3
Argentina	1.55	1.74	40.6	42.7	1.4	0.7
Uruguai	0.05	0.08	12.7	40.0	0.4	1.2
África do Sul	0.54	0.54	14.5	22.7	0.6	0.8
Paraguai	0.06	0.05	14.2	18.8	1.3	0.4
Argélia	0.35	0.29	14.8	16.8	0.8	1.2
Brasil	1.97	1.07	12.5	10.5	0.9	0.7
Angola	0.03	0.03	3.4	5.0	0.7	0.7
Bolívia	0.05	0.02	7.5	4.0	0.9	0.6
Somália	0.02	0.01	3.1	2.5	0.7	0.7
Moçambique	0.10	0.01	6.2	1.5	0.4	1.5

Fonte: *The World's Pharmaceutical Industries* - UNIDO

Nota: (*) Total mundial incluindo Leste Europeu e URSS - calculado em valores constantes de 1980. (**) Em valores constantes de 1980.

QUADRO E
MERCADO FARMACÊUTICO DO MUNDO CAPITALISTA (US\$ 170 BILHÕES)*

Colo- cação	País	População Milhões Habitantes	Mercado Farmacêutico US\$MM	Consumo <i>per capita</i> / AnoUS\$	Participação no Mercado Mundial(%)	Participação Acumulada (%)
1	EUA	245	44,5	182	26,2	26,2
2	Japão	122	31,2	256	18,4	44,5
3	Alemanha	61	10,9	179	6,4	50,9
4	França	56	9,1	163	5,4	56,3
5	Itália	57	8,4	147	4,9	61,2
6	Reino Unido	57	4,5	79	2,6	63,9
7	Canadá	26	3,5	135	2,1	65,9
8	Espanha	39	3,4	87	2,0	67,9
9	Brasil	144	2,5	17	1,5	69,4
10	Coreia do Sul	43	2,2	51	1,3	70,7

Fonte: *Intercontinental Medical Statistics, Pharmaceutical Market World Review* 1989.

*Dólar em valores de 1989.

QUADRO F

OS 25 LÍDERES MUNDIAIS DA PRODUÇÃO FARMACÊUTICA, FATURAMENTO DAS VENDAS FARMACÊUTICAS E PRINCIPAIS PRODUTOS, 1988

Colocação	Companhia	Sede	Vendas Farmacêuticas		Marca Líder	Faturamento do Produto Farmacêutico Líder	
1988 (1981)			US\$ M.	Participação no Faturamento Total (%)		US\$ M.	Participação nas Vendas Farmacêuticas (%)
01 (03)	Merck	Estados Unidos	4984	83,9	Vasotec	1000	20,1
02 (20)	Glaxo	Reino Unido	4213	100,0	Zantac	2077	49,3
03 (01)	Hoechst	Alemanha	3868	17,0	Claforan	376	9,7
04 (02)	Bayer	Alemanha	3628	16,1	Adalat	971	26,8
05 (04)	Ciba-Geigy	Suíça	3466	29,3	Voltaren	743	21,4
06 (06)	American Home Products	Estados Unidos	3218	58,5	Inderal	356	11,1
07 (08)	Sandoz	Suíça	3089	45,4	Zaditen	428	13,9
08 (18)	Takeda	Japão	3076	64,8	Avan	328	10,7
09 (09)	Eli Lilly	Estados Unidos	2680	65,8	Ceclor	605	22,6
10 (17)	Abbott	Estados Unidos	2599	52,6	Erythrocine	236	9,1
11 (05)	Pfizer	Estados Unidos	2539	47,1	Feldene	616	24,3
12 (11)	Warner-Lambert	Estados Unidos	2509	64,2	Lopid	191	7,6
13 (10)	Bristol-Myers	Estados Unidos	2509	42,0	Questran	128	5,1
14 (.)	Eastman Kodak	Estados Unidos	2500	14,7	Omnipaque	450	18,0
15 (07)	Roche	Suíça	2365	40,6	Rocepin	476	20,1
16 (19)	J&J	Estados Unidos	2338	26,0	Ortho-Novum	400	17,1
17 (12)	Upjohn	Estados Unidos	2234	81,3	Xanax	395	17,7
18 (14)	Squibb ER	Estados Unidos	2213	85,6	Capoten	1065	48,1
19 (21)	Schering-Plough	Estados Unidos	2210	74,4	Proventil	159	7,2
20 (16)	Rhône-Poulenc	França	2016	18,5	Orudis	206	10,2
21 (13)	SmithKline Beecham	Estados Unidos	1997	42,0	Tagamet	1021	51,1
22 (24)	ICI	Reino Unido	1921	10,0	Tenormin	997	51,9
23 (15)	Boehringer Ingelheim	Alemanha	1866	80,8	Persantin	337(a)	18,1
24 (22)	Beecham	Reino Unido	1846	45,0	Amoxil	403	21,8
25 (23)	American Cyanamid	Estados Unidos	1831	39,9	Minocin	201(a)	11,0
		Total	67715			14165	20,9

Nota: (a)-Valor estimado. Fonte: Scrip (Vários números).

médica e cuja propaganda é feita somente junto a classe médica.

Os OTCs, na maioria dos países, compreendem os complexos vitamínicos, os 'reconstituintes', os 'biotônicos' etc. Mas, em alguns países, contemplam inclusive os analgésicos do tipo 'Aspirina', 'Tylenol' etc. No geral, eles representam menos de 20% do mercado farmacêutico. Porém, como o conceito de OTC é bastante flexível e em alguns casos dúbio, as estatísticas dos países industrializados apresentam valores que vão desde 6% (Itália) até 38% (Suíça). No caso dos países em desenvolvimento, muitos medicamentos genéricos são contabilizados como OTCs, elevando-se a sua participação no mercado em até 45% (Arábia Saudita). Segundo os especialistas, os fatores que sustentam a participação dos OTCs no mercado são inúmeros, muitos deles decorrendo de fatores culturais e outros de fatores econômicos. Legislações menos restritivas com relação à propaganda, sistemas de saúde desorganizados, preços elevados dos medicamentos éticos, pequena participação do setor público

na questão dos medicamentos favorecem o mercado de OTCs.

Nos países em desenvolvimento, observa-se um crescente aumento da participação dos OTCs no mercado farmacêutico, devido acima de tudo à falta de políticas explícitas de distribuição de medicamentos essenciais às populações carentes, que por força da propaganda acabam recorrendo aos medicamentos 'disponíveis' e principalmente de baixo custo.

Os produtos éticos (*prescription drugs*) compreendem dois grupos: aqueles com patentes vigentes, produzidos por uma única empresa e vendidos sob nome de marca, e os produtos cujas patentes estão vencidas e, portanto, são vendidos por inúmeros laboratórios sob nome de marca ou pela designação genérica.

Os medicamentos éticos concorrem entre si dentro de uma mesma classe terapêutica; assim, um novo antibiótico ao ser lançado deverá retirar mercado de outro antibiótico. Porém, como cada grande corporação atua somente em algumas classes terapêuticas, essa

QUADRO G
CONCENTRAÇÃO DE ALGUMAS CLASSES TERAPÊUTICAS NO BRASIL.
COMPARAÇÃO ENTRE OS ANOS DE 1986 E 1990.

CLASSE	1986		1990	
	Cia. Líder (%)	4 Maiores (%)	Cia. Líder (%)	4 Maiores (%)
Antiácidos/antifiséticos	14.0	44.0	35.8	84.5
Vitamina B1 pura e associada	41.3	85.0	52.2	97.8
Antiulcerosos	33.7	70.2	27.1	80.4
Polivitamínicos com minerais	13.7	43.6	21.5	69.1
Vitamina C pura associada	45.7	93.9	53.2	96.6
Terapia coronariana*	23.9	66.4	79.2	100.00
Vasoterapia cerebral e periférica	27.4	66.0	19.2	57.4
Penicilinas de amplo espectro	20.4	56.1	22.6	69.6
Macrólídeos e similares	38.1	85.7	49.0	84.9
Anti-reumáticos sem esteróides	35.8	60.9	43.8	63.8
Analgésicos não narcóticos e antipiréticos	18.5	53.4	20.9	58.1
Tranquilizantes	28.8	68.9	48.7	81.8
Expectorantes com anti-infecciosos	17.0	50.0	14.6	41.4
Antitussígenos puros	42.3	80.8	48.4	86.7

Fonte: IMS/ PMB, Dez/86 e Dez/90

*Exceto antagonista do cálcio e nitrato.

QUADRO H

Classes Terapêuticas	Distribuição (%)	
	EUA	Brasil
Cardiovasculares	22,5	12,4
Sistema Nervoso Central	21,7	20,8
Anti-infecciosos	15,3	14,0
Anticâncer e Endócrinos	13,1	6,7
Gastrointestinal e Genito-urinários	11,7	13,7
Sistema Respiratório	7,4	11,4
Vitaminas e Nutrientes	3,3	8,4
Dermatológicos	2,6	8,0
Demais	2,4	4,6
TOTAL	100,0	100,0

Fonte: * PMA Statistical Fact Book 1991. ** IMS/PMB - 1990.

'competição' passa a ser administrada pelas empresas que atuam naquela classe.

Países como o Brasil, onde o mercado (por classe terapêutica) está fortemente concentrado e a competição é pequena, apresentam um perfil de consumo baseado em produtos antigos. Isto é assim na medida em que, sem competição, os produtos 'velhos' continuam a ser rentáveis e não se justificam os investimentos para o lançamento de novos produtos. O Quadro H mostra a distribuição do consumo por classes terapêuticas. As diferenças entre os mercados brasileiro e americano são consequência do perfil etário daquela parcela da população brasileira que efetivamente consome medicamentos; o grande contingente de desassistidos, cujo padrão de consumo deveria

refletir as grandes endemias, não participa desse mercado.

Competição

Os anos que antecederam a década de 1980 haviam sido extremamente pródigos em descobertas de novos produtos; aliás, quase todo o arsenal terapêutico hoje disponível já existia no final da década de 1970. Os anos 80, no geral, apresentaram somente variantes de melhor eficácia e tolerância para os medicamentos já existentes; a tão propalada revolução da biotecnologia, esperada para essa década, acabou não acontecendo. O lançamento de novas moléculas, que no início dos anos 60 chegava a mais de 90 produtos/ano, no final dos anos 80 cai para menos de 50 produtos/ano, tendo ainda que concorrer com um mercado extremamente saturado (Quadro I).

São duas as razões para a diminuição do ritmo inovador. A versão da grande indústria atribui ao rigor dos padrões de segurança e eficácia impostos pelas autoridades reguladoras do governo para aprovação de novos produtos, principalmente da *Food and Drug Administration*, que por sua credibilidade é considerado o padrão mundial. A outra explicação fundamenta-se na exaustão do acervo de conhecimentos médico-científicos, que havia amparado o desenvolvimento acelerado da quimioterapia. O acúmulo de conhecimentos na área médica nos dias de hoje aponta na direção de fármacos muito mais específicos e com um mínimo de efeitos colaterais, o que parece ser cada vez mais difícil de ser obtido por síntese orgânica. Portanto, tudo indica que só mesmo a biotecnologia poderá vir a oferecer novos medicamentos que representem efetivos ganhos terapêuticos.

Apesar da importância da inovação, foi sem dúvida a estratégia de comercialização por marca comercial a responsável pelo enorme sucesso da indústria farmacêutica. A intensa atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D), que consome de 10% a 20% do faturamento das empresas, propicia o lançamento de novos fármacos que estarão protegidos por patentes durante um longo período. Enquanto vigorar a patente, o laboratório detém o monopólio sobre o produto e pode praticar preços que vão permitir não somente ressarcir os gastos com P&D, mas principalmente investir maciçamente na difusão da marca comercial. É a lealdade à marca comercial, criada pela propaganda, que vai proporcionar ao fabricante original um poder de monopólio que ultrapassa o prazo de vigência das patentes.

É razoável supor que a estratégia de comercialização por marca comercial seja muito mais importante que as patentes para a indústria farmacêutica. Estima-se que mais de 40% das marcas registradas em uso em todo o mundo refiram-se a produtos farmacêuticos e correlatos. Aliás, a promoção do nome comercial

consome entre 20% e 40% do faturamento das grandes companhias farmacêuticas, o que representa no mínimo duas vezes os gastos com P&D.

O médico, que representa o elo mais importante no esquema de comercialização dos medicamentos, é o alvo principal da agressiva promoção do nome comercial. Desde os bancos escolares, ele é cooptado pelo monopólio, por meio das visitas dos representantes de laboratórios que distribuem literatura promocional, brindes diversos e 'amostras-grátis'. O papel destas amostras na estrutura de saúde dos países em desenvolvimento tem sido muito importante, na medida em que, para muitos hospitais, representam o único suprimento de medicamentos para distribuição à população carente e, para a maioria dos médicos, a oportunidade de praticar gestos de benemerência, como compensação. Com relação àqueles profissionais formadores de opinião, o envolvimento com os laboratórios geralmente se dá nas pesquisas clínicas; os grupos de pesquisa médica em grande parte são mantidos com recursos dos grandes laboratórios. Assim é que os médicos, ao receitarem o medicamento pela marca, passam a atuar como agentes comerciais de uma determinada empresa, fechando o círculo de comercialização e consolidando o monopólio propiciado pela marca.

A experiência dos países desenvolvidos tem demonstrado que essa indústria, livre da interferência governamental, é imune à competição por preços. O consumidor final fica à margem da escolha do medicamento, a quase totalidade dos médicos prefere desconhecer o preço daquilo que receita, e ao farmacêutico interessa vender o mais caro, pois a ele cabe um percentual das vendas.

Já no final dos anos 60, estava claro para a sociedade, principalmente àquela dos países industrializados, que o poder do monopólio da indústria farmacêutica havia adquirido dimensões inusitadas e talvez não compensasse o benefício que os novos medicamentos propiciavam. Por outro lado, a expectativa de que os países da Europa Oriental pudessem desenvolver uma indústria inovadora que representasse uma quebra do monopólio também havia sido frustrada.

Assim, a maioria dos governos dos países desenvolvidos e alguns dos países em desenvolvimento começaram a legislar e a estabelecer políticas para a indústria farmacêutica, procurando fazer frente ao monopólio ainda na primeira metade dos anos 70. Essas medidas mostraram-se meramente acessórias e não conseguiram alterar o caráter monopolista do setor.

Legislações do tipo 'abuso do poder econômico', que podem ser eficientes para muitos setores da economia, são completamente inócuas quando se trata da indústria farmacêutica, porque o monopólio propiciado pelo nome da marca é exercido pelo médico no momento em que prescreve a medicação. Esse proce-

QUADRO I
NÚMERO DE NOVOS PRODUTOS LANÇADOS POR PAÍSES ENTRE 1961-1990

PERÍODO	1961-70	1971-80	1981-90	Total
Estados Unidos	201	152	117	470
Europa Ocidental	509	375	243	1127
Japão	80	75	126	281
Europa Oriental	49	58	10	117
Outros Países	5	5	10	20
Total	844	665	506	2015

Fonte: *Scrip World Pharmaceutical News* (vários números).

QUADRO J
COMPARAÇÃO ENTRE PREÇOS DE MEDICAMENTOS COM MARCAS REGISTRADAS E GENÉRICOS NOS EUA EM 1986

Marca Comercial	Nome Genérico	Dosagem (mg)	Preço no Varejo (*)	
			Marca (US\$)	Genérico (US\$)
Amoxil	Amoxicilina	250	21.46	15.29
Ativan	Lorazepam	1	31.9	17.99
Darvocet-N100	Propoxifeno	100	28.01	17.89
	Acetaminofen	650	-	-
Dilantil	Fenitoína	100	7.49	5.79
EES 400	Eritromicina ES	400	17.99	14.97
Inderal	Propranolol HCl	40	19.56	10.49
Keflex	Cefalexina	250	77.34	48.99
Lasix	Furosemida	40	10.74	5.89
Motrin	Ibuprofenon	600	18.23	9.93
Tylenol nº3	Acetaminofen	300	14.89	6.88
	Codeína	30	-	-
Valium	Diazepam	5	27.47	8.49

(*)-Para 100 tabletes ou cápsulas.

Fonte: *Consumer Reports*, agosto 1987.

dimento no mínimo mascara o papel do poder econômico da empresa, impossibilitando o seu enquadramento nesse tipo de legislação.

Medidas como o não reconhecimento de patentes farmacêuticas somente produzem efeitos quando inseridas numa política industrial maior, que contemple apoio à produção interna de fármacos por empresas independentes do cartel. Essas políticas dependem sobretudo do uso do poder de compra do Estado para o fortalecimento da produção nacional.

O controle de preços dos medicamentos tem sido utilizado em muitos países. Com exceção dos EUA, todos os países industrializados exercem, de uma forma ou de outra, controle dos preços dos medicamentos, chegando em alguns casos, como na Inglaterra liberal, ao estabelecimento de limites para a lucratividade das empresas do setor. Contudo, o controle de preços, por si só, não quebra o monopólio: simplesmente aborda um dos seus aspectos.

A idéia de que o mercado farmacêutico poderia ser ocupado em boa parte por produtos com patentes expiradas e que fossem comercializados pelo nome genérico vem desde o final dos anos 60. Contudo, só no início dos anos 80, quando já existia um número suficientemente grande de medicamentos com patentes vencidas que pudessem atender à maioria das enfermidades, é que foi retomada com chances de sucesso.

Os EUA foram o primeiro país a legislar sobre uma política de medicamentos genéricos. Em 1984, o Con-

gresso americano promulga o *Drug Price and Patent Term Restoration Act, Public Law 98-417*, conhecido como *Waxman-Hatch Act*. Esta lei cria as bases para o florescimento de uma indústria farmacêutica que comercializa seus produtos não mais pela denominação de marca, mas sim pelo nome genérico. Como compensação, a lei contempla a indústria inovadora com uma extensão do prazo das patentes, sempre que possa demonstrar que houve demora no processo de licenciamento de um novo medicamento. Em poucos anos, a estratégia baseada na indústria de medicamentos genéricos demonstrou ser a forma efetiva de combate ao monopólio.

Os EUA, que adotaram uma política de medicamentos genéricos no ano de 1984, já em 1986 podiam observar resultados importantes com relação ao preço dos medicamentos. O Quadro J mostra as diferenças entre o preço do medicamento de marca e o seu similar genérico. Outros países industrializados que adotaram

políticas de medicamentos genéricos o fizeram no final da década de 1980; mas já em 1990 podiam sentir os primeiros resultados. O Canadá conseguiu em 1990 uma redução de preço nos medicamentos por conta dos genéricos que vai de 30% a 95%, chegando em alguns casos a 1.260%.

Nos EUA, em 1990, os genéricos foram responsáveis por 18% em valor e 35% em volume do mercado de medicamentos éticos; a expectativa de crescimento desse mercado é de 14% ao ano, devendo, portanto, chegar em

1995 a cerca de 25% do mercado em valor e de 50% em volume. Na Inglaterra, eles responderam em 1990 por 10% em valor e 30% em volume; em 1993 a participação deverá alcançar 50%. Na Alemanha, responderam em 1990 por 17% em valor e 22% em volume; em 1993 deverão responder por 35% do mercado. Na Dinamarca, 50% do mercado das farmácias é atendido por genéricos.

No caso do Brasil o panorama é muito mais complexo, uma vez que somente 1/3 da população participa efetivamente do mercado farmacêutico, adquirindo os medicamentos de que necessita nas farmácias. Os outros 2/3 consomem esporadicamente, por conta de programas governamentais de distribuição gratuita dos chamados medicamentos essenciais.

No mercado das farmácias existem cerca de 25.000 apresentações e 8.000 marcas de medicamentos para menos de 2.000 fármacos. O mesmo fármaco ou associação de fármacos é vendido com muitos nomes comerciais. O analgésico e antitérmico paracetamol possui isoladamente 14 nomes comerciais que vão do Tylenol ao Dórico, enquanto suas associações apresentam 42 nomes, alguns famosos pela propaganda televisiva, como Doril, ou outros nomes, como Guaraína.

Tal situação está longe de favorecer a quem não compra medicamentos como compra sabão, e compra (ou deveria comprar) o medicamento que lhe foi prescrito. Assim, essas pessoas são obrigadas a peregrinar por muitas farmácias em busca de uma determinada marca, enquanto diversos produtos idênticos estão disponíveis, com outros nomes.

“Não se implementa uma política de medicamentos genéricos simplesmente com uma lei que obrigue os fabricantes a colocar com igual destaque o nome genérico ao lado do nome de marca.”

gresso americano promulga o *Drug Price and Patent Term Restoration Act, Public Law 98-417*, conhecido como *Waxman-Hatch Act*. Esta lei cria as bases para o florescimento de uma indústria farmacêutica que comercializa seus produtos não mais pela denominação de marca, mas sim pelo nome genérico. Como compensação, a lei contempla a indústria inovadora com uma extensão do prazo das patentes, sempre que possa demonstrar que houve demora no processo de licenciamento de um novo medicamento. Em poucos anos, a estratégia baseada na indústria de medicamentos genéricos demonstrou ser a forma efetiva de combate ao monopólio.

Convém notar que não se implementa uma política de medicamentos genéricos simplesmente com uma lei que obrigue os fabricantes a colocar com igual destaque o nome genérico ao lado do nome de marca. É necessário legislar sobre vários aspectos do problema, que vão desde o credenciamento pela vigilância sanitária de laboratórios que estejam em condições de participar de uma política de genéricos, até o momento mais importante dessa estratégia, que vem a ser a obrigatoriedade da prescrição pelo nome genérico por parte dos médicos; sem isso, toda a legislação se transforma em mera figura de retórica.

Resumindo, podemos dizer que uma política de medicamentos genéricos se baseia, por um lado, na existência de empresas bem organizadas que produzam e comercializem medicamentos não com um nome de marca, mas sob a designação genérica – o que implica, portanto, numa competição por preço e qua-

Os nomes que o fármaco tem

A denominação de um fármaco leva em conta aspectos químicos, terapêuticos e comerciais. O princípio ativo de um medicamento recebe, geralmente, um nome químico de grande complexidade, o que dificulta a sua utilização pelos profissionais de farmácia e medicina. Sendo assim, para facilitar a identificação, o fabricante submete à Organização Mundial de Saúde um nome baseado na composição e funções terapêuticas do fármaco. Se aprovado, o medicamento passa a ser identificado pelo 'nome genérico', de domínio público. Quando o medicamento chega ao mercado, para ser comercializado, a sua identificação passa a ser feita pelo 'nome de marca', cuja propriedade é do fabricante. O nome de marca atende exclusivamente a interesses comerciais na disputa pelo mercado.

Esta abundância de nomes comerciais cria facilidades para o erro na prescrição e uso de medicamentos. Supõe-se que a memória dos médicos tenha limites e que esta situação crie problemas de receituário. Além disso, no Brasil é possível comprar quase que todos os medicamentos sem receita médica, não obstante a legislação em contrário, o que eleva sobremaneira os riscos da medicação inadequada.

Diversas estimativas da Organização das Nações Unidas indicam que os medicamentos respondem por 40% a 50% dos dispêndios em saúde pública em muitos países em desenvolvimento. Tal fato, frente às condições extremamente precárias de saúde nos países do Terceiro Mundo, e à preocupação com o nível e o tipo de assistência farmacêutica conduzida, levou os meios ligados ao problema a levantar o conceito de medicamento essencial.

O conceito de essencialidade é bastante controverso; contudo já existe consenso entre os médicos de que 250 a 300 fármacos são suficientes para tratar a grande maioria das enfermidades, podendo, assim, atender-se grande parte da população carente com um número relativamente restrito de medicamentos. A Ceme define essa lista dos medicamentos essenciais – a chamada Rename (Relação Nacional de Medicamentos Essenciais) – e coordena a produção e a distribuição desses medicamentos à população de baixa renda, dentro do Sistema Único de Saúde (SUS).

Os problemas logísticos dessa enorme tarefa – fazer chegar medicamentos aos quase 5.000 municípios espalhados pelo território nacional –, associados ao freqüente uso político da estrutura da Ceme, têm comprometido os programas governamentais de distribuição de medicamentos. Sem dúvida a solução não é simples e depende de uma política integrada para a indústria farmacêutica que combine os vários elementos interdependentes e leve em conta a hierarquia entre eles. Entre esses elementos destacam-se a denominação genérica e o conceito de essencialidade. Além disso, apesar de conceitualmente não haver forte ligação entre propriedade industrial (patentes) e comercialização de produtos genéricos, a legislação relativa aos dois assuntos por razões óbvias deve ser trabalhada conjuntamente.

Sugestões para leitura

A Indústria Farmacêutica no Brasil. Rio de Janeiro, Consultec, 1964.

BALLANCE R., POGÁNY J. e FORSTNER H., *The World's Pharmaceutical Industries – An International Perspective on Innovation, Competition and Policy*, Ed. Edward Elgar, 1992.

GIOVANNI, G., *A questão dos remédios no Brasil – produção e consumo*, Coleção Sociologia e Saúde, Vol. I, São Paulo, 1980.



O vice-presidente de Produção da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Eduardo Martins, adverte que a indústria farmacêutica nacional precisa de financiamento do governo para poder investir no seu próprio desenvolvimento. Com base no exemplo de outros países, ele condena o reconhecimento de patentes farmacêuticas antes que a nossa indústria de medicamentos adquira auto-suficiência em química fina para conseguir abastecer o mercado com os produtos essenciais. Nesta entrevista, Martins prega uma legislação que dê garantia de qualidade às plantas medicinais brasileiras e inclui a exploração urgente deste 'filão' num projeto nacional de formação de recursos humanos na área farmacêutica.

As críticas do governo à indústria farmacêutica ajudam a resolver o problema dos medicamentos no Brasil?

Eu acho que foi bom o governo ter feito o que fez, porque as críticas chamaram a atenção da sociedade para um problema que nunca fora debatido antes. Mas nós temos que procurar debater não só a questão do preço dos remédios, como também a situação, hoje, da indústria nacional na área de medicamentos. O Brasil, nesta área, não deu o salto que outros países deram. Por exemplo, o Japão, a Itália e a Suíça reconheceram patentes há relativamente pouco tempo. Antes de começarem a reconhecer patentes, porém, estes países desenvolveram um projeto de capacitação científica e tecnológica que os habilitou a se tornarem exportadores e não importadores de conhecimento. É preciso ficar claro que patente é um negócio que vale para quem vende, não para quem compra. Os países que desenvolveram uma indústria de medicamentos própria só alcançaram esse desenvolvimento depois de um período grande de investimentos em ciência e tecnologia, especialmente no campo da química fina. Quando as patentes foram

Eduardo Martins: "É preciso investir em química fina"

suspensas no Brasil, em 1969, esperava-se que a indústria brasileira amadurecesse. Isto, infelizmente, não aconteceu.

Por que não aconteceu?

Porque não existiu um programa. Existiu a intenção de um programa, não a política, o investimento. No Brasil, temos a mania de culpar o empresariado nacional, de dizer que o empresário brasileiro não investe. Mas, sem financiamento e sem o interesse do governo em bancar, o investimento não acontece. A indústria de informática dos EUA cresceu graças ao financiamento do governo: a IBM foi toda financiada pelo programa espacial americano. No Japão, o governo esperou a indústria alcançar um alto grau de conhecimentos para, então, retirar os seus financiamentos. Na indústria de medicamentos, o desenvolvimento do AZT foi todo financiado pelo Instituto Nacional de Câncer dos EUA. O AZT não deu certo para o câncer, mas funcionou para a Aids. Aí veio a Wellcome e patenteou o uso do AZT em aidéticos. Quem financiou isto? Foi o governo americano, o povo americano. A Espanha é outro exemplo; os espanhóis decidiram reconhecer patentes logo que surgiu a possibilidade de entrarem para a Comunidade Européia. O que fizeram então? Negociaram um prazo até 1992 para começar a reconhecer patentes e

usaram a década de 1980 para investir em pesquisa e fazer *joint ventures* com repasse de tecnologia. Hoje a Espanha exporta tecnologia. No Brasil, o único programa financiado pelo governo, o de auto-suficiência em medicamentos, da Ceme, foi muito tímido e com poucos recursos para o tamanho do problema.

O Brasil ainda poderia tentar dar o salto que não deu?

Não seria tarde para tentar se o governo decidir que vamos reconhecer patentes daqui a dez anos e, nesse período, investir no desenvolvimento tecnológico e na pesquisa em química fina. O conhecimento básico é que vai permitir ao Brasil dar o salto. Eu falo 10, mas podem ser 12 ou 15 anos. Não adianta falar em lei de patentes com carência de 10 anos se não houver investimentos financeiros concomitantes. Com uma lei que permita a cópia durante um certo período, nós conseguiremos abastecer o mercado com produtos essenciais e, a partir daí, poderemos começar a investir em nosso próprio desenvolvimento.

Quais são os medicamentos prioritários hoje, no mercado brasileiro? São os mais usados pelo setor público de saúde, que se reduzem a cerca de 360 substâncias. Se conseguirmos dominar a tecnologia para

produzir 80% delas já estará ótimo.

Ainda não conseguimos dominar totalmente essa tecnologia?

Creio que dominamos apenas 50%. Nosso problema não é dominar a forma final do medicamento, mas dominar a tecnologia para o intermediário.

O que é necessário fazer para melhorar a qualidade dos medicamentos produzidos no Brasil?

A qualidade dos medicamentos brasileiros não é boa porque a nossa tecnologia é velha. Nossos comprimidos são antiquados. Hoje existem os chamados medicamentos *retard*, de liberação lenta no organismo, que permitem ao paciente tomar um comprimido a cada 12 horas, ao invés de tomá-lo, por exemplo, de quatro em quatro horas. Esses medicamentos podem ser administrados em doses menores, são mais baratos e têm menos efeito colateral. A tecnologia para produzi-los é simples; com ela, poderíamos economizar medicamentos. Mas poucos a conhecem no Brasil. Outro setor em que precisamos melhorar a nossa tecnologia farmacêutica é o da embalagem. Hoje, na rede pública brasileira, cerca de 50% dos medicamentos se perdem por causa de embalagens inadequadas. Precisamos produzir embalagens resistentes à umidade da região Norte e ao calor do Nordeste. Mas ainda fabricamos medicamentos de acordo com a tecnologia dos países de clima temperado. Quando armazenados no Nordeste, os comprimidos brasileiros começam a se desmanchar, a bisnaguinha de pomada estoura, a pomada vira líquido. Sem essa perda, o investimento público em medicamentos cairia muito.

A perda não seria culpa dos nossos próprios técnicos, dos farmacêuticos dos laboratórios nacionais?

Sim, mas a dificuldade é que a grande maioria deles se formou ou já trabalhou numa multinacional, onde tudo já está pronto. Por exem-

plo, a SmithKline Beecham segue uma receita que vem pronta da Inglaterra. As multinacionais não desenvolvem tecnologia para o Brasil. Elas são responsáveis por 80% da produção nacional de medicamentos, mas trabalham com tecnologia inglesa, americana.

Isto configura uma tirania das multinacionais?

Não sei se é tirania. O fato é que o setor de desenvolvimento das multinacionais não está aqui, está nas matrizes. Elas desenvolvem apenas aquilo que lhes é interessante economicamente. Além disso, o mercado brasileiro ainda não é altamente significativo, embora possa vir a ser. O consumo atual *per capita* de medicamentos no Brasil está hoje na casa dos 10-15 dólares por habitante. No Japão e nos EUA, são mais de cem dólares por habitante. Para termos um grande mercado, teríamos que passar a gastar, pelo menos, 50 dólares anuais por habitante. O que mantém as grandes multinacionais farmacêuticas no Brasil não é o mercado de hoje, mas o mercado potencial que um país de 150 milhões de pessoas representa. Se crescer, pode vir a ser um mercado fantástico. Mas, da forma como está hoje, não é um negócio aparentemente vantajoso.

Como seria um projeto de formação de recursos humanos fora das multinacionais?

Em primeiro lugar, teríamos que formar pessoal nas áreas de química fina, química analítica e tecnologia farmacêutica. Mas teríamos que acordar e começar a trabalhar seriamente também na área de medicamentos derivados de plantas. Este é um filão que tem de ser explorado, e explorado rapidamente. Porque descobrir uma molécula nova, hoje, é muito difícil. No entanto, é relativamente barato tirar a molécula de uma planta que já sabemos que funciona. Temos o conhecimento popular, as plantas já estão mais ou menos mapeadas, é só começar a

trabalhar. E temos gente para isso.

Já temos gente formada para trabalhar com plantas medicinais?

Temos gente suficiente para começar. E com a vantagem de que as plantas estão aqui mesmo, no Nordeste, na Amazônia, no Paraná e em outras regiões do Brasil.

O que falta, então, para começarmos a explorar esse filão?

Primeiro, falta obter do Ministério da Saúde o reconhecimento de que medicamento derivado de planta é medicamento. Para isto, precisaremos de uma legislação como tem a França, por exemplo. Essa legislação ainda não existe porque não há sequer o controle desses medicamentos pelo Ministério da Saúde. Há pouco tempo, um órgão de defesa do consumidor, em São Paulo, constatou que numa amostra de 10 chás vendidos livremente no comércio, sete não serviam. De posse de alguma garantia de qualidade para esse tipo de produto, poderemos reconhecê-lo como medicamento e, havendo uma legislação, a etapa seguinte será estabelecer um programa nacional de plantas medicinais, com incentivo à pesquisa nessa área. Ainda que a pesquisa não chegue à molécula pura, será possível chegar a um grupo molecular muito pequeno, passível de ser testado, e desenvolver a partir daí um método analítico para o controle de qualidade. Com uma certa porcentagem de determinado radical, teremos o princípio ativo e um medicamento novo com a garantia de que funciona. Isto não custa caro.

É possível estimar o custo?

Imagino que, neste sistema, seria possível achar um medicamento novo com dois ou três milhões de dólares, enquanto a descoberta de um medicamento novo na indústria custa cem milhões de dólares. Se eu estiver cem por cento errado, ainda assim a variação não chegaria a seis milhões.

Um caminho longo e bem demarcado

A droga que dá origem a um medicamento novo percorre um longo caminho até se transformar em produto comercial nas prateleiras das farmácias.

Obtido um princípio ativo — através da síntese química, fermentação ou extração de uma fonte natural —, a droga passa por uma fase inicial de testes (*screening*) em que o farmacologista faz a 'triagem' do efeito farmacológico para determinar a sua potencialidade terapêutica específica.

Depois, testes mais elaborados, em animais e tubos de ensaio, examinam as propriedades físico-químicas da droga, o seu grau de toxicidade e a forma como interfere no metabolismo. Nessa etapa, uma equipe interdisciplinar investiga os efeitos da ação prolongada da droga no organismo animal e aprofunda os estudos para descobrir a sua fisiopatologia. Seguem-se estudos de farmacotecnia (veículo, estabilidade, injetabilidade, envelhecimento, dissolubilidade, esterilização etc.) para definir a forma de apresentação da droga. Terminada esta etapa, começam os estudos clínicos, com seres humanos.

Numa primeira fase, a droga é testada em voluntários humanos sadios; se for bem tolerada, passará à segunda fase, com indivíduos

doentes. Somente depois de dois anos de estudos no estágio pré-clínico, e mais dois anos iniciais no estágio clínico, é que a droga, já então transformada em candidata a medicamento, começa a ser testada no tratamento de pacientes em larga escala (ver figura).

Em média, apenas duas drogas em dez chegam à terceira fase de testes clínicos. A partir daí, se ficar comprovada a sua eficácia e segurança durante mais três anos de testes — e depois de aprovada pelos órgãos oficiais de controle de qualidade —, a droga estará em condições de ser lançada, como medicamento novo, no mercado.

Um estudo de Jacob Frenkel e colaboradores (*Tecnologia e competição na indústria farmacêutica brasileira*, Rio de Janeiro, Finep, 1978) classifica a indústria farmacêutica de acordo com o estágio tecnológico em que ela atua. Cada estágio corresponde a um conjunto de atividades e conhecimentos específicos e diferentes entre si:

Primeiro estágio: Pesquisa e desenvolvimento de novos fármacos (inclui a obtenção do fármaco, os testes pré-clínicos em laboratório e os testes clínicos).

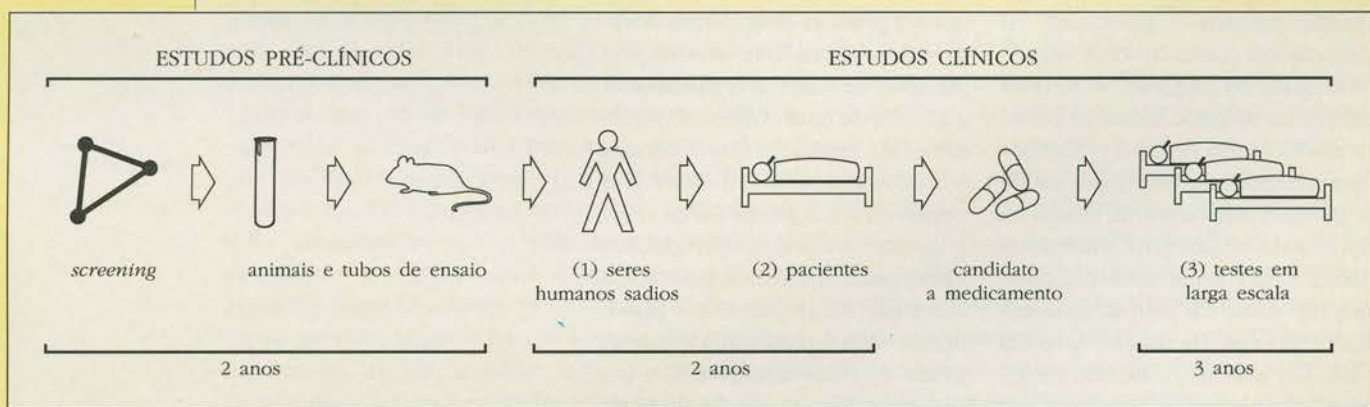
Segundo estágio: Industrialização. O fármaco, antes limitado a pequenas quantidades para aten-

der à demanda dos testes, passa a ser produzido em escala industrial. Nesse estágio, considerações de eficiência e lucro começam a balizar o processo de produção.

Terceiro estágio: Formulação. O produto adquire a forma final de 'remédio' (comprimido, cápsula, xarope, pomada etc.) que chegará ao consumidor. Nesse estágio, o fármaco não sofre modificação em suas características químicas.

Quarto estágio: *Marketing* e comercialização. A propaganda dirigida à classe médica tem características distintas daquelas que visam diretamente o consumidor e, não raro, consome três a quatro vezes mais recursos do que os destinados pela empresa farmacêutica à pesquisa e desenvolvimento do novo produto.

No Brasil, a quase totalidade das empresas nacionais e multinacionais opera apenas nos dois últimos estágios do processo produtivo. Essa limitação, segundo Frenkel e colaboradores, faz com que as subsidiárias das empresas multinacionais atuem segundo estratégias tecnológicas e econômicas ditadas por suas matrizes, enquanto obriga a indústria nacional a depender de fornecedores externos dos insumos de que necessita.



Quantas espécies de plantas medicinais já são conhecidas dos nossos pesquisadores?

Um levantamento por alto, feito nos anais dos últimos três congressos brasileiros de plantas medicinais, mostrou que há cerca de cem plantas cujo efeito já é bem conhecido pelo pessoal acadêmico. Mas é preciso fazer uma ressalva: a maioria dos trabalhos sobre plantas medicinais desenvolvidos nas universidades continua guardada na prateleira. Muitos pós-graduandos fazem tese sobre plantas medicinais, obtêm ótimos resultados e, depois, ninguém tem acesso à informação. Precisamos montar um banco de dados e reunir toda a informação existente no país, porque muitas plantas já estão sendo estudadas. Em alguns casos pode faltar o teste toxicológico, mas a dosagem terapêutica já é conhecida, sabe-se até qual deve ser a provável molécula terapeuticamente ativa. O que existe já é muita coisa.

Como esse conhecimento pode ser levado à população?

Acho que um programa de plantas medicinais caminha em três vertentes. A primeira consiste em instruir cientificamente o médico, ou posto de saúde, a recomendar o uso de determinadas plantas medicinais em situações específicas. A segunda, que tem dado resultado em algumas localidades, é a criação de hortas comunitárias, ou algo assim, com plantas cuja efetividade terapêutica já seja comprovada. Esta opção comporta até uma industrialização primária — um xarope ou uma tintura colocados num vidro e entregues ao paciente. A terceira seria fazer tudo isso industrialmente. Mas esta última opção é problemática, porque exige ter quem plante e quem forneça a planta dentro da qualidade exigida para a industrialização. Na Europa, os medicamentos derivados de plantas são mais caros do que os usuais. Acredito que, em estados como São Paulo, com uma estrutura fundiária em

que a terra é cara, isto também iria acontecer. Mas não creio que acontecerá no Nordeste.

Essas três vertentes não resultariam numa supersimplificação do atendimento de saúde?

O nosso grande problema é que 70% da população deste país não tem acesso a medicamento algum. Se pudermos garantir a esta parcela da população o uso de, pelo menos, alguma coisa que não vá lhe custar nada, já seria um progresso. Num país pobre como o nosso, temos de resolver o problema do indivíduo que está com um paciente no meio do Amapá, em fase aguda de malária, e que vai levar dois dias para chegar no hospital mais próximo, se não morrer no caminho. Não quero dizer que naquele posto de saúde não deva ter antibióticos, mas é necessário agir com consciência da pobreza. Com os recursos existentes neste país, nem sempre é possível ter antibióticos disponíveis para todo mundo, em todos os lugares. Foi-se o tempo em que o Brasil ia entrar no Primeiro Mundo e tornar-se um país moderno da noite para o dia. Podemos chegar lá, mas não podemos condenar a nossa população ao buraco em que ela hoje vive.

Como seria possível baratear o preço dos medicamentos no Brasil?

Há várias formas. Na Inglaterra, o preço dos medicamentos é fixado pelo governo com base no exame das planilhas de custo dos laboratórios. No Brasil, como não há nada disto, a primeira providência deveria ser um controle efetivo das planilhas de custo. A segunda seria a adoção de uma política de medicamentos genéricos (ver 'Indústria farmacêutica: histórico, mercado e competição'). A terceira seria rever a questão tarifária, para reduzir o número de impostos e a questão do lucro das farmácias. Outra providência seria a proibição de propaganda de medicamentos. Se o governo analisasse as planilhas de

custo, veria que 30% são gastos com publicidade.

Dar dinheiro aos laboratórios estatais resolve alguma coisa?

É necessário modernizar os laboratórios estatais. Mas modernizar não é só comprar equipamento novo. É também modernizar as formas de administração e o sistema gerencial. Vários dos nossos laboratórios estatais têm almoxarifados em péssimas condições. As matérias-primas ficam mal estocadas, se perdem, enfim, são mal gerenciados. Qualquer laboratório farmacêutico é uma empresa e tem que ser administrado como tal. Isso é essencial para a redução do custo de produção. Cerca de 50% dos medicamentos distribuídos hoje se perdem por falta de um gerenciamento de estocagem e distribuição. O gerenciamento abrange todo o sistema, da produção até a distribuição, no final do processo.

A indústria brasileira de medicamentos é defensável, no momento?

Existe a indústria brasileira séria e a não séria. As sérias pagam pelas não sérias, mas existe muita indústria farmacêutica boa e séria neste país. ♦

Laboratórios oficiais: uma história de ociosidade



A Central de Medicamentos (Ceme) nasceu, em 1971, com o objetivo de fortalecer o setor estatal de produção. O Plano Diretor que orientou o funcionamento do órgão, lembra o ex-superintendente do Instituto de Tecnologia em Fármacos (Far-Manguinhos), Jorge Bermudez, previa o desenvolvimento do sistema oficial de produção de medicamentos através da "eliminação progressiva de sua ociosidade". Passados 21 anos, no balanço melancólico do governo de Fernando Collor de Mello, a produção dos 15 laboratórios oficiais mal chegava a 30% da capacidade máxima. Distanciada do seu objetivo original, a Ceme chegou à maioria. "sem jamais utilizar a capacidade total de produção dos laboratórios oficiais", atesta o diretor-presidente do Instituto Vital Brazil, José Gomes Temporão.

Em fevereiro deste ano, a polêmica que engalfinhou o governo de Itamar Franco e a indústria farmacêutica levantou questões, na imprensa, sobre uma possível estratégia para a produção de medicamentos baratos no país. Entre sugestões de incentivo à comercialização de produtos farmacêuticos genéricos (ver 'Os nomes que o fármaco tem'), recebeu destaque nos jornais a declarada intenção do Ministério da Saúde de reaparelhar os laboratórios oficiais, visando incrementar a produção. Mas, segundo o presidente da Associação dos Laboratórios Farmacêuticos Oficiais do Brasil, Everton Vaz, mesmo que funcione na plenitude de sua capacidade produtiva, o setor estatal somente terá condição de atender a 5% da demanda nacional de medicamentos. Na partilha desigual do mercado farmacêutico brasileiro, onde a fatia da indústria de

capital nacional corresponde a meros 20% da produção, os laboratórios oficiais mal conseguem funcionar como retaguarda estratégica do governo para suprir adequadamente as populações carentes.

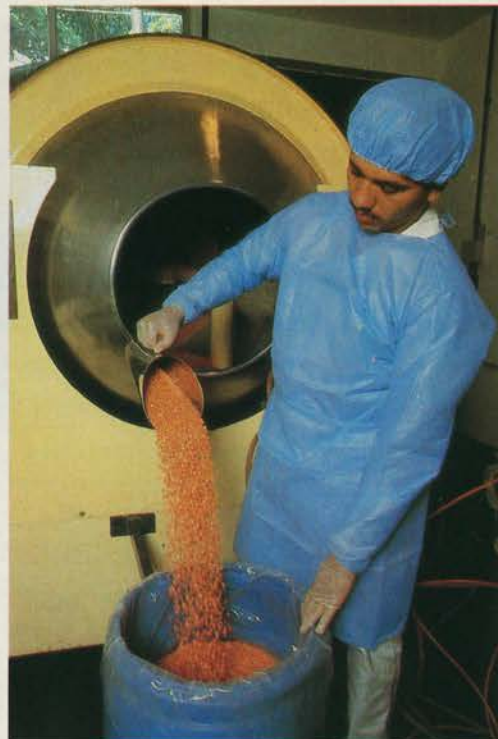
Os laboratórios oficiais que mais se destacam

FURP

Instituída pelo governo de São Paulo, a Fundação para o Remédio Popular (Furp) é o laboratório oficial de maior produção. Fabrica cerca de 100 tipos de produtos, entre eles medicamentos contra tuberculose e hanseníase. Em fevereiro, produzia de 60% a 70% de sua capacidade instalada, que pode chegar pelo menos a 100 milhões de unidades farmacêuticas ao mês.

IQUEGO

Segundo maior laboratório oficial em quantidade e variedade de produção, a Indústria Química do Estado de Goiás (Iquego) fabrica uma lista de cerca de 70 medicamentos, onde se incluem fitoterápicos, soro antiofídico e produtos veterinários. Sua capacidade de produção é de 54 milhões de unidades ao mês, mas opera, atualmente, com apenas 30% de suas possibilidades. A Iquego inaugurará em breve um laboratório de análises e pesquisas farmacológicas.



Produção de drágeas em Far-Manguinhos.

FAR-MANGUINHOS

O Instituto de Tecnologia em Fármacos (Far-Manguinhos) é uma unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro. Como único laboratório ligado diretamente ao Ministério da Saúde, tem a função de atender, com soluções técnicas e, em casos de emergência, com medicamentos, às solicitações do sistema oficial. Fabrica principalmente medicamentos contra doenças endêmicas, mas suas funções incluem o desenvolvimento de tecnologia farmacêutica, síntese química de fármacos, pesquisa química de produtos naturais e formulação de material microbiológico. Utilizou, em 1992, cerca de 30% de sua capacidade, que atinge o máximo de 47 milhões de unidades ao mês. Far-

Os 15 laboratórios oficiais

Laboratório Farmacêutico do Estado de Pernambuco (Lafepe)
Núcleo de Pesquisas e Alimentos (Nuplan), RN
Laboratório Industrial Farmacêutico de Alagoas (Lifal)
Empresa de Produtos Farmacêuticos da Bahia (Bahiafarma)
Indústria Química do Estado de Goiás (Iquego)
Fundação para o Remédio Popular (Furp), SP
Fundação Ezequiel Dias (Funed), MG
Instituto de Tecnologia em Fármacos (Far-Manguinhos), RJ
Instituto Vital Brazil (IVB), RJ
Centro de Medicamentos do Paraná (Cemepar)
Laboratório Farmacêutico Industrial de Santa Catarina (Lafisc)
Laboratório Farmacêutico do Estado do Rio Grande do Sul (Lafergs)
Laboratório Químico-Farmacêutico do Exército (LQFex)
Laboratório Químico-Farmacêutico da Aeronáutica (LQFAe)
Laboratório Farmacêutico da Marinha (LFMa)

Instituto Butantan, um caso raro de auto-suficiência

"No Brasil, a única área auto-suficiente na produção de medicamentos é a de imunobiológicos", disse o diretor do Instituto Butantan de São Paulo, Isaías Raw. A auto-suficiência, segundo Raw, deveu-se à peculiaridade brasileira de precisar de soros antiofídicos "que só podem ser feitos aqui". Junto com a necessidade dos soros veio a das vacinas e, com elas, o interesse do governo em criar o Programa Nacional de Auto-suficiência em Imunobiológicos, em 1964. "Com este programa, o governo começou a dar dinheiro para incrementar a capacidade produtiva e passou, também, a comprar os nossos soros e vacinas. Isto obrigou o Instituto a produzir", explicou o diretor do Butantan.

"O que distingue a área de imunobiológicos é a vontade política. O governo compra tudo o que produzimos e, apesar das dificuldades de pagamento, o Butantan está conseguindo sobreviver e até crescer. O reforço político do governo nos permite fazer pesquisa básica e, brevemente, conseguiremos nos tornar auto-suficientes também em hemoderivados e surfactantes, duas áreas que poderão gerar empregos e trazer avanço tecnológico para o país", disse Isaías Raw. O diretor do Butantan lamenta apenas que a auto-suficiência do Instituto não atinja a produção de fármacos: "Não temos gente, nem dinheiro para produzir um fármaco moderno", concluiu.

Manguinhos deverá concluir, ainda este ano, um laboratório para pesquisa de plantas medicinais e, até o final de 1994, uma unidade capaz de tornar o Brasil auto-suficiente em vacina tríplice (tétano, coqueluche e difteria).

FUNED

Ligada à Secretaria de Saúde de Minas Gerais, a Fundação Ezequiel Dias (Funed) produz soros heterólogos e medicamentos de uso geral para a população carente. Atua também no diagnóstico de doenças de alta incidência no país, como Aids, cólera, tuberculose, Chagas e hepatite, e no controle da qualidade dos alimentos e do sistema de saneamento básico de Belo Horizonte. Sua capacidade de produção é de cerca de 26,5 milhões de unidades ao mês, mas funcionava, até recentemente, com 50% de ociosidade. A Funed aguarda verba do Ministério da Saúde para triplicar a sua produção atual de 27 medicamentos e instalar um laboratório de desenvolvimento de fármacos.

VITAL BRAZIL

O antigo Instituto de Higiene, Soroterapia e Veterinária, criado pelo cientista Vital Brazil Mineiro da Campanha, tem capacidade para produzir uma lista de 50 medicamentos que inclui antibióticos, antiparasitários, broncodilatadores, soros de origem equina, toxóide tetânico e vacina contra a raiva para uso humano. Embora possua instalações para produzir 42 milhões de unidades ao mês, o Instituto Vital Brazil (IVB) – empresa de economia mista vinculada ao Governo do Estado do Rio de Janeiro – esteve praticamente paralisado durante três anos. Voltou a produzir em agosto, com 80% de ociosidade. ♦

A nova realidade das patentes

Dulcídio Elias Pedrosa

Companhia de Desenvolvimento Tecnológico (Codetec).



A indústria farmacêutica compreende um conjunto complexo de atividades fortemente inter-relacionadas. Muitas questões, como a que se refere às patentes, só podem ser abordadas dentro de um contexto amplo, sob pena da polarização do debate em torno de argumentos maniqueístas. Em termos gerais, as patentes farmacêuticas possuem significado crítico para a indústria farmacêutica transnacional, para os governos nacionais e para os fabricantes de produtos genéricos.

Todos desejam os benefícios de novos medicamentos. Entretanto, os preços são elevados para a população e para os serviços públicos de saúde, o que configura um óbvio conflito de interesses. Assim, a grande indústria declara que necessita do maior e mais forte monopólio, consubstanciado na proteção patentária, para manter o ritmo inovador, enquanto os serviços de saúde pública afirmam não ser possível fazer frente aos custos crescentes dos medicamentos originais e buscam fornecedores de genéricos, tão logo a patente expire. Por enquanto — e já se discute o assunto há longo tempo —, nem as empresas deixaram de investir na inovação, nem os serviços de saúde pública quebraram, o que evidencia a mencionada polarização fora de um contexto coerente.

Essa discussão faz muito sentido quando se observa a atual realidade do mundo desenvolvido, porém gera controvérsias quando generalizada para as economias em desenvolvimento, cujos referenciais são outros. No Brasil, essa polêmica tem se apresentado, ora como elemento da disputa pelo mercado entre as empresas transnacionais e as nacionais do setor, ora como resultado da contradição entre o monopólio concedido pela patente e os anseios de capacitação tecnológica do país, e também diante da necessidade de ampliar a assistência farmacêutica à população. Há razões nos vários lados do debate que não possui solução satisfatória fora de um compromisso entre as partes.

Convenção garantiu flexibilidade

Nos primórdios de sua existência, os sistemas de proteção industrial tinham como objetivo o estímulo à criação de novas indústrias em território nacional e ao progresso tecnológico interno dos países. Dessa maneira, considerava-se como inventor qualquer indivíduo ou empresa que introduzisse, em determinado país, um novo invento, fosse ele conhecido ou não no exterior. As patentes eram, portanto, outorgadas a qualquer invenção útil e até então desconhecida no país, não havendo distinção entre inventor e introdutor. Somente a partir do século XX ficou estabelecida a distinção entre patentes de invenção e de introdução, ou, em outras palavras, entre novidade absoluta e novidade relativa.

Em 20 de março de 1883, realizou-se a chamada Convenção de Paris, durante a qual foi fundada a União Geral para Proteção da Propriedade Industrial. Seus signatários foram: Bélgica, Brasil, Equador, Espanha, França, Grã-Bretanha, Guatemala, Itália, Holanda, Portugal, El Salvador, Suíça, Tunísia, Sérvia. No entanto, logo abandonaram a união o Equador (1886), El Salvador (1887) e a Guatemala (1895).

A Convenção de Paris, primeira tentativa de internacionalização da proteção às invenções, esbarrou, na sua elaboração, em diversos pontos de difícil harmonização entre os diferentes países signatários, como a conceituação do objeto de uma patente e a definição de direitos e deveres dos países-membros. Isso fez com que o texto final aprovado possuísse características de flexibilidade quanto à adaptação da legislação aos interesses de cada país, colocando o desenvolvimento nacional como objetivo prioritário e soberano, e subordinando às realidades nacionais individuais as legislações de patentes e os sistemas de proteção mais adequados para cada país.

Por causa dessa flexibilidade, a Convenção de Paris

tem sido um dos acordos mais bem sucedidos no plano internacional, na medida em que tem conseguido congrega, em mais de um século de existência, países com os mais diversos níveis de desenvolvimento em torno de um objetivo comum. A dificuldade em definir o objeto das patentes, por ocasião da Convenção de Paris, foi superada pela evolução dos critérios e requisitos básicos de patenteabilidade. Atualmente, são aceitos pela maioria dos países os seguintes pontos:

- a invenção deve ter novidade, isto é, não fazer parte do estado da técnica na data de depósito do pedido de patente. Isso significa que não deve ter sido divulgada através de qualquer meio de comunicação;
- a invenção deve resultar de atividade inventiva, ou seja, ser uma criação original e não uma decorrência natural do estado da técnica para um conhecedor da matéria;
- a invenção deve ter aplicação industrial.

Em geral, patentes são concedidas a novos produtos manufaturados ou a processos de manufatura. Não podem ser concedidas a teorias científicas, modelos matemáticos, trabalhos literários e artísticos, *software*, variedades de plantas e animais, ou métodos de tratamento de seres humanos e animais. Em caso de trabalhos literários e *software*, a proteção é dada pelo *copyright* (direito autoral), e as variedades vegetais podem ter outros tipos de entidades de proteção.

A Convenção de Paris permite que cada país decida sobre a viabilidade de outorga de patentes em diferentes setores industriais. Neste contexto, o setor farmacêutico é um dos mais controvertidos, sendo até mesmo considerado um caso especial dentro do panorama do sistema de proteção industrial. Por parte das indústrias, é o setor mais ávido por sistemas eficientes de proteção e sempre tem sido aquele que demanda leis patentárias cada vez mais rígidas e abrangentes. Por outro lado, por parte dos governos e da sociedade, durante muito tempo mantiveram-se restrições de patenteabilidade ao setor, devido à sua importância estratégica, ao custo social elevado (em função da existência de monopólios) e à necessidade de desenvolver a produção interna de fármacos e torná-la competitiva com relação ao fornecimento transnacional.

Particularmente no caso dos fármacos, portanto, há diferentes tipos de patentes que podem ser concedidas (ver 'Os tipos de patentes'). É importante observar que, com exceção dos EUA, de onde partiu a possibilidade de patentes para produtos e formulações, os outros países só passaram a aceitar os vários tipos de patentes d'ante de pressões externas, e nunca de necessidades internas de desenvolvimento tecnológico. Além disso, essa aceitação só era acatada após intenso esforço de investimento interno, para adequação da capacidade tecnológica industrial existente. Finalmente, todo o

Os tipos de patentes

A *patente de produto* ou substância química (para entidades químicas novas) é o tipo mais poderoso e absoluto de patente, já que bloqueia qualquer possibilidade de produção do produto, mesmo que para outras utilizações comerciais. Pode ser obtida para uma única substância ou para famílias de substâncias quimicamente relacionadas.

A *patente de formulação farmacêutica* protege formulações de uso final contendo determinado produto ou combinações de produtos. É quase tão poderosa quanto a patente de produto, com a diferença de que cobre apenas os usos farmacêuticos da substância, o que em muitos casos é suficiente para cobrir 100% das suas aplicações. Além disso, pode ser usada: a) para proteger um produto antigo mas, até a data, não conhecido como agente terapêutico; b) para proteger composições de produtos antigos cujo efeito sinérgico é novidade; c) para proteger formulações precisas e consideradas as mais ativas, depois de pesquisas farmacológicas prolongadas, o que em geral prolongará o tempo de validade do produto cuja patente original já tenha se expirado há vários anos.

A *patente de processo* protege processos de obtenção de determinado produto. Em comparação com

as duas anteriores, é muito menos forte e abrangente. As desvantagens são que, para um mesmo produto, existem freqüentemente inúmeras possibilidades de processos, e comprovar qual deles foi utilizado é, em geral, difícil. Em consequência, existe em alguns países a chamada 'reversão do dever da prova', que obriga a empresa desafiante a comprovar que o processo usado não é o patenteado. Patentes de processo podem ser usadas para prolongar vantagens competitivas (custo de produção) de determinada empresa após a expiração da patente de produto.

A *patente de intermediário* protege o uso de novos compostos úteis como intermediários para obtenção de uma substância de uso farmacêutico. Sua utilidade equivale à da patente de processo.

A *patente de segunda indicação*, relativamente recente, protege produtos já conhecidos por determinada ação terapêutica, para os quais descobriu-se nova utilização. Pode ser muito útil no caso de um produto que não se tornou inicialmente um sucesso terapêutico e não despertou o interesse das empresas, até que se descobre para ele um novo uso. Neste caso, esta patente será tão poderosa quanto uma para produto original.

progresso tecnológico e científico daí resultante foi consequência do esforço próprio de pesquisa durante os anos que antecederam a nova legislação de patentes, e em nenhum caso proveio de investimentos externos das transnacionais já instaladas ou em instalação no país.

A evolução das patentes

Com respeito à prática patentária, os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento têm atitudes opostas; também o fortalecimento da propriedade industrial é uma unanimidade recente entre os países desenvolvidos. As corporações transnacionais chegaram muito antes que seus países a um consenso.

A indústria farmacêutica prescindiu de um rígido sistema de patentes como condição para seu desenvol-

vimento. A retrospectiva histórica de países como Alemanha, Suíça, Reino Unido, Itália, Espanha, Japão, França e Canadá é inequívoca quanto ao fato de que suas indústrias farmacêuticas cresceram e se institucionalizaram sem patentes ou com sistemas de patentes flexíveis. Em alguns desses países, a proteção existente foi abolida, com o argumento de que os monopólios concedidos eram a causa do atraso tecnológico.

O fortalecimento do sistema de patentes, com o reconhecimento das patentes de produtos, aconteceu muito recentemente nos países desenvolvidos. De 1967 a 1988, quatro países do chamado Grupo dos Sete ou G-7 (os mais desenvolvidos do planeta) admitiram as patentes de processo, o que evidencia um nexo diverso daquele enunciado pelos defensores das patentes: a rigor, o patenteamento é fruto do desenvolvimento tecnológico e industrial que desemboca na consolidação e internacionalização da indústria. Assim, quando esses países reforçam a rigidez do monopólio patentário, é porque a relação custo/benefício da proteção tornou-se favorável aos seus grupos industriais. Não obstante, essas mudanças são normalmente acompanhadas de medidas compensatórias, favorecendo a competição por preços, ou seja, facilitando as possibilidades de produção de medicamentos genéricos. Além disso, os países industrializados possuem legislação antitruste efetiva para resguardo dos interesses dos consumidores, impedindo práticas abusivas do monopólio.

A evolução das patentes na área farmacêutica tem um histórico bastante controverso. A maior parte dos países inovadores e detentores de tecnologia só recentemente concedeu patentes para produtos farmacêuticos. Sobram, portanto, indicadores de que o fortalecimento da proteção patentária obedece a interesses nacionais ou regionais que não são universais, e se liga estreitamente ao estágio do desenvolvimento tecnológico e industrial em que o país ou região se encontra.

O Brasil foi um dos fundadores da União de Paris, da qual nunca se afastou. Até 1945, a legislação de propriedade industrial protegeu produto e processos farmacêuticos, quando então foi abolido o patenteamento de produtos. A proteção não havia conduzido a uma única descoberta de novo produto no Brasil e, com exceção dos EUA, os países industrialmente avançados não reconheciam as patentes para produtos farmacêuticos. Só em 1969 aconteceria nova mudança no Código de Propriedade Industrial, eliminando-se por completo o patenteamento na área farmacêutica. Muitos autores atribuem essa mudança ao nacionalismo e às preocupações com a segurança nacional que permeavam o regime militar vigente, pois o Brasil, apesar da dimensão do seu mercado interno, apresentava dependência quase total de importações para seu suprimento, o que continua hoje. A exclusão do patenteamento farmacêutico foi mantida com a apro-

vação do atual Código de Propriedade Industrial pelo Congresso Nacional, em 1971. Obviamente, essa mudança recebeu severas críticas por parte da indústria farmacêutica internacional, que desde então luta pelo retorno à proteção patentária completa para seus produtos.

Patentes e competitividade

Com faturamento superior a 150 bilhões de dólares em 1990, a indústria farmacêutica está implantada em boa parte do globo. O que não significa que sua produção e o consumo de seus produtos estejam distribuídos de modo equânime. Na realidade, a produção farmacêutica se concentra em alguns países industrializados, também responsáveis por 75% do consumo dos seus produtos.

Considerando-se as empresas, 50 transnacionais respondem por 65% da produção mundial, enquanto o restante do mercado é dividido por milhares de empresas. No Brasil, ao redor de 20 empresas apresentam faturamento superior a 50 milhões de dólares e são responsáveis por 59% do mercado. Mesmo nos países desenvolvidos, 40% das empresas farmacêuticas apresentam faturamento inferior a 25 milhões de dólares.

A indústria farmacêutica transnacional sempre esteve à frente da defesa intransigente do fortalecimento dos direitos de propriedade industrial. Ela considera o sistema de patentes como elemento básico de sua estratégia, pois seu padrão de competição fundamenta-se na diferenciação de marcas e produtos que, por sua vez, é amparada por um esforço contínuo de pesquisa e desenvolvimento de novas drogas. Essas inovações não podem ser protegidas por economias de escala, pois a competição não acontece em nível de preços, e insumos farmacêuticos podem ser copiados, com relativa facilidade, no mesmo padrão tecnológico dos países desenvolvidos.

Além disso, a indústria química, mais que qualquer outro setor industrial, possui a peculiaridade de fabricar o mesmo produto através de muitos métodos ou processos. Assim, na medida em que a patente de um novo fármaco é publicada, ele geralmente pode ser produzido por uma empresa química competente mas sem capacidade de inovação.

Dada a importância estratégica das patentes para as companhias farmacêuticas internacionais, é natural que elas tentem patentear um novo processo ou produto o mais rápido possível, quando percebem que a descoberta é comercialmente promissora. Segue-se então um período de desenvolvimento e, no caso de um novo fármaco, testes em animais e seres humanos (ver 'Um caminho longo e bem demarcado'). Antes que o novo medicamento possa ser comercializado, ele deve ser aprovado por uma autoridade governamental, que exige vasta documentação contendo um minucioso

detalhamento dos testes realizados. Só depois da aprovação final do produto pelas autoridades (processo que pode levar alguns anos) é que o novo fármaco poderá ser comercializado.

Percebe-se, ao longo dos últimos vinte anos, uma gradual dilatação do período entre o patenteamento e a comercialização de um novo produto. Isso se deve, em parte, ao fato de que se tornou mais difícil inventar e desenvolver novas entidades químicas (diminuição do ritmo inovador), à reação contrária diante de tragédias como a da Talidomida, e ao aperfeiçoamento da proteção à saúde. Atualmente as empresas são muito mais rigorosas do que no passado com o desenvolvimento e os testes, antes de submeter uma nova droga às autoridades competentes, e estas insistem em testes exaustivos antes de conceder a licença.

Nos EUA e na Alemanha, o tempo de vida efetiva da patente está em processo de desgaste desde 1960. Nos EUA, a proteção efetiva da patente caiu de 16 anos, no começo dos anos 60, para menos de oito, no início dos anos 80. Na Alemanha, o tempo médio de vida efetiva da patente diminuiu, em 30 anos, de 16 para oito anos e era de cerca de quatro anos para as cinco novas entidades químicas introduzidas no mercado, em 1986. Ou seja, o prazo para obtenção de autorização para comercializar um produto aumentou sensivelmente.

No Reino Unido, em 1960, o tempo médio para que uma nova entidade química entrasse no mercado era de apenas três anos. Entretanto, em 1977, enquanto a duração da patente foi estendida para 20 anos, o atraso para sua comercialização havia crescido em média entre 12 e 13 anos, restando sete a oito anos de proteção efetiva da patente.

Diversos estudos demonstram que esta é uma tendência de peso nos países industrializados. Embora alguns desses estudos tenham sido financiados pelas próprias indústrias farmacêuticas, não resta dúvida de que a proteção efetiva da patente foi reduzida. Com base nessa constatação, a indústria farmacêutica internacional vem fazendo uma firme pressão para que as patentes de seus produtos sejam prolongadas, ao mesmo tempo que se empenha numa maior rapidez para o processamento das licenças por parte das agências reguladoras. Japão e EUA já concedem extensões de até cinco anos para patentes farmacêuticas.

Deve-se salientar, entretanto, que as generalizações

QUADRO 1
PRODUTOS LÍDERES DE VENDA NO MUNDO (1990)

Ordem	Marca	Nome genérico	Empresa	Indicação	Faturamento (milhões US\$)
1	Zantac	ranitidina	Glaxo/Sankyo	úlcera	2.779
2	Capoten	captopril	B-M Squibb	hipertensão	1.501
3	Vasotec	onapril	Merck	hipertensão	1.482
4	Adalat	nifedipina	Bayer/Takeda	angina	1.210
5	Tonormin	atenolol	ICI	hipertensão	1.135
6	Tagamet	cimetidina	SmithKline Beecham	úlcera	1.103
7	Voltaren	diclofenaco	Ciba-Geigy	artrite	1.040
8	Ceclor	cefaclor	Eli Lilly	infec. hospitalar	837
9	Ciprobay	ciprofloxacina	Bayer	infecção	800
10	Ventolin	salbutamol	Glaxo	asma	778
11	Prozac	fluoxetina	Eli Lilly	depressão	765
12	Mevacor	iovastatina	Merck	hipercolesterolemia	751
13	Cardizem	diltiazem	Marlon Merrel Dow	angina	746
14	Procardia	nifedipina	Pfizer	angina/hipertensão	740
15	Augmentin	amoxicilina/ac. clavulânico	SmithKline Beecham	infecção	710
16	Zovirax	aciclovir	Wellcome	infec. virótica	696
17	Naprosyn	naproxeno	Syntex	artrite	686
18	Rocephin	ceftriaxona	Hoffman-La Roche	infec. hospitalar	665
19	Feldene	piroxicam	Pfizer	artrite	643
20	Iopamiron	iopamidol	Schering	contraste radiológico	600

sobre o retorno do investimento em produtos farmacêuticos, baseadas em dados estatísticos, podem ser distorcidas, pois uma companhia pode obter aprovação para um importante produto em tempo relativamente curto e gozar de um longo período de extraordinária lucratividade durante a vida da patente. Um exemplo clássico é a Glaxo, que obteve licença para comercializar sua droga mais vendida, o Zantac (Ranitidina), apenas quatro anos após o pedido de patente. A empresa tinha quase certeza de que o produto seria um sucesso e se empenhou num intensivo programa de testes paralelos para introduzi-lo no mercado o mais depressa possível. É lógico que este procedimento não é aplicável a um grande número de produtos, pois os resultados poderiam não compensar os gastos.

A consolidação do processo de internacionalização das empresas dos países desenvolvidos ampliou a importância das patentes, pois tornou necessário obtê-las no maior número possível de países, de forma que a empresa possa assegurar o domínio desses mercados (Quadro 1). Graças ao monopólio garantido pelas patentes, os preços estabelecidos para tais produtos são muito elevados.

As grandes corporações farmacêuticas destinam somas significativas para pesquisa e desenvolvimento. Apenas as norte-americanas atingiram juntas, em 1991, a fantástica cifra de nove bilhões e 200 milhões de dólares. São valores absolutamente fora das perspectivas de países como o Brasil, conforme mostra o Quadro 2.

QUADRO 2
INVESTIMENTO EM P&D POR EMPRESAS (1991)

Ordem	Nome	Volume de recursos (em milhões de US\$)
1	Glaxo	817
2	Roche	802
3	Merck & Co.	771
4	Bristol-Myers Squibb	741
5	Hoechst	650
6	Sandoz	575
7	Ciba Geigy	575
8	SmithKline Beecham	560
9	Eli Lilly	544
10	Sanofi/Winthrop	423
11	Boehringer Ingelheim	378
12	Rhône-Poulenc Rorer	378
13	Wellcome	348
14	ICI	333

Fonte: *Financial Times*, apud *Gazeta Mercantil*, dezembro/92.

QUADRO 3
PRODUTOS EM DESENVOLVIMENTO, POR PAÍS,
ENTRE AS 100 MAIORES EMPRESAS DO MUNDO (1989)

País	Nº de empresas	Produtos em desenvolvimento com origem no país	Porcentagem total
EUA	34	1.190	40,0
Japão	28	623	20,9
Alemanha	8	250	8,4
Reino Unido	7	185	6,2
França	6	183	6,1
Suíça	3	168	5,6
Itália	4	88	3,0
Outros	10	289	9,7

Fonte: Cálculos da UNIDO baseados no *Anuário Scrip*, 1990.

QUADRO 4
NOVAS ENTIDADES EM DESENVOLVIMENTO PRÉ-CLÍNICO
(1989)

Categoria	Número	% do total
Drogas anti-infeccivas	779	17,9
Produtos de biotecnologia	577	13,2
Produtos anticâncer	653	12,9
Drogas neurológicas	450	10,3
Cardiovasculares	378	8,7
Produtos antiparasitários	50	1,1
Outros	1.559	35,9
Total	4.356	100,0

Fonte: *Anuário Scrip*, 1990, apud UNIDO.

Não se pode dissociar, entretanto, a questão paten-tária da pressão para redução da taxa de crescimento das despesas farmacêuticas, exercida por todos os governos do mundo desenvolvido. Na medida em que as conjunturas políticas, sociais e econômicas nos países ricos apontam de forma irresistível para medidas de contenção de custos com medicamentos, a indústria busca compensação na ampliação dos prazos de proteção patentária, de forma a adiar tanto quanto possível a perda do monopólio.

A situação, complicada em si, ganha outro contorno quando transferida para o Hemisfério Sul. Não é despropositado afirmar que as razões da avassaladora campanha em favor das patentes farmacêuticas nos países em desenvolvimento tiveram sua origem nos conflitos internos do mundo desenvolvido. Um exemplo: o Seguro Nacional de Saúde do Japão reduziu o preço do Zantac, desde seu lançamento em 1984 até 1992, em 37%, e o sistema de revisão de preços acumula uma redução de 50% nos preços da última década. A recente introdução do sistema de referência de preços na Alemanha resultou, para as 15 primeiras substâncias, em preços de referência em média 38% mais baixos do que os preços vigentes para os produtos originais. Em relação aos preços, o ambiente nos países desenvolvidos não é exatamente favorável à indústria farmacêutica.

Respondendo por menos de 25% do consumo mundial de medicamentos, e ainda com forte presença das transnacionais em seus mercados, os países em desenvolvimento não podem ampliar sua parcela de contribuição para a manutenção da lucratividade da grande indústria, até por seus consumos baixos, em função da pouca renda.

As grandes despesas com pesquisa e desenvolvimento estão fortemente concentradas em apenas sete países (Quadro 3). Além disso, o esforço de inovação se vincula às necessidades dos países ricos. O Quadro 4 apresenta os principais tipos de fármacos que estavam em desenvolvimento em 1989, com perspectivas de comercialização na virada do século. Por coincidência, alguns dos anti-infeccivos podem ser úteis para os países em desenvolvimento, mas a maioria pretende atender a demanda de doenças crônicas-degenerativas de suas populações idosas: Ora, se o dinheiro das pesquisas é gasto no Primeiro Mundo e se o objetivo primário das pesquisas são as doenças do Primeiro Mundo, é de se esperar que países em desenvolvimento não aceitem passivamente a idéia do monopólio patentário.

O cenário da disputa

O cenário internacional onde se trava a disputa está demarcado por dois balizamentos principais: a globalização econômica e o domínio da tecnologia. Esses são os vetores componentes da vontade dos

países desenvolvidos de padronizar a regulamentação da propriedade intelectual. Trata-se de uma questão comercial, pois, sob a óptica dos países que detêm a tecnologia, a alteração das regras viabilizaria a expansão dos seus mercados, o que por sua vez permitiria o retorno mais rápido dos investimentos e a manutenção da lucratividade para enfrentar os crescentes investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Os países subdesenvolvidos ficam à margem dos acontecimentos, enquanto os países em desenvolvimento procuram alternativas de preservação do espaço das empresas locais, para que estas não sejam destruídas por competidores de porte muito superior, inviabilizando suas possibilidades de capacitação tecnológica e industrial.

Há que ressaltar o muito pouco que se tem discutido sobre a liberdade de aprender e usar o conhecimento em benefício da sociedade, como na crítica de Hegel a Kant: é preciso cair na água para aprender a nadar. O processo de aprendizado tecnológico passa pela cópia, as transnacionais sabem disso e os governos dos países ricos também o sabem, os governos dos países em desenvolvimento surpreendentemente fingem não saber, colocando a questão como mera adaptação da legislação nacional à nova ordem internacional.

Mesmo assim, a tendência predominante é para o fortalecimento da propriedade industrial. A velocidade dos acontecimentos e a abrangência da proteção vão depender, antes de mais nada, da capacidade de negociação de cada país, até porque os países em desenvolvimento não se uniram como o G-7 para discutir em bloco. Na medida em que o Brasil é o único país da sua dimensão econômica que não concede qualquer patente no setor farmacêutico, torna-se inevitável que seja alvo de grandes pressões. Isso não deixa de lhe ser favorável, pois há muito o que negociar em troca da concessão de patentes em um mercado que pode chegar a ser o quinto ou o sexto maior do mundo no século XXI.

O caso do Brasil

Diante da conjuntura internacional e das pressões — justas ou injustas — exercidas pelos países desenvolvidos, torna-se inevitável uma revisão da atual legislação brasileira de propriedade industrial, que passaria a contemplar as patentes farmacêuticas. Entretanto, deve-se aprender com a história e, assim, estabelecer provisões legais que preservem um espaço possível de autonomia dentro do cenário da economia internacionalizada.

A análise das condições históricas que levaram à evolução do sistema internacional de patentes nos países desenvolvidos e do quadro atualmente em vigor nos países em desenvolvimento aponta para soluções negociadas, dadas as extremas diferenças que se verificam entre seus estágios tecnológicos, capacidade

de investimento, poder de negociação e outros fatores importantes. A adoção de uma legislação de patentes, contendo salvaguardas, como possibilidades de licenciamento e de declaração de caducidade, parece uma alternativa válida na busca de um meio-termo entre os interesses dos dois grupos de países.

Não é possível ao Brasil discutir aberrações, como o dispositivo conhecido como *pipeline*, que implica a aceitação de uma patente retroativa, pois produtos hoje fabricados livremente ficariam passíveis de patenteamento, acarretando óbvios prejuízos para os fabricantes nacionais e contrariando preceitos centenários da prática da propriedade industrial.

A experiência da abolição das patentes farmacêuticas nos países em desenvolvimento demonstrou não ser esta a única condição para a capacitação tecnológica. A revisão da atual legislação deve ser coadjuvada por uma política industrial coerente, eficaz e contínua em direção ao fortalecimento tecnológico do setor nacional, sob pena de abdicação a qualquer pretensão ao estabelecimento de uma indústria local fabricante, no mínimo, de produtos genéricos.

Outros benefícios também podem ser associados à revisão da legislação, dentro do esforço de negociação em curso. Se de um lado os países ricos têm interesse nas patentes farmacêuticas e em uma legislação mais rígida, o Brasil, por sua vez, tem interesse na extinção dos subsídios agrícolas da Comunidade Européia e em tecnologias de preservação ambiental, entre outros pontos no plano internacional.

No ambiente interno, além da mencionada política industrial, seria muito pertinente observar a sensibilidade do Congresso norte-americano, que compensou o fortalecimento das patentes farmacêuticas com o incentivo à produção de medicamentos genéricos, numa atitude positiva em direção à competição por preços, como paradigma da economia de mercado. ♦

Sugestões para Leitura

LIEBENEAU, J., 'Evolution of pharmaceutical industry', *Comprehensive Medicinal Chemistry*, Pergamon Press, vol. 1, 1990.

'Guidelines on Technology Issues in the Pharmaceutical Sector in the Developing Countries', United Nations Conference on Trade and Development, United Nations, 1982.

'Patentes Farmacêuticas', Núcleo Setorial de Informações em Química Fina (CODETEC), SCTPR/CNPq/IBICT, 1991.

'The Big Lie about Generic Drugs', *Consumer Reports*, vol. 52, nº 8, 1987.

'Transnational Corporations in the Pharmaceutical Industry of Developing Countries', United Nations Centre on Transnational Corporations, United Nations, 1984.

A descoberta acadêmica e os direitos de propriedade intelectual

"Existe um obscuro consenso internacional de que o domínio público de um conhecimento impede o pesquisador de participar dos direitos de patente de uma invenção cujo ponto de partida foi o seu trabalho."

Sérgio H. Ferreira

*Departamento de Farmacologia,
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo.*

No começo da era industrial, a ciência participava de forma muito discreta no desenvolvimento de técnicas e produtos destinados aos mercados nacional e internacional. Foi somente no final do século XIX que as idéias originadas no campo da ciência começaram a contribuir para a geração de novas indústrias. Hoje, o conhecimento científico é fundamental para o surgimento de novas invenções que asseguram a continuidade do mercado e o lucro industrial. A indústria farmacêutica é um exemplo típico. Nela, entretanto, o direito de patente é dado ao inventor, mas a contribuição acadêmica ao desenvolvimento de novos medicamentos dificilmente é premiada.

Em contraste com o que acontece na indústria, a pesquisa universitária raramente se direciona a aplicações imediatas. Mas a farmacologia acadêmica, entre as ciências biológicas, é uma das disciplinas que fogem a esta regra, participando ativamente do desenvolvimento industrial.

A pesquisa farmacológica dedica-se a estudar substâncias biologicamente ativas que interferem em funções normais e patológicas do organismo. A farmacologia também estuda o mecanismo de desenvolvimento de doenças, com a finalidade de descobrir novos alvos para o desenvolvimento de drogas. Tais descobertas são avidamente usadas por um número restrito de laboratórios farmacêuticos que controlam o mercado internacional de medicamentos.

O momento crucial no processo de desenvolvimento de um novo medicamento é a descoberta do que se denomina de protótipo. Este protótipo da droga possui a atividade que se espera do medicamento e muitas vezes pode até ser utilizado no teste de efetividade clínica. Porém, para se chegar à droga final, com frequência são necessários estudos adicionais, ou porque o protótipo é pouco efetivo, tem vida curta, dificuldades de síntese, efeitos colaterais indesejados, preço alto, ou por qualquer outro problema. O nosso trabalho com o veneno da serpente brasileira *Bothrops jararaca* ilustra bem a contribuição acadêmica para o desenvolvimento de um novo medicamento, neste caso de uma nova família de drogas anti-hipertensoras.

O conhecimento científico básico foi obra de cientistas espalhados em vários laboratórios do mundo que realizaram as suas pesquisas totalmente desvinculados de uma possível aplicação prática. De fato, a descoberta dos sistemas biológicos da bradicinina e da angiotensina, fundamentais para o controle da pressão arterial, contou com a contribuição de cientistas suecos, americanos, alemães, ingleses, argentinos e brasileiros. Eles mostraram que o organismo possui um sistema chamado renina-angiotensina e que este, quando ativado, libera uma substância denominada angiotensina I. Em contato com uma enzima chamada conversora, presente no endotélio que recobre os vasos sanguíneos, a angiotensina I é con-

vertida na substância ativa chamada angiotensina II. A presença continuada da angiotensina II no sangue é um dos fatores importantes para o desenvolvimento e a manutenção da hipertensão. Percebe-se, portanto, que uma substância que iniba a 'enzima conversora' impedirá a formação de angiotensina II e, conseqüentemente, abaixará a pressão dos pacientes hipertensos.

No Brasil, Rocha e Silva, Beraldo e Rosenfeld descobriram que a ação de determinadas enzimas no plasma sanguíneo levava à formação de uma substância que eles chamaram de bradicinina, a qual, em contraposição à angiotensina, causa queda da pressão arterial. Existe um ponto comum entre o sistema da angiotensina e o da bradicinina: a enzima conversora. Esta enzima, que converte o princípio inativo angiotensina I no princípio ativo angiotensina II, também é a principal responsável pela destruição rápida da bradicinina no sangue circulante. Portanto, a inibição dessa enzima vai potencializar o efeito da bradicinina, ao permitir que esta permaneça mais tempo no sangue.

Nossa contribuição para o desenvolvimento de inibidores de enzima conversora foi feita no laboratório do professor Rocha e Silva, em Ribeirão Preto, e mostrou, no veneno da jararaca, a presença de substâncias que potenciavam a bradicinina. Este efeito era o resultado da inibição da enzima conversora. Em colaboração, os doutores L. J. Greene e J. W. Stewart, nos EUA, J. R. Vane, Y. S. Bakle e E. M.

Krieger, no Brasil, fizeram estudos fundamentais, desde a purificação do fator e a síntese de um dos peptídeos responsáveis pela atividade biológica do fator até a demonstração de que o peptídeo sintético é ativo em vários modelos experimentais de hipertensão.

Neste momento, a indústria já tinha conhecimento de nossos trabalhos e começou, paralelamente, a estudar o fator. Ela sintetizou os demais peptídeos componentes do fator e demonstrou, com um desses peptídeos sintéticos, a atividade controladora da hipertensão humana. Entretanto, o alto custo de produção e a impossibilidade de administrar a substância oralmente (pois ela era destruída no estômago) estimularam a remodelação química da molécula. Neste segundo passo, a contribuição acadêmica também foi valiosa. Baseados na demonstração recente, de que era possível transformar uma substância peptídica (constituída por uma cadeia de aminoácidos) em uma substância não peptídica e na estrutura do pentapeptídeo potenciador da bradicinina, os cientistas da Squibb desenvolveram o *Captopril*. Esta foi a primeira molécula da nossa família de inibidores da enzima conversora que, atualmente, tem grande impacto no tratamento da hipertensão e da insuficiência cardíaca.

Não seria injusto dizer que o conhecimento adquirido nas universidades e centros de pesquisa — portanto não comprometidos com o desenvolvimento de uma droga comercial — foi básico para o desenvolvimento do *Captopril*. Na realidade, o protótipo foi descoberto e desenvolvido como resultado de nossas pesquisas.

Com o objetivo de chamar a atenção para o problema de reconhecimento dos direitos de propriedade intelectual e patentes, fazemos uma comparação simplificada entre o pesquisador e o inventor (ver Tabela). Devemos lembrar que, na realidade, não existe o 'inventor' puro, pois atualmente, para se fazer

um invento, é necessário realizar um conjunto de pesquisas de desenvolvimento.

A questão que levantamos é: por que o conhecimento científico não premia seus descobridores com um direito de propriedade intelectual? A resposta é que este conhecimento é de domínio público, pois a pesquisa que o gerou foi previamente publicada e em geral realizada com verbas governamentais. Existe um obscuro consenso internacional de que o domínio público de um conhecimento impede o pesquisador de participar dos direitos de patente de uma invenção cujo ponto de partida foi o seu trabalho.

Essa atitude pode ser aceitável em países desenvolvidos, onde as indústrias são capazes de transformar as novas descobertas científicas em invenções. No Terceiro Mundo, porém, este sistema é injusto, já que os países menos desenvolvidos ou em desenvolvimento não dispõem de indústrias fortes o suficiente para inventar novos produtos. Mesmo nos países desenvolvidos, os cientistas das universidades estão hoje sob pressão e, com frequência, a sua sobrevivência depende da execução de projetos de cunho pragmático-social (voltados para doenças prevalentes, por exemplo) ou da associação com indústrias. Esse tipo de orientação sem dúvida acabará por esterilizar a criatividade dos pesquisadores, pois não estimula a pesquisa desengajada nem facilita o raciocínio paralelo, tão fundamental para novas descobertas. O que está ocorrendo é que o cientista acaba retendo a sua descoberta para oferecê-la à indústria, antes de publicá-la. Com isso, o mundo científico começa a perder o estímulo dos pares e a desenvolver a paranoia do segredo.

Quando discutimos estes problemas com vários colegas que trabalham em indústrias transnacionais de medicamentos, existe uma concordância geral de que o pesquisador que produziu o conheci-

PESQUISADOR

- Usando métodos científicos de observação e experimentação, realiza novas e reprodutíveis observações que permitem a sistematização e/ou a expansão de uma área de conhecimentos.
- O novo conhecimento pode orientar o caminho para o desenvolvimento de uma invenção.
- Até agora é internacionalmente aceito que os cientistas não têm direito de propriedade intelectual sobre o conhecimento desenvolvido e sua utilização em invenções posteriores.
- O conhecimento científico é um capital social internacional e deve ser livremente ensinado.
- A criatividade e o trabalho dos pesquisadores não beneficiam necessariamente os países onde as descobertas foram realizadas.

INVENTOR

- Usando o conhecimento científico, desenvolve um novo uso, método ou objeto que possui utilidade prática.
- Pode realizar uma invenção de sucesso, que estimula invenções semelhantes.
- Devido à novidade da invenção, uma patente é concedida ao inventor.
- A patente garante o monopólio da exploração comercial da invenção.
- A invenção beneficia o país de origem.

mento inicial deveria ser premiado. Entretanto, a maioria não vê como tal premiação poderia se verificar na prática. A forma mais simples que encontramos é a existência, junto ao sistema de concessão de patentes, de um setor que receba as propostas de possíveis inventos baseados nos conhecimentos publicados pelos autores. Desta forma, se algum invento que tenha uma óbvia base em conhecimentos anteriores vier a ser patenteado, os pesquisadores deverão receber uma fração, mesmo pequena, da patente concedida. Isso não quer dizer que os descobridores venham diretamente a se beneficiar pessoalmente dos *royalties* das patentes, mas certamente suas instituições se beneficiarão. O reconhecimento dos direitos de propriedade intelectual certamente irá proteger a pesquisa científica nas universidades em todo o mundo, num momento em que elas estão à beira do colapso. ♦

Os desastres da guerra

Ennio Candotti

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.



A produção dos medicamentos no Brasil define o cenário e desenha a traços fortes os personagens e conflitos da tragédia das patentes que ora tramita no Congresso Nacional.

Como em toda tragédia clássica, seus protagonistas encontram contrastes com raízes profundas. Retratos inacabados, decisões adiadas e esperanças indecisas.

pesquisa sofreram danos irreparáveis.

Vinte e dois anos depois, alcançamos as metas estabelecidas para fins da década de 1970. Em outros países, a química dos fármacos progrediu com velocidade crescente. A distância que nos separa da capacitação tecnológica e industrial para competir com eles aumentou. Salvaram-se poucos segmentos, os mais

“O interesse público deve encontrar amparo na legislação. Produção e preços não podem ser definidos apenas pelo detentor da patente.”

Aos seus heróis não é permitido escolher entre o bem e o mal, apenas entre um e outro mal.

Em 1971, quando o país decidiu não reconhecer patentes de fármacos e alimentos, o Código de Propriedade Industrial tinha por objetivo promover a indústria farmacêutica nacional, a pesquisa e o desenvolvimento em química fina. Uma indústria que deveria, supunha-se, funcionar como elemento moderador de um setor em processo de rápida desnacionalização.

O domínio do mercado de fármacos e de suas matérias-primas por poucas empresas multinacionais ameaçava a segurança nacional — estávamos em plena ditadura militar — e elevaria os custos dos medicamentos a valores proibitivos para a economia popular.

Como outras aventuras do autoritarismo megalômano, esse programa também fracassou. Os esforços foram dispersados, as universidades e institutos marginalizados, a formação de recursos humanos tornou-se instável e as bancadas dos laboratórios de

próximos da petroquímica.

Seria possível recuperar o tempo perdido? Seguindo o programa de 1971, autárquico, dependente dos investimentos do Estado, não.

A economia mundial tornou-se interdependente. A participação nesse cenário exige especialização e conhecimento, tanto para competir nos mercados como para defender os interesses mais elementares das sociedades ainda nacionais.

O acesso a medicamentos baratos é um desses interesses básicos. Encontrar drogas para combater doenças que atingem dezenas de milhões de brasileiros é outro. Não se trata de opções, mas de imperativos.

O caso do AZT é emblemático nesse teatro de guerra. Seu nome genérico é zidovudina, uma droga utilizada com sucesso no combate à AIDS. Há capacitação industrial e tecnológica local para produzi-la — por engenharia reversa — a preços menores dos praticados pela empresa multinacional detentora da

AZT brasileiro é mais barato

Uma empresa química e farmacêutica do Rio de Janeiro, a Microbiológica, está produzindo o medicamento antiviral mais usado no tratamento da Aids, o AZT (zidovudina), com tecnologia desenvolvida por seus próprios pesquisadores. O preço do produto é cerca de 50% mais barato que o do medicamento importado. Além disso, a técnica de síntese do AZT da Microbiológica permite a obtenção do princípio ativo com especificações de qualidade superiores às das do medicamento da Wellcome, que detém a patente.

A Microbiológica é uma empresa de base científica, fundada em 1981 por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O processo de obtenção do AZT (um nucleosídeo) foi o resultado de pesquisas originais, conduzidas dentro da própria empresa. O êxito desse processo resultou de anos de experiência da Microbiológica em pesquisas inovadoras na síntese e nos ensaios biológicos de derivados nucleosídicos, lideradas por Fernando Steele da Cruz e Jaime Rabi.

O AZT que estes empresários-pesquisadores fornecem ao governo inclui a produção do princípio ativo (3' azidotimidina). Esse produto é obtido de modo verticalizado, através de várias etapas de síntese.

Trata-se, portanto, de um exemplo importante de produção de fármacos na indústria farmacêutica brasileira. Tão importante quanto revelador dos percalços de uma empresa inovadora no Brasil, como mostram estes depoimentos:

FERNANDO STEELE DA CRUZ

"O que nós tínhamos em mente era levar ao setor produtivo o conhecimento de ciência básica adquirido na Universidade. Eu vinha da área de microbiologia geral, mais voltada para a bioquímica, e o Jaime Rabi, como químico orgânico, tinha altíssima reputação em química fina. Nosso primeiro sucesso foi a produção do princípio ativo azatioprina, usado para evitar a rejeição em transplante de rins. Este produto era importado a preço bastante elevado. A azatioprina da Microbiológica custava perto de 4 mil dólares o quilo, enquanto o preço de um produto similar no mercado estava em torno de 12 mil dólares.

Quando o AZT surgiu como a melhor opção para o tratamento da Aids, em 1988, nós já o produzíamos em escala de laboratório. A produção em escala industrial, porém, dependia de um intermediário muito caro, a timidina. Como o Ministério da Saúde não se mostrava interessado na produção, decidimos assumir o risco inicial com-

prando uma pequena quantidade de timidina. Isto nos permitiu desenvolver o projeto em escala piloto. Um ano depois, através de um financiamento de cerca de 400 mil dólares da Finep, conseguimos produzir cerca de 20 quilos do princípio ativo do AZT. O Ministério da Saúde, na ocasião, não quis reconhecer a importância do AZT brasileiro, talvez por temer que as multinacionais, em retaliação, suspendessem o fornecimento do produto ao Brasil e que nós, em contrapartida, não tivéssemos capacidade produtiva para suprir o mercado.

Os 20 quilos seriam suficientes para atender, no máximo, 1.500 pessoas durante um mês, mas nós dependíamos ainda do registro do medicamento no Ministério da Saúde para poder comercializá-lo. Esperamos por esse registro durante dois anos e só conseguimos obtê-lo depois que Adib Jatene assumiu o Ministério. Quando soube da falta de registro, o ministro resolveu o problema em duas semanas. Simultaneamente, o nosso projeto, que estava engavetado na Ceme, teve os seus recursos liberados. Esse apoio nos permitiu completar os estudos de transposição de escala. Hoje, produzimos 150 quilos e já temos possibilidade de atender toda a demanda brasileira, pelo menos no que se refere aos indivíduos

patente (ver: 'AZT brasileiro é mais barato').

Se o Brasil reconhecesse patentes de processos e de produtos farmacêuticos, essa comercialização não teria sido possível. Limitando esse reconhecimento às patentes de processos, sim. A empresa brasileira utilizou um processo próprio para sintetizar o AZT.

O preço de um medicamento é central nessa discussão. Qualquer diferença é multiplicada pelas dimensões do mercado e dos pacientes: dez, cem mil, um milhão... Os valores em jogo são imensos e explicam pressões e resistências.

A Lei de Patentes, ora em discussão, substitui a lei

de 1971 que exige urgente atualização, estendendo-a, com cautela, aos fármacos e alimentos, produtos e processos. As regras do jogo da economia mundial o recomendam. As pressões, sempre intensas, buscam vantagens nem sempre recomendáveis. Artigos e vírgulas em um estatuto como esse significam ganhos de uns e perdas para outros.

É preciso preservar a possibilidade local de produzir drogas como o AZT por engenharia reversa. Por duas razões: uma, moderar os preços, outra garantir a capacidade industrial e tecnológica de competir em alguns segmentos, por estreitos que sejam, do nosso



O AZT da Microbiológica e o seu similar importado.

sintomáticos.

A tecnologia de síntese do AZT desenvolvida pela Microbiológica resultou num produto que atende aos mais rigorosos requisitos de qualidade. Além disto, temos conseguido reduzir, sistematicamente, o preço no atacado: o frasco que custava 78 dólares, à época do ministro Jatene, está hoje entre 65 e 68 dólares. A empresa que detém a patente comercializa o seu produto por cerca de 125 dólares. O preço de moléculas novas, como a do AZT, tem um valor agregado alto porque os detentores de patentes querem recuperar o capital investido na pesquisa e desenvolvimento dos seus produtos. Como o Brasil não reconhece patentes farmacêuticas, temos condição legal de fazer a engenharia reversa de moléculas já testadas e aprovadas, com investimentos menores."

próprio mercado.

Diferentes países, quando passaram a reconhecer patentes farmacêuticas, de início limitaram-se aos processos; cinco ou sete anos depois reconheceram produtos.

O objetivo era semelhante. Ainda haveria tempo para isso? Deve haver. É preciso lembrar que mais de 60 milhões de brasileiros necessitam de medicamentos sem ter condições de adquiri-los. O nosso não é um mercado de consumo. É mercado de doença.

O interesse público deve encontrar amparo na legislação. Produção e preços não podem ser definidos

JAIME RABI

"Temos provas escritas e circunstanciais de que, no período anterior à gestão de Adib Jatene no Ministério da Saúde, o governo Collor criou barreiras, de forma premeditada, para impedir que a Microbiológica demonstrasse a sua capacitação tecnológica. Essas barreiras institucionais, quando se antepõem a um projeto inovador, servem de proteção a vastos interesses econômicos e

são mais difíceis de transpor do que a própria barreira tecnológica.

O poder de compra do Estado, objetivando o atendimento das populações carentes, é decisivo para o desenvolvimento da tecnologia de produção farmoquímica. Este poder confere ao Ministério da Saúde, principalmente através da Ceme, um papel alavancador, na área de síntese orgânica de medicamentos, maior do que o próprio Ministério da Ciência e Tecnologia. É um poder tão grande, dado o perfil sócio-econômico brasileiro, que transforma o governo num estímulo essencial para permitir a qualquer empresa farmacêutica de base científica e tecnológica exercitar as suas tecnologias e tornar-se mais eficiente.

Por outro lado, constatamos com crescente surpresa que outras barreiras de natureza cultural e histórica são muito maiores do que pensáva-

mos. São barreiras que impedem a manifestação integral do potencial de um novo empreendimento. Elas atuam no sentido de dificultar a conquista da credibilidade interna, de exagerar os entraves burocráticos e de impedir o leigo de perceber a natureza e o alcance do conhecimento subjacente aos processos e produtos que expressam a fronteira do saber. Superá-las é fundamental para o desenvolvimento de interações éticas entre fornecedores e usuários e para ajudar o governo a compreender que sua função é servir à população em geral, e não a uma minoria de privilegiados que o manipulam. É uma tarefa que requer o enfrentamento de corporativismos hostis aos anseios da maioria e a eliminação de conflitos internos que nos impedem de atuar como sociedade organizada, empreendedora, menos dependente e mais justa.

A nossa empresa se distingue na produção do AZT porque fabrica o princípio ativo no Brasil. Este grande feito da Microbiológica nos permite competir e até disputar o mercado externo: aí reside a diferença entre a nossa empresa e as que buscam o princípio ativo no exterior. Sob o ponto de vista de alavancamento de tecnologia esta é uma diferença enorme, porque nós trabalhamos numa área específica de competência."

apenas pelo detentor da patente. Há limites na concessão do direito de exploração exclusiva do invento. Pressiona-se para que sejam aceitas patentes de produtos que já foram patenteados no exterior, mas que ainda não estão em comércio aqui ou em outros países. Trata-se de produtos que estão no *pipeline* e aguardam a oportunidade de chegar às prateleiras das farmácias.

Por vezes não se trata de patentes de moléculas de possível comercialização, mas apenas de proteção da molécula principal, de modo a impedir que produtos com princípio ativo semelhante sejam sintetizados por processos alternativos e colocados no mercado.

No caso do AZT, outras drogas com estrutura semelhante e mesma ação antiviral estão no *pipeline*. A produção local, concorrente, desses fármacos seria assim impedida.

Raramente, porém, os males que afligem as sociedades dos países do hemisfério Norte coincidem com os do Sul. Razão a mais para assegurar caminhos próprios para o desenvolvimento de drogas adequadas ao combate das doenças endêmicas dos países tropicais, como por exemplo: Chagas, leishmaniose, esquistossomose, malária, cólera. E essas, ao que tudo indica, não estão nos *pipelines*. Não são rentáveis. Com ou sem patentes, quem pagaria por esses medicamentos?

Os contrastes não terminam aqui. Há uma grande variedade de plantas com propriedades medicinais em nosso país. As culturas indígenas são ricas em receitas de produtos naturais com uso medicinal. Algumas comprovadas, outras apenas assinaladas, constituem

quiza e formação de químicos permitiram a plena exploração e industrialização desse produto natural. Em fins de 1960, o governo mexicano estabeleceu severo controle sobre a extração e produção da diosgenina, elevando significativamente o seu preço no mercado.

O resultado foi desastroso para o complexo científico industrial mexicano, excessivamente dependente do acesso à diosgenina de baixo custo. Em laboratórios de outros países foram encontradas alternativas de síntese mais baratas a partir de outras matérias-primas e do uso de modernas técnicas de fermentação microbiológica.

O exemplo indica que mesmo a plena capacitação industrial e tecnológica é insuficiente para garantir o sucesso da exploração de um produto natural. Com ou sem patentes.

Difícilmente uma legislação altera contrastes e

"É preciso preservar a possibilidade local de produzir drogas como o AZT por engenharia reversa."

patrimônio que deve ser estudado e protegido.

Também nesse território o roteiro leva a encruzilhadas: proteger a biodiversidade e os conhecimentos indígenas com as patentes ou protegê-los das patentes? Recursos financeiros e domínio das modernas biotecnologias permitem a exploração das plantas e dos produtos delas derivados. Alguns com propriedades medicinais.

A exploração dos bancos genéticos exige capacidade de industrialização e comercialização dos produtos naturais deles extraídos. Mas também capacidade de preservar o mercado, quando a síntese do mesmo produto por processos químicos estiver ao alcance dos laboratórios. Longe das plantas e dos trópicos.

A revista *Science*, de 9 de outubro de 1992, publica uma carta em que o químico de Stanford Carl Djerassi discute o futuro das drogas extraídas das plantas dos ecossistemas tropicais — insumos importantes que devem ser explorados com sabedoria, diz ele, para preservar seu valor de mercado. Há um limiar no preço dos produtos naturais a partir do qual a síntese orgânica torna-se vantajosa.

Lembra Djerassi o caso da extração da diosgenina de plantas da espécie *Dioscorea* encontradas no México. Essa descoberta, que data do final dos anos 40, deu origem, naquele país, a uma rica indústria de esteróides e hormônios. Intensos programas de pes-

conflitos. Mas talvez influa no seu roteiro. A guerra dos medicamentos continuará enquanto milhões de brasileiros não tiverem direito à saúde. Os desastres que essa tragédia revela exigem reparo.

É preciso que pelo menos as doenças que mais agredem a população brasileira encontrem tratamento com medicamentos pesquisados em nossos laboratórios e aqui produzidos, por síntese ou extração de produto natural. Com ou sem patentes, com ou apesar do Estado e das multinacionais. O exemplo do AZT mostra que isso é possível.

Como em toda tragédia, uma ação exemplar preservava a dignidade humana e muda os rumos da história. ♦



Para o empresário paulista Claudio Sonder, o reconhecimento de patentes abrirá as portas do país à inovação tecnológica e atrairá o interesse das multinacionais farmacêuticas no licenciamento de empresas brasileiras. Como diretor-presidente da Hoechst do Brasil, o empresário evita polemizar sobre o preço dos medicamentos, mas antecipa uma mudança radical no relacionamento das grandes multinacionais com as empresas brasileiras tão logo o país passe a reconhecer patentes. Engenheiro químico e economista, responsável por um faturamento de 530 milhões de dólares no ano passado, Sonder falou à *Ciência Hoje* sobre o ritmo de inovações na área farmacêutica e defendeu o ingresso da indústria brasileira na nova política 'globalizada' de investimentos em novos produtos.

Qual o valor anual do investimento da sua empresa em pesquisa e desenvolvimento?

A Hoechst gasta, anualmente, dois bilhões de dólares em pesquisa e desenvolvimento. Deste total, 45% vão para a área farmacêutica. Mesmo não sendo esta a maior área de atividades, é, de longe, a maior em pesquisa e desenvolvimento na empresa. A Hoechst situa-se no terço superior da hierarquia das empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento.

As multinacionais farmacêuticas costumam usar o alto custo do investimento em pesquisa e desenvolvimento como argumento para justificar os aumentos do preço dos medicamentos. Em quanto tempo uma empresa do porte da Hoechst consegue recuperar esse investimento?

Este é o problema principal da pesquisa na área farmacêutica. O desenvolvimento de um medicamento novo custa entre 250 e 300 milhões de dólares. A partir da descoberta, o produto leva mais ou menos dez anos para chegar ao mercado. E, a partir da introdução no mercado, leva mais dez anos até o *pay back*. O retorno não inclui só a pesquisa, mas também

Claudio Sonder: "Patentes tornarão o Brasil viável para pesquisas de multinacionais"

o investimento em equipamento de produção, em *marketing* etc. São necessários, portanto, 20 anos. Este é um problema da maior relevância na discussão da lei das patentes. O custo do desenvolvimento de um produto farmacêutico, nos últimos 20 anos, mais do que dobrou.

Por que dobrou?

Porque ficou muito mais difícil encontrar substâncias realmente novas. Atingimos um patamar tecnológico numa pirâmide, sem sabermos a que nível da pirâmide chegamos. No entanto, uma série de doenças continua sem cura, como é o caso da doença de Alzheimer, da Aids e da esclerose múltipla. Com isto eu quero dizer que não vejo, a nível mundial, uma escassez de produtos, embora veja o custo do investimento em pesquisa crescer. Mas, repito, não acredito que já torçamos a nossa toalha a ponto de não sair mais água alguma.

Abreviar o tempo gasto em pesquisa e desenvolvimento seria uma forma de acelerar o retorno do investimento?

Atribuímos grande importância a esta questão. As entidades mundiais, seja o departamento de controle de medicamentos da Alemanha, seja o FDA nos Estados Unidos, atuam com grande responsabilidade e levam muito tempo para liberar os produtos. O nosso esforço para abreviar, por maior que seja, não resultará, necessaria-

mente, num prazo significativamente menor.

Mas, ainda assim, o ritmo inovativo, hoje, é muito baixo. Como as empresas farmacêuticas justificam o alto lucro com um ritmo inovativo tão baixo?

Hoje, temos que ver as coisas de modo um pouco diferente. A inovação ficou totalmente globalizada. A própria Hoechst, no começo dos anos 80, decidiu investir parte do seu orçamento de pesquisa e desenvolvimento na Universidade de Harvard, porque o ritmo de inovação na Alemanha já não era igual ao dos Estados Unidos. Depois, passamos a desenvolver novas substâncias farmacêuticas no Japão, país que trabalha com o conceito duplo de incrementar a sua própria indústria e de também licenciar fora dos seus limites. Aqui no Brasil, estamos desenvolvendo produtos de licenciadores japoneses. Também os alemães, norte-americanos, franceses e outros trabalham em colaboração muito estreita. A nível mundial, a curva de inovação continua praticamente a mesma registrada na Europa até meados dos anos 70, começo dos anos 80. Mas tão importante quanto inovar é obter condições físicas para isso. A maioria das empresas, hoje, faz *joint ventures* para o lançamento de produtos, procurando otimizar as suas instalações industriais e unidades de comercialização.

Os códigos de patentes europeus são cautelosos. Eles não reconhecem, por exemplo, o pipeline, nem o patenteamento de seres vivos — duas objeções compartilhadas pelos cientistas brasileiros nas posições representadas pela SBPC. Estas objeções são, porém, criticadas como pouco modernas pelas multinacionais farmacêuticas. Seriam os europeus tão retrógrados quanto os brasileiros?

O problema brasileiro é acelerar o ritmo de inovações na área farmacêutica. Precisamos desenvolver a inovação nos laboratórios locais e promover a integração entre a universidade e a indústria. Mas é necessário proteger esse potencial de desenvolvimento tecnológico com patentes, como se faz a nível mundial, e trazer tecnologias para cá. Achemos que o cientista brasileiro está tão interessado em proteger a sua patente como está aquela empresa que traz a sua valiosa patente para o Brasil.

Proteger patentes significaria atrair pesquisa e desenvolvimento para este país?

Eu acredito que sim. O potencial do cientista brasileiro tem de ser usado de maneira mais efetiva. Do jeito que as coisas estão, se reunirmos uma equipe de cientistas brasileiros e alemães e trouxermos aqui os nossos especialistas para desenvolver um determinado produto, não nos sentiremos à vontade para transferir tecnologia sem temer que essa tecnologia venha a ser utilizada por terceiros. Esta visão será totalmente diferente no dia em que o Brasil tiver um sistema de proteção às patentes. Eu vi isto acontecer no Japão e na Itália. No Japão, temos a maior unidade de pesquisa da Hoechst fora da Alemanha, com 70 Phds.

Outras multinacionais farmacêuticas compartilham esta visão?

Eu não tenho dúvida de que é uma visão compartilhada por outras grandes empresas farmacêuticas.

O monopólio trazido pelas patentes não seria um passo na direção contrária?

Não, acredito que a colaboração tende a aumentar. Cada vez mais as empresas farmacêuticas estão usando os mercados de maneira bi ou tripartite. Mais e mais empresas estão *cross-licensing* produtos. Hoje nós recorremos a empresas estrangeiras quando queremos comercializar em dois canais. Havendo proteção, iremos procurar a melhor empresa do mercado para licenciar o nosso produto e tentar melhorar as condições de sua distribuição. Eu não vejo no mercado farmacêutico de hoje as preocupações com o monopólio.

A indústria farmacêutica brasileira é desnacionalizada, dependente de matérias-primas e carente de tecnologia para inovações. De que maneira uma lei de patentes alteraria este quadro?

Eu acredito — e isto tenho ouvido também de empresários nacionais do setor farmacêutico — que a lei terá três conseqüências. Primeiro, o Brasil vai se tornar um país viável para pesquisas locais de empresas multinacionais. Não quero dizer que se tornará um pólo, apenas que se tornará viável. Segundo, as empresas nacionais também poderão lançar produtos modernos, através do licenciamento de patentes reconhecidas. Terceiro e mais importante: o diálogo com o governo ficará mais aberto, sem a divisão entre críticos e criticados que se observa hoje. Teremos que encontrar um denominador comum. Isto é importantíssimo para otimizar a interface da indústria farmacêutica com o governo. Independentemente da equação de preços, já avançamos conceitualmente no sentido de buscarmos um caminho para o suprimento de medicamentos essenciais. Este caminho vai requerer uma Ceme atuante, líquida do ponto de vista financeiro e em condições, eventualmente, de comprar produtos prontos para repassá-los à população, a preço de custo. É fundamen-

tal, também, que os hospitais do sistema estatal tenham liquidez para comprar, a preço de custo, os produtos não incluídos na Rename.

No seu modo de ver, por que os laboratórios brasileiros não lançam novos produtos?

De fato, o desempenho e a filosofia da indústria farmacêutica brasileira não foram totalmente dirigidos a novos produtos, nos últimos anos. O que aconteceu no passado — e eu conheço essa indústria há 27 anos — foi uma desnacionalização muito forte do setor. Em muitas fases do desenvolvimento da indústria farmacêutica brasileira, as empresas multidivisionais estrangeiras tiveram possibilidades de sobrevivência que as mono ou unidivisionais não tiveram. E, para concorrer no mercado, as empresas nacionais tiveram que enfrentar condições não muito fáceis, principalmente nas áreas de pesquisa e desenvolvimento. Na nossa maneira de ver, a falta do reconhecimento de patentes impediu o licenciamento a empresas brasileiras. Este é um dos pontos que tornam a lei de patentes importante também para as empresas deste país. Sem o reconhecimento de patentes, não houve abertura de tecnologia para terceiros na área farmacêutica. Nesta situação, era inevitável que surgissem cópias de todos os lados.

As cópias não seriam uma etapa necessária ao desenvolvimento de processos próprios, nacionais, como aconteceu com o AZT brasileiro?

Conheço muito pouco o caso do AZT brasileiro para me pronunciar a respeito. Mas se nada aconteceu aqui antes, nos últimos 40 anos, por que haveria de acontecer de agora em diante? Acho que chegamos ao ponto de não poder mais dissociar patente de processos de patente de produtos. Outros países foram por etapas, mas o Brasil, infelizmente, perdeu muito tempo, sem levar essa discussão a bom termo, e já não pode mais seguir o exemplo. ♦

Das plantas medicinais aos fármacos naturais



Otto Gottlieb

*Departamento de Fisiologia e Farmacodinâmica/Fiocruz,
Instituto de Química,
Universidade de São Paulo.*

Maria Auxiliadora Kaplan

*Centro de Ciências da Saúde,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

No mundo inteiro, manifesta-se uma clara tendência a substituir o misticismo tradicionalista pelo racionalismo científico.

Uma estreita relação entre o homem e as plantas consideradas curativas sempre existiu em todas as fases de desenvolvimento das várias civilizações. Provavelmente a tendência a utilizar plantas para tratamento dos seus males é inata no homem, como em outros animais. Estudos realizados na Tanzânia, com chimpanzés, verificaram que esses primatas deglutem em jejum folhas de certas plantas que os livram de vermes intestinais; e arqueólogos encontraram em túmulos pré-históricos sementes de plantas tidas como medicinais. Até hoje os povos primitivos mantêm curandeiros cujas práticas envolvem manipulação de plantas ou produtos derivados de vegetais. Nos dias atuais assiste-se a um fenômeno tanto mais surpreendente quanto dele nem mesmo escapam as populações mais industrializadas: a intensificação do uso de plantas para fins medicinais. Questões de ordem socioeconômica, de um lado, e o desconhecimento científico, de outro, explicam este fato.

As razões socioeconômicas para a substituição de fármacos industrializados por plantas são bem conhecidas. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% da humanidade não têm acesso à medicina ocidental, seja por habitar longe dos centros urbanos, seja por não poder pagar um tratamento moderno. Talvez por influência dessa estatística, diversos órgãos governamentais insistem já há algum tempo em difundir o uso direto de plantas para fins curativos, através de uma propaganda que ressalta a necessidade de "uma medicina alternativa para as populações carentes". É lamentável que ainda exista alguém incapaz de perceber que a doença é uma só e, portanto, que seu combate deve ter o mesmo custo para o pobre e para o rico.

Com respeito ao desconhecimento científico, nunca é demais enfatizar que uma substância pura não apresenta diferenças, mesmo do ponto de sua bioatividade, se o processo de preparação é por síntese em laboratório ou por extração da planta. Qualquer pessoa com um conhecimento elementar de química não se deixa enganar por uma propaganda comercial que apregoa as vantagens de um produto "100% natural".

O cientista russo Semenov relacionou, em ordem de citotoxicidade decrescente, um bom número de substâncias que permaneciam bioativas ainda numa diluição 10^{-8} M (presentes, portanto, numa ínfima quantidade de solução aquosa). Resultado: as 36 primeiras são substâncias naturais, isto é, existem em plantas ou em animais.

Os norte-americanos Rosenkranz e Klopman, comparando a atividade carcinogênica de centenas de substâncias, não encontraram diferença significativa entre as sintéticas e as naturais: aproximadamente 40% de cada um dos dois grupos se mostraram ativas.

Estes exemplos indicam que só há um caminho para averiguar e minimizar os efeitos colaterais de produtos naturais bioativos: extraí-los das plantas, purificá-los, submetê-los a rigorosos e exaustivos testes farmacológicos e tentar otimizar a sua ação, tornando-os mais potentes e menos tóxicos por meio da derivação química. Foi desta forma que se obteve o vastíssimo número de fármacos naturais que, ao lado dos sintéticos, chegam às prateleiras das farmácias, em composição e dosagem indicadas, embalagens higiênicas e prazo de validade estipulado, condizentes com a estabilidade do princípio ativo dos seus componentes, tudo isso sujeito ao controle do Serviço de Fiscalização da Medicina. O receituário moderno envolve exclusivamente produtos bem definidos porque o médico teve seu treinamento voltado para a aplicação de

Plantas medicinais ameríndias

Berta G. Ribeiro

Departamento de Antropologia,

Museu Nacional/UFRJ.

Não menos importantes do que as plantas alimentícias, herdadas pela humanidade, são as plantas medicinais que os índios nos legaram. E não só as plantas, como também secreções e venenos de animais usados para curar doenças. Entre estes, a descoberta mais recente parece ser a secreção de um pequeno sapo (*Phyllomedusa bicolor*) que os índios Mayorúna usam como magia de caça e que poderá resultar num fármaco sintético para combater a depressão e, possivelmente, a doença de Alzheimer, segundo comunicação de Katherine Milton, da Universidade de Berkeley, Califórnia.

Em *Botânica Econômica Brasileira*, Walter B. Mors e Carlos T. Rizzini enumeram plantas ameríndias cujos efeitos terapêuticos foram comprovados pela medicina ocidental (ver 'Plantas medicinais', em *Ciência Hoje* nº 3). Claude Lévi-Strauss, em 'O uso de plantas silvestres da América do Sul Tropical', ensaio publicado no volume *Etnobiologia*, da *Suma Etnológica Brasileira*, afirma que os povos americanos possuíam todos os remédios necessários à cura de suas enfermidades. Faltaram-lhes medicamentos para a cura de doenças alienígenas, introduzidas pelo homem branco, que lhes têm sido fatais.

Parte do elenco fitoterápico brasileiro foi divulgada por Guilherme Piso e George Marcgrave, botânicos holandeses que estiveram no Nordeste no século XVII, a serviço de Maurício de Nassau. Agentes biologicamente ativos encontram-se em inúmeras outras plantas, ainda não testadas, e que poderiam trazer benefícios incomensuráveis no campo da saúde. As espécies que se

seguem são algumas das plantas mais comumente citadas.

A ipecacuanha (*Cephaelis ipecacuanha*, família das rubiáceas), quase extinta devido à coleta intensiva, é um poderoso emético e, em doses menores, expectorante, empregada no combate às desenterias amebianas e outras doenças intestinais. O jaborandi (*Pilocarpus* spp., família das rutáceas) é usado na cura do glaucoma e outras enfermidades oftálmicas. Tanto a ipecacuanha quanto o jaborandi são exportados como matéria-prima para laboratórios estrangeiros e reimportados na forma de alcalóides sintéticos.

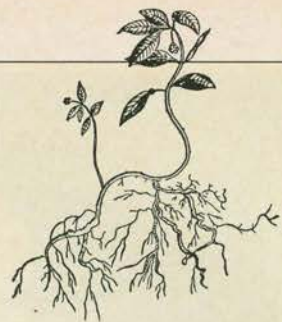
Substâncias curarizantes são obtidas de plantas de três gêneros da família das menispermáceas e de certas espécies do gênero *Strychnos*, da família das loganiáceas. Os índios utilizam o curare na caça arborícola (cuja carne pode ser consumida) porque, causando paralisia muscular, determina a queda da presa. A medicina ocidental extrai das mencionadas espécies a d-tubocurarina para obter efeitos curarizantes nas operações do músculo cardíaco ou naquelas que exigem relaxamento muscular profundo, bem como no tratamento do tétano e de doenças nervosas.

Entre as plantas com propriedades depurativas do sangue, cita-se a taiuiá (*Trianosperma tayuya*) ou abobrinha-do-mato, da família das cucurbitáceas, empregada como remédio contra a sífilis. Propriedades terapêuticas semelhantes são atribuídas à salsaparrilha ou japacanga (*Smilax officinalis*, família das liláceas), cujas raízes e frutos são usados como diuréticos e febrífugos. Atualmente seu emprego se concentra no preparo de refrigerantes.

Para combater a verminose, os índios empregam a resina de espécies nativas do gênero *Ficus* (*F. doliaria* e outras), da família das moráceas, conhecidas popularmente como gameleira branca ou figueira brava. Outro vermífugo é extraído das erva-de-santa-maria ou mastruço (*Chenopodium ambrosioides*, família das quenopodiáceas). Erva adstringente, que contrai os vasos sanguíneos, é o cambará, ou camará (*Lanthania camara*, família das verbenáceas). É usada na medicina caseira e homeopática para tratamento do reumatismo, entre outras indicações. A quinina, alcalóide extraído da casca das quinas (plantas do gênero *Chinchona*, família das rubiáceas), foi o único antimalárico disponível até os anos 30. Foi substituído por um derivado, a cloroquina, extraída da *Chinchona calisaya*, em conjugação com medicamentos sintéticos.

Como antídoto para picadas de cobras peçonhentas, os índios usam, entre outros tratamentos, uma pasta de raízes aplicada no local da picada e bebem o chá das raízes de caiaipá (*Dorstenia brasiliensis*, família das moráceas). Curam picada de escorpião com uma infusão da planta *Urena caracasana* (malvácea).

Efeitos contraceptivos são obtidos, de acordo com o botânico norte-americano Ghilleen Prance, com uma beerragem da trepadeira *Curarea tecunarium*, da família das menispermáceas. Anestésicos são extraídos da folha da coca (*Erythroxylum coca*, família das eritroxiláceas), que os índios usam também como estimulante da clarividência.



A ipecacuanha, divulgada por Guilherme Piso, naturalista integrante da missão científica de Maurício de Nassau.



A planta dita medicinal chega ao usuário sem informação que permita prever seus eventuais efeitos colaterais.

substâncias industrializadas. Sintéticas ou de origem natural, elas são descritas em vários tratados e catálogos que informam seus efeitos benéficos e colaterais.

Em princípio, nada ainda haveria a objetar ao receituário de plantas integrais ou de seus extratos brutos, desde que se tratasse de produtos obtidos sob rigoroso controle. Quanto ao material vegetal, esse controle diz respeito à plantação de linhagens puras, forma de coleta, armazenamento e pré-tratamento adequados; com respeito à droga, requer extração padronizada, estabilização duradoura e acondicionamento higiênico, acompanhando-se cada estágio desse processo, lote por lote, de análises químicas e bacteriológicas apropriadas. Assim, o produto final chega ao paciente com sua composição garantida, atestada na bula, razão do extraordinário sucesso da fitoterapia em alguns dos principais países europeus.

No Brasil, a situação muda dramaticamente de figura. A prática da medicina tradicional em pequenas comunidades étnicas ou sociais induz o consumidor a tomar um produto por boa-fé, sem saber se existem nele princípios benéficos ou nocivos. Sem dúvida, a confiança num produto cujo uso foi benéfico para outros membros do grupo é um importante ingrediente — talvez o mais importante — do tratamento: a influência da fé no medicamento constitui o chamado 'efeito placebo'. Por isso, um placebo poderia, com frequência, fazer o mesmo efeito que um produto farmacêutico.

A maior evidência da virtual inocuidade (no melhor

dos casos) dos produtos 'naturais' é que eles continuam restritos às suas áreas de origem e jamais se tornam de uso universal. Em geral, entretanto, a planta dita medicinal chega às mãos do usuário despojada de qualquer informação fidedigna: há desconhecimento total da época da coleta, do especialista (se foi um especialista) que a colheu, dos cuidados tomados durante os processos de armazenamento, secagem e moagem, da ausência de contaminação por fungos e outros microrganismos. Tudo isso torna impossível a previsão de eventuais efeitos colaterais que a planta possa provocar.

Uma planta não é uma fábrica montada especificamente para uma determinada produção. É um ser vivo que está sujeito a estresse por fatores ambientais variáveis, como fertilidade do solo, umidade, radiação solar, vento, temperatura, herbivoria, biota associada, poluição atmosférica e do solo. Além da fase do seu ciclo vegetativo por ocasião da coleta, esses e outros fatores ainda mais sutis podem influenciar e alterar a composição química do vegetal.

A adaptação a condições ambientais tão variáveis e freqüentemente adversas faz com que todas as plantas sejam algo tóxicas. A produção de um arsenal químico pelo reino vegetal pode não ter sido a razão primária que propiciou a biossíntese dessas toxinas mas é seguramente a razão de sua sobrevivência na natureza, conforme atesta o velho aforismo: animais agem, plantas produzem. Os animais se defendem pelo comportamento, as plantas, incapazes de fugir, se defendem pelo quimismo. Se as plantas que usamos como alimento são praticamente inócuas é porque o agricultor, por seleção genética, há muito eliminou a maior parte da sua carga original tóxica. Por isso, como se sabe, elas não sobrevivem sem a constante proteção humana.

É curioso que hoje se tente devolver a esses cultivares um certo grau de agressividade química, por meio da engenharia genética, para que adquiram maior resistência a agentes de infecção, ervas daninhas e pragas. Ao mesmo tempo, deve-se lembrar que algumas defesas químicas vegetais envolvem substâncias carcinogênicas naturais. Portanto, é concebível prever que com esse processo surgirão plantas cultiváveis sem aplicação de praguicidas, porém, mortíferas.

Além da variabilidade da composição química vegetal, é preciso lembrar a complexidade das plantas. Um único órgão pode conter grande número (centenas ou milhares) de substâncias distintas, pertencentes a diferentes classes químicas, das quais, quase sempre, apenas umas poucas são conhecidas do ponto de vista de sua estrutura química e atividade farmacológica. De que natureza serão as suas outras substâncias? Serão elas ativadoras ou inibidoras dos princípios ativos? Serão inócuas ou tóxicas? Essas perguntas só podem

ser respondidas através de investigação científica empreendida por uma equipe integrada por médicos, botânicos, fisiologistas, químicos, farmacólogos, etnobiólogos, toxicólogos, ecólogos e fitoterapeutas, e escapam às possibilidades de apreciação de cada um desses especialistas em separado. Por isso, o colossal esforço realizado no país nas últimas quatro ou cinco décadas, que resultou em milhares de comunicações científicas, pouco ou nada contribuiu para a melhoria do estado de saúde da população através das plantas.

Complexidade não se desvenda por empirismo

Não obstante essa dura realidade sobre o uso de plantas medicinais no Brasil, a OMS continua a sonhar com o uso direto de medicamentos vegetais. Seu programa de medicina tradicional inicia-se com a exclusão de "constituintes de plantas isolados e quimicamente definidos" e termina com a seguinte recomendação: "Para regulamentar e fiscalizar com eficiência os medicamentos vegetais que são objeto de comércio internacional, deve existir uma relação estreita com as instituições nacionais correspondentes, capazes de inspecionar periodicamente todos os aspectos de sua produção e a sua eficácia, toxidez, inocuidade, aceitabilidade, custo e valor relativo, em comparação com outros medicamentos utilizados em medicina moderna". Ora, a implementação de um tal sistema é evidentemente impraticável no mundo de hoje e põe em dúvida a seriedade do programa como um todo.

Para o Brasil, possuidor de uma riquíssima flora potencialmente medicinal, esse inexequível programa da OMS é um verdadeiro drama, pois fortalece a tendência dos responsáveis pela saúde pública a recomendar o uso de plantas medicinais com validação mínima. De fato, a recomendação da 31ª Assembléia da OMS aos países membros, para que desenvolvessem pesquisas visando a utilização da flora medicinal com propósito terapêutico, foi logo aceita pelo Ministério da Saúde, que baixou as Diretrizes e Prioridades de Investigação em Saúde (Portaria nº 212, 11/9/81), incluindo o estudo de plantas medicinais. Em 1988, a Comissão Interministerial de Planejamento e Coordenação (Ciplan) resolveu implantar a fitoterapia como prática oficial de medicina nos serviços de saúde, em caráter complementar mas buscando sua inclusão no Sistema Unificado e Descentralizado de Saúde, depois denominado Sistema Único de Saúde (SUS). Esta decisão condiciona o uso de plantas medicinais a um estudo aprofundado do ponto de vista da fitotécnica, taxonomia, antropologia, farmacologia e química. Boas intenções com vagas esperanças de êxito.

Não é o exemplo empírico da OMS que vale a pena adotar no país, e sim o exemplo prático da China. Esse país, bem mais pobre em espécies vegetais que o Brasil, mantém há anos vários institutos de matéria

médica. O maior deles congrega 20 professores-titulares, 60 professores-associados, 65 pesquisadores, 75 pesquisadores-associados, 135 técnicos, 60 estudantes de pós-graduação e 185 funcionários administrativos em um programa coordenado com os seguintes objetivos gerais: investigação da medicina tradicional e popular; isolamento e caracterização de princípios ativos; transformação química de tais princípios; desenvolvimento de novos métodos e de novas drogas; estudo da relação estrutura/atividade e dos mecanismos de ação de drogas; operação de fábricas-piloto para a produção de fármacos.

Cada um desses institutos leva os remédios da fonte vegetal, através da substância bioativa, até o balcão da farmácia. Assim, compreende-se por que a população chinesa utiliza principalmente remédios derivados de plantas nativas, enquanto a parte pobre da população brasileira continua a tradução pré-histórica mística do uso direto de plantas ditas medicinais e a minoria rica serve-se de remédios internacionais.

Guardadas as devidas proporções, o Brasil estaria apto a adaptar com facilidade esse sistema da China a vários institutos de saúde. Mas já que não o fez até agora, seria bom que se apressasse. Várias instituições mundiais há anos vêm buscando plantas, inclusive no Brasil, para seus estudos. A não ser que as autoridades das áreas de saúde, ciência e tecnologia comecem a agir com presteza, tudo o que nos restará no futuro será protestar contra as patentes registradas.

Sugestões para leitura

- GOTTLIEB, O.R. 'Ethnopharmacology versus chemosystematics in the search of biologically active principles in plants', *J. Ethnopharm.*, nº 2, vol. 6, pp. 227-238, 1982.
- , 'Only science will reveal the full potentialities of medicinal plants', *World Health Forum*, nº 1, vol. 3, pp. 14-16, 1982.
- e KAPLAN M.A.C., 'Amazônia: tesouro químico a preservar', *Ciência Hoje* nº 61, vol. 11, pp. 17-10, 1990.
- KAPLAN, M.A.C. e GOTTLIEB, O. R. 'Busca racional de princípios ativos em plantas', *Interciência*, nº 1, vol. 15, pp.26-29, 1990.
- GOTTLIEB, O. R. e STEFANELLO, M. E. A. 'Comparative ethnopharmacology: a rational method for the search of bioactive compounds in plants', *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, nº 1, vol. 63, pp. 29-31, 1991.
- KAPLAN M. A. C. e GOTTLIEB, O. R. 'Extratários: a alternativa mais viável para preservar a composição química das plantas', *Tribuna Farmacêutica* (Curitiba), nº 1, 2 e 3, vol. 57/58, 1991.
- GOTTLIEB, O. R., BORIN M. R. e BOSÍLIO B. 'Chemosystematic clues for the choice of medicine and food plants in Amazonia', *J. Ethnopharm.*, nº 38, 1993.

O farmacêutico: do boticário ao desconhecido



As Escolas de Farmácia, no Brasil, nasceram junto com as Escolas de Medicina, numa época em que o médico dependia do farmacêutico profissional para aprender e aprofundar-se no que era conhecido por 'arte de formular'. Ao farmacêutico cabia acompanhar e entender tudo o que dissesse respeito a medicamentos – ou seja, todo o âmbito das substâncias que alterassem funções no organismo (as chamadas drogas). Os primeiros cursos de farmácia já se orientavam no sentido de formar profissionais capazes de pesquisar e compreender tanto a natureza química das drogas como as suas ações e aplicações. Nestas duas vertentes se incluíam informações sobre a obtenção de substâncias químicas através de síntese em laboratório, o estudo do corpo humano e o tratamento dos seus problemas por meio de drogas ou fármacos. Mas, em seu tronco principal, os cursos de farmácia sempre objetivaram capacitar profissionais a procurar e produzir as mais eficientes formas farmacêuticas para o organismo.

Em que pese a permanência dos objetivos que orientaram a formação do farmacêutico, a sua atividade profissional sofreu deturpações ao longo dos anos. No início do século, o farmacêutico ainda era o 'boticário' que criava e produzia fórmulas em seu próprio estabelecimento, a farmácia ou botica. Ele se integrava ativamente na vida de pequenas comunidades e, como tal, era detentor da mesma confiança depositada pela população no médico, no dentista ou no hospital da localidade onde exercia a profissão. Nas últimas décadas, porém, o farmacêutico afastou-se gradativamente do seu ambiente de trabalho original. Em lugar das farmácias, que produzem fórmulas, começaram a aparecer as drogarias, dedicadas à venda de medicamentos industrializados. E não demorou a surgir o cartel das drogarias, a exemplo do cartel da indústria farmacêutica. Aos poucos, os donos do negócio foram se sentindo à vontade para produzir e vender, a preços aviltantes, até medicamentos desnecessários.

Paradoxalmente, os cursos de farmácia cresceram exageradamente na década passada (só o Estado de São Paulo forma cerca de 1.500 profissionais por ano). Ao mesmo tempo, ganhou relevância a dicotomia entre o auxiliar de farmácia e o farmacêutico – uma circunstância que, considerados os interesses comerciais em jogo, pode evoluir ao extremo da contradição de tornar dispensável, na prática, a presença do

farmacêutico nas farmácias. Hoje, balconistas de jaleco, sem formação técnica, já ocupam o espaço do farmacêutico no balcão de muitas farmácias e drogarias. Não é de se estranhar que tais estabelecimentos tenham se tornado palco de práticas condenáveis pela ética profissional.

A ausência do farmacêutico permite a quem quer que esteja no balcão assumir a prerrogativa de oferecer, recomendar, sugerir e empurrar ao consumidor incauto o que quer que esteja na prateleira. A popular 'empurroterapia', uma prática que cresce na mesma proporção do alargamento do espaço dos balconistas, ocorre nas mais variadas formas, não raro estimulada pelos próprios fabricantes. Uma delas consiste em convencer o consumidor a levar para casa certos medicamentos 'bonificados', os chamados BO, que rendem ao dono do estabelecimento, para cada produto comprado, mais dois ou três da mesma espécie. Muitas vezes o desempenho do balconista é recompensado por laboratórios inescrupulosos com canetas, relógios, televisores e outros brindes. Há casos em que o balconista coleciona rótulos dos produtos vendidos para concorrer, depois, a uma espécie de loteria de prêmios. "Os laboratórios de pouca qualidade técnica têm associações espúrias com as farmácias", adverte o presidente da Sociedade Brasileira de Vigilância de Medicamentos, Elisaldo Carlini, da Escola Paulista de Medicina. As farmácias, diz, só podem ter 35% de lucro sobre o preço de custo do produto, mas muitas são obsequiadas com 'dúzias' de 18 ou 24 e subfaturam a encomenda com notas fiscais de 12. "O que passa é lucro", denuncia o farmacologista.

Um levantamento do Conselho Regional de Farmácia de São Paulo encontrou casos absurdos de balconistas que vendem produtos para aborto caseiro e prescrevem psicotrópicos para dependentes de drogas. Por falta de controle, há casos de balconistas que receptam roubos de psicotrópicos, obviamente sem o consentimento do farmacêutico, e outros de conluio com médicos, para prescrição de receitas fraudulentas. "Aí reside um grande risco para o profissional que, ausente do estabelecimento, acaba por se envolver, inadvertidamente, em problemas de ordem sanitária, legal e até penal", disse a presidente do Conselho, Elaine Gandolfi.

Admirável mundo novo?

Novas tecnologias de fecundação geram problemas éticos.

Ao longo dos séculos, um sem-número de casais viveu o drama de não poder ter filhos. Hoje, novas e caras tecnologias de reprodução humana permitem a solução desse impasse, mas põem a sociedade diante de problemas de ética graves e inéditos.

Entre as estratégias usadas, a mais perturbadora é talvez a que introduz no processo de reprodução uma terceira pessoa: a 'mãe de aluguel'. O problema veio à tona com o caso "Baby M". Tudo começou quando Elizabeth Stern, médica de 41 anos, e William Stern, bioquímico de 40, foram ao Centro de Infertilidade de Nova York e lá escolheram Mary Beth Whitehead, uma dona de casa de 29 anos, casada e mãe de dois filhos, para gestar um filho em lugar de Elizabeth. Por contrato, Mary comprometeu-se a receber espermatozoides de William por inseminação artificial, gestar a criança e entregá-la ao casal Stern, para adoção. Além de ter pagas todas as despesas de gravidez e parto, receberia dez mil dólares.

Em 27 de março de 1987, Mary deu à luz uma menina e, alguns dias depois, comunicou aos Stern que resolvera ficar com ela. A Justiça fez valer o contrato e entregou a criança aos Stern. Embora fosse a mãe biológica, tendo a menina sido concebida de um óvulo seu, Mary foi considerada 'mãe substituta', expressão que a imprensa brasileira substituiu por 'mãe de aluguel'.

Por que uma mulher se dispõe a gestar um filho para outra? Por dinheiro, parece ser a resposta óbvia. Na época de "Baby M", os centros de infertilidade dos EUA cobravam 25 mil dólares para agenciar uma mãe substituta. Os contratos firmados entre as partes rezavam, entre outras coisas, que a gravidez interrompida por

aborto antes do quinto mês não seria paga; se o aborto ocorresse depois do quinto mês ou a criança nascesse morta seriam pagos mil dólares; pelo bebê perfeito a mãe substituta ganharia dez mil dólares.

Simples venda de bebês? Shanon Boff, ela própria mãe substituta, contesta: "Dar um bebê para alguém é tão nobre como dar um rim a quem precisa de um." A questão é que contratos como o acima mencionado não são de doação. E bebês não são órgãos.

**Se o aborto ocorresse depois do quinto mês
ou a criança nascesse morta
seriam pagos mil dólares;
pelo bebê perfeito, a mãe substituta
ganharia dez mil dólares...**

Para outros, trata-se de mero aluguel do útero. Mas será mesmo possível alugar um órgão, ou parte do corpo? Afinal, se é no útero que o bebê se forma, a gravidez envolve o organismo todo, ocasionando alterações fisiológicas e psíquicas e podendo até desencadear patologias.

Outros ainda reduzem as mães substitutas a prostitutas. Mas como afirmar que só o dinheiro as move? Há, inclusive, mulheres que se dispõem a gestar uma criança e entregá-la a um casal estéril por razões puramente altruísticas. Mães que gestam embriões para filhas estéreis, ou uma irmã para a outra.

O dramático na situação da mãe substituta é que ninguém – nem ela própria – pode prever o que irá sentir quando da entrega do bebê, ou depois. Se algumas se acomodam, outras se vêem tomadas por inesperado sentimento de perda, que pode ser duradouro. A rivalidade entre as duas 'mães' pode ser um complicador adicional. Elizabeth Kane, uma das primeiras mães substitutas de que se

tem notícia, acha que essas mulheres precisam ser mais bem protegidas pela lei. Segundo ela, deveriam ter, logo após o parto, o direito de optar por ficar com a criança, e, caso decidissem entregá-la, receber aconselhamento psicológico: "Uma mulher precisa poder conversar com alguém e dizer: 'Sinto saudade do meu nenê.' Precisei reprimir esse sentimento durante anos."

Se alguns reclamam leis de proteção à mãe substituta, há quem pense que essa forma de procriação deveria ser pura e simplesmente proibida. Outros rebatem, argumentando que a proibição teria por único resultado o florescimento de um mercado negro de bebês. Mas também isto é discutível: a existência de um comércio é justificativa suficiente para sua legalização?

Nos EUA, muitos estados estão legislando sobre esta questão. A tendência geral é dar à mãe substituta o direito de ficar com a criança, se ela assim o desejar. Mas as questões a resolver são muitas. Deve haver pagamento? Se não houver, quem se disporá a gestar um filho para outrem? E se o casal que encomendou a criança morrer antes de recebê-la?

Esta polêmica pode parecer descabida num país como o nosso, com seus graves problemas sociais. Autores de países desenvolvidos começam, porém, a expressar o temor de que mulheres pobres do Terceiro Mundo possam vir a se tornar incubadoras para casais ricos que não possam ou não queiram ter os próprios filhos. A preocupação procede, sobretudo se as leis norte-americanas se tornarem muito rigorosas. Nesse caso, o Brasil seria excelente opção para quem procura uma mãe substituta: temos etnia variada, centros médicos avançados e preços módicos, para quem dispõe de moeda forte. Para completar, não temos legislação específi-

ca sobre a questão.

O Código Brasileiro de Ética Médica estabelece, em seu artigo 68: "É vedado ao médico praticar fecundação artificial sem que os participantes estejam de inteiro acordo e devidamente esclarecidos sobre o procedimento." No artigo 43, o mesmo código define: "É vedado ao médico descumprir legislação específica nos casos de transplante de órgãos ou tecidos, esterilização, fecundação artificial e abortamento." No tocante à fecundação, porém, não há legislação específica. Hoje a interpretação corrente é a de que só se deve fazer a inseminação homóloga ou matrimonial, isto é, aquela em que a mulher recebe o sêmen do marido. Há quem julgue, contudo, que qualquer tipo de fecundação – inclusive a extramarital – pode ser realizada, desde que respeitado o disposto no artigo 68, ou seja, "que os participantes estejam de acordo e devidamente esclarecidos sobre o procedimento".

As autoridades religiosas que já se pronunciaram sobre o assunto são contra o uso da mãe substituta como forma alternativa de procriação. A Igreja Católica, que condena a inseminação artificial fora do casamento, vê nesse recurso uma violação do casal, concebido por ela como uma unidade biológica. E no entanto, já no Gênese, o primeiro livro da Bíblia, vemos que Sara, mulher de Abraão, temendo não poder ter filhos, pediu ao marido que engravidasse uma serva egípcia, Hagar. Foi assim que nasceu Ismael.

Cabe aqui uma pergunta: que tipo de mulher se dispõe, hoje, a ser mãe substituta? Sabe-se que os primeiros contratos foram feitos nos EUA por volta de 1976, através de agências que se intitulam centros de infertilidade. Quando do julgamento do caso "Baby M", havia no país cerca de 12 desses centros. Já as estatísticas sobre as mães substitutas são poucas e inexatas.

E que casais recorrem a essas agências? Mais uma vez, faltam estatísticas, mas o caso "Baby M", trouxe alguma informação. São casais que dispõem de 25 mil dólares para a transação, o que não é pouco, mesmo para americanos. São tam-

bém, segundo os registros desses centros, casais estéreis. Nem sempre, porém: a própria Elizabeth Stern, mãe adotiva do "Baby M", não era estéril – sofria uma forma clínica branda de esclerose múltipla, segundo diagnóstico feito por ela mesma. O fato é que não queria engravidar.

Se até o momento são quase exclusivamente casais abastados e estéreis que compram bebês, a situação pode se alterar. A mãe substituta poderia ser uma forma alternativa de reprodução, por exemplo, para homens solteiros e para casais de homossexuais masculinos que queiram ter filhos.

Vale ainda lembrar que sob o rótulo mãe substituta incluem-se duas realidades bem diversas. Muitas vezes o embrião gestado por essa mulher é produto de um óvulo dela própria, fecundado através de inseminação artificial. É ela, portanto, a

As mulheres pobres do Terceiro Mundo podem vir a se tornar incubadoras para casais ricos que não possam ou não queiram ter os próprios filhos.

mãe biológica. Por outro lado, a fertilização *in vitro* – a técnica do 'bebê de proveta' – permite implantar no útero de uma segunda mulher um embrião formado com um óvulo daquela que deseja o filho. Neste caso, a mãe substituta gesta, mas não é a mãe biológica.

A fertilização *in vitro* é uma técnica bastante segura, que já permitiu o nascimento de milhares de crianças no mundo todo. Pode ser feita com óvulos de uma mulher e espermatozoides do marido, com posterior implantação do embrião no útero dela própria, sem envolver uma mãe substituta. É este, aliás, o único uso da fertilização *in vitro* permitido no Brasil.

A técnica tem variantes, mas há dificuldades ainda não resolvidas: a coleta de óvulos exige um procedimento invasivo, pela laparoscopia ou laparotomia. Além disso, não há como conservar óvulos. Por isso colhem-se sempre vários óvulos, que devem ser imediatamente fertilizados. Em seguida implantam-se um ou mais embriões – razão por que com frequência

nascem gêmeos.

Se ainda não é possível conservar óvulos, embriões – o produto da concepção até a 12ª semana da gestação – podem ser guardados para uso futuro, isto é, para novo implante, em caso de insucesso do primeiro, ou para dar um segundo filho ao casal. Isto dá lugar a novas questões éticas: Onde começa a vida humana? Embriões têm direito à vida? Que fazer com embriões conservados que o casal não venha a usar?

O envolvimento de uma terceira pessoa no processo de reprodução humana não se restringe às 'mães de aluguel'. Há também a doação de esperma e de óvulos. A técnica da inseminação artificial por doador é antiga: foi introduzida entre as décadas de 1950 e 1960 nos EUA e provocou grande reação. Hoje existem bancos de esperma, que permitem que homens procriem depois da própria morte. A legislação norte-americana estabelece que, se uma mulher inseminada artificialmente for casada, seu marido será, para todos os efeitos, o pai da criança. Estipula ainda que o doador do

esperma deve ser mantido incógnito. Dele se conhecem apenas características gerais como idade, cor, nível intelectual etc. É possível, portanto que, no futuro, venham a existir bancos de óvulos, organizados nos mesmos moldes.

Por fim, convém lembrar que, a despeito de toda essa tecnologia da reprodução humana, ainda não se conhece meio de gestar uma criança fora do útero de uma mulher. O feto desenvolvido em laboratório ainda pertence à ficção científica. Não é difícil vislumbrar, porém, o peso dos novos dilemas éticos que esse avanço tecnológico acarretaria.

Sonia Vieira

Faculdade de Odontologia de Piracicaba,
Universidade Estadual de Campinas.

William Saad Hossne

Faculdade de Medicina de Botucatu,
Universidade Estadual Paulista.

Presidente na Academia

Itamar Franco anuncia diretrizes para a área de C&T

O Presidente Itamar Franco compareceu, no último dia 15 de março, à cerimônia de posse dos 22 novos membros da Academia Brasileira de Ciências. Em duas décadas, esta foi a primeira vez que um presidente da República visita a Academia.

Ao saudar os novos membros empossados, o presidente proferiu um discurso, que *Clência Hoje* publica na íntegra, no qual anuncia as diretrizes de seu governo na área de Ciência e Tecnologia.

Senhor Presidente da Academia Brasileira de Ciências, Professor Oscar Sala.

Permita-me manifestar meu reconhecimento pela oportunidade de fazer-me presente nesta solenidade de posse dos novos acadêmicos. Bem sei que o ensejo do ingresso dos novos membros, através do severo sufrágio secreto dos pares, é ocasião de profundo júbilo de toda a comunidade científica brasileira. É que os que chegam juntam-se à ilustre grei de cientistas patrícios que hoje — tanto quanto ao longo de quase oito décadas — vêm dando o melhor de seu talento, dedicação e integridade ao duro e exaltante afã de interrogar — e assim entender — a natureza, nela incluindo-se o homem, para assenhorear-se de leis que, desde o fundo dos tempos, vêm propiciando à espécie progresso material bem como espiritual, pois que conhecimento crescente é poder, não somente sobre a natureza bruta, de onde retira sustento essencial pela moldagem do mundo, mas também sobre a ignorância e preconceitos — as trevas da mente que a ciência vem dissipando no seu evoluir, apesar dos muitos tropeços de que tem sido pródiga a nossa história no planeta.

Eu saúdo em todos os senhores os herdeiros de um Oswaldo Cruz; de Amoroso Costa e Roquette Pinto; de Carlos Chagas e de Santos Dumont; de Mário Schenberg, Arthur Moses e de Lélío Gama, entre muitos outros saudosos e ilustres cientistas, cujas ações exemplares conformam e temperam nossa coragem e disposição para vencer o desafio de podermos transmitir, com igual dignidade, o país que eles nos legaram. A eles somos devedores de iniciativas e ações que neste século tanto marcaram a vida nacional. Basta lembrar o papel da Sociedade Brasileira de Educação, criada nesta casa, e que motivou a criação de nossas Universidades — a do Brasil, a de Minas e a do Distrito Federal — na implementação de

ideal que o descuido nacional fazia dormir desde o sonho dos inconfindentes e de José Bonifácio de Andrada e Silva, trinta anos depois daquele marco.

Nesta oportunidade cabe-me recordar que não há ciência sem respeito à verdade dos fatos, caudatários das leis naturais — do funcionamento regular da “estranha máquina do mundo” de que nos fala o poeta, cuja complexidade nos incute a humildade que é reconhecido apanágio do verdadeiro cientista. Eis porque a ciência é profundamente ética! Eis porque ela deve constituir instrumento privilegiado de educação dos moços e moças na construção de uma sociedade cuja honestidade, integridade e compaixão lhes permitam encarar, com a objetividade e clarividência requeridas, nossa terrível e preocupante realidade, para alterá-la, através do uso racional de recursos, tanto materiais quanto humanos, que o destino e esforço ingente dos nossos antepassados nos legaram.

Esses são os ideais que balizaram a trajetória dos nossos grandes mortos e que constitui o caminho trilhado pelos atuais acadêmicos, como o daqueles que ora juntam-se à casa.

Dispensar-me de mencionar os nomes ilustres daqueles que hoje constituem o corpo acadêmico, singularizando em Carlos Chagas Filho, a homenagem devida a todos. Ele é o decano distinto dos cientistas brasileiros, que, com Aristides Pacheco Leão e Maurício Matos Peixoto, dirigiram com prudência e sabedoria esta casa, nesses últimos e desafiadores trinta anos, honrando-a e conservando-a.

A sociedade brasileira é devedora da Academia, tanto quanto das sociedades científicas, por haverem mantido incólume, em circunstâncias freqüentemente adversas, os altos ideais que animaram seus fundadores. É nesse espírito que venho de

assinar o decreto que cria a Ordem Nacional do Mérito Científico, para recompensar aqueles brasileiros que tenham dado contribuição maior ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia entre nós. Essa láurea será outorgada no dia 13 de junho de cada ano, data do nascimento de José Bonifácio de Andrada e Silva, talvez o maior cientista brasileiro de todos os tempos, cuja memória desejamos, com esse ato, para sempre cultivar.

A despeito das grandes dificuldades que atravessamos, para fazer com que a ciência brasileira possa receber recursos materiais crescentes, atribuiu-se aos pesquisadores, particularmente aos jovens bolsistas, compensações condignas, vinculando definitivamente o valor das bolsas à remuneração vigente na carreira universitária.

Outrossim, determinei ao Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia que concluisse, com urgência, em articulação com onze outros ministros interessados na questão, a formulação de Projeto de Lei que cria a carreira de Pesquisador no âmbito de instituições técnico-científicas do Governo Federal, como parte do indispensável esforço de promover o reordenamento do serviço público.

Decidi reforçar prioritariamente o setor de ciência e tecnologia, juntamente com os de meio ambiente, saúde e segurança — que se encontram todos criticamente afetados, seja pela recessão, seja por políticas equivocadas — com recursos provenientes da privatização em curso das empresas estatais.

Caros cientistas

Como se sabe, as tecnologias portadoras do futuro são hoje caras e freqüentemente inacessíveis; sua utilização, ao contrário do que prevaleceu antes desse marco, está cada vez mais a exigir mão de obra melhor qualificada; a inteligência e a informação permeiam o novo ambiente industrial. Aos fatores de produção tradicionais agrega-se a vertiginosa capacidade de produção, aliada à flexibilidade propiciada pelo uso intensivo da informática. A indispensável retomada do nosso crescimento exige, além de urgentes medidas saneadoras da economia, a participação intensa e extensa da inteligência brasileira, particularmente de sua comunidade

científica e tecnológica, que muito poderá contribuir para a redução das imensas desigualdades regionais e de renda que afetam a nossa pátria.

Ao proceder à reforma administrativa do Governo, propus ao Congresso Nacional o restabelecimento imediato do Ministério da Ciência e Tecnologia, entregando-o à direção do Doutor Israel Vargas, legítimo representante da comunidade científica e, não por acaso, um dos dirigentes desta casa, cuja carreira e êxitos constituem orgulho de seus conterrâneos de Minas e de todos os brasileiros.

Trata-se agora de reestruturar o Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia, órgão máximo de formulação e coordenação da política do setor, tanto no nível do Governo, orientando e disciplinando sua ação, quanto da sociedade como um todo, a quem deve estimular, mobilizando-a com incentivos apropriados. Pretende-se adotar para o mesmo estrutura ágil e leve que permita o direcionamento de esforços a um número restrito de objetivos, claramente formulados. Está o Professor Vargas autorizado a realizar estudos visando a formulação do pertinente Projeto de Lei a ser oportunamente submetido ao Congresso Nacional.

Estas são, em linhas gerais, as diretrizes do meu governo na área de ciência e tecnologia. Côncio das limitações impostas pelo mandato desta administração, elas buscam corrigir desvios e consolidar as ações voltadas para restaurar a esperança dos cientistas e tecnólogos a fim de que possam oferecer à sociedade sua importante parcela de contribuição à indispensável retomada do desenvolvimento de nosso país.

Convoco, respeitosamente, nesta solenidade emblemática, os cientistas brasileiros a colocarem o uso da razão, da inteligência e de seu poder criativo a serviço da nobre e exaltante tarefa de resgatar nossa imensa dívida social, pela retomada do desenvolvimento continuado, que constitui hoje a aspiração maior de nosso povo.

Não posso deixar de usar esta oportunidade rara, em que me dirijo aos cérebros privilegiados do país, para manifestar o sentimento do Presidente da República a respeito do momento crucial vivido pela Sociedade Brasileira.

Parece-me consensual a certeza de que

gestão da coisa pública — após o doloroso processo a que assistimos dos descaminhos em que se debatia a nação — deva corresponder a período fértil, no qual a restauração do sentimento de fé que os governados devem manter por seus governantes não dependa de fórmulas miraculosas imaginadas por um só homem, mas sim do trabalho solidário de toda a comunidade.

Devemos ter plena consciência das nossas dificuldades; do período de transição que nos espreita e nos desafia; da etapa de reencontro de caminhos. É também o instante de, sem hesitação, enfrentar e vencer as resistências, venham de onde vierem, para que possamos realizar as transformações sociais que o futuro, já tão próximo, nos cobra desde agora.

Finalizo invocando a palavra luminosa de Octavio Paz: “Entre o mundo e nós surge uma impalpável e transparente muralha; a da nossa consciência”.

Muito obrigado.

Itamar Franco

Presidente da República

O efeito indesejado das cores

Com função de defesa, colorido dos moluscos acaba atraindo depredadores humanos.

O vulídeos (ou Ovulidae) são uma família de moluscos gastrópodes, isto é, invertebrados de corpo mole, não segmentado, comumente protegido por uma concha calcárea. O corpo é dotado de uma língua raspadora característica, chamada rádula, e de um pé que ocupa toda a face ventral do animal. Suas conchas são ovaladas ou alongadas, geralmente lisas e de superfície semelhante à porcelana. Todas as voltas da espira da concha, normalmente visíveis na maioria dos caramujos, estão envolvidas pela última volta da concha dos ovulídeos.

Esses moluscos exibem cores em suas conchas que variam entre branco, amarelo, rosa e púrpura, dentro da mesma espécie ou até mesmo em um único animal, o que as confunde com o substrato onde vivem (em geral corais e gorgônias). Quando adultos, medem entre seis e 127 milímetros de comprimento, conforme a espécie. O manto, uma membrana que recobre o corpo dos moluscos e produz a concha, pode se estender em duas abas laterais e envolver todo o dorso da concha, apresentando um padrão de cor característico de cada espécie.

A família dos ovulídeos (também chamada de Amphiparatidae, ou anfiparatídeos, por alguns estudiosos) tem atualmente 46 gêneros conhecidos, com 200 espécies habitantes de águas rasas ou

profundas: tanto podem ser encontrados a dois metros como a 183 metros de profundidade nos mares tropicais e temperados. Alguns gêneros apresentam um tipo de interação específica com o substrato, associando-se a corais gorgonáceos, alcionáceos, madreporários (corais verdadeiros) e hidrocorais. No Brasil existem pelo menos oito espécies: *Cyphoma signatum*, *C. intermedium*, *C. macumba*, *C. gibsonsmithorum*, *Simnia uniplicata*, *S. acicularis*, *Primovula carnea* e *Pedicularia decussata*.

Os hábitos alimentares desses animais estão diretamente relacionados ao substrato. Os ovulídeos são carnívoros: alimentam-se dos pólipos dos corais e das gorgônias nos quais se instalam, às vezes qualificados como seus hospedeiros. *Simnia uniplicata* foi observada alimentando-se das gorgônias *Lophogorgia punicea*, no Brasil, e de *Leptogorgia virgulata*, na Carolina do Norte. Ela raspa a superfície da gorgônia com a rádula, ingerindo as espículas contidas na película mucosa secretada pela hospedeira. Raramente consome os tecidos vivos. Desta forma, preserva a sua fonte de nutrientes.

Ao contrário, *Jenneria pustulata*, uma espécie comum no Oceano Pacífico desde o México até o Equador, é predadora de madreporários, sobretudo do gênero *Pocillopora*, causando sua destruição ao

remover toda a parte viva do animal; a regeneração desses corais é dificultada em decorrência da intensa predação. *Cyphoma macumba*, endêmica do litoral brasileiro, alimenta-se dos pólipos de *Phyllogorgia dilatata*, gorgônia vulgarmente conhecida por orelha-de-elefante, e de *Plexaurella grandiflora*. Por sua vez, *C. gibbosum*, espécie que habita as águas entre a Carolina do Norte e o mar do Caribe, nutre-se dos tecidos de *Gorgonia flabellum* e de *G. ventolina*, entre outras gorgonáceas, e como resultado da ação raspadora da rádula expõe o esqueleto da hospedeira, deixando um rastro negro característico.

Em função de seu habitat restrito e especializado, a *Cyphoma* desenvolveu um modo de vida competitivo, dificilmente encontrado em outro grupo de moluscos: um macho controla a maior parte da gorgônia em que vive, expulsando outros machos que tentem invadir seu território.

Os ovos são postos em cápsulas unidas por massas gelatinosas por *Simnia*, ou em cápsulas solitárias por *Cyphoma*. Cada cápsula contém centenas de ovos. Após a postura, os ovos de *Cyphoma gibbosum* eclodem em dez ou onze dias. Após a eclosão, larvas livres natantes do tipo Véliger passam um longo período no plâncton, que pode ser de dois a três meses para *Simnia spelta*, possibilitando

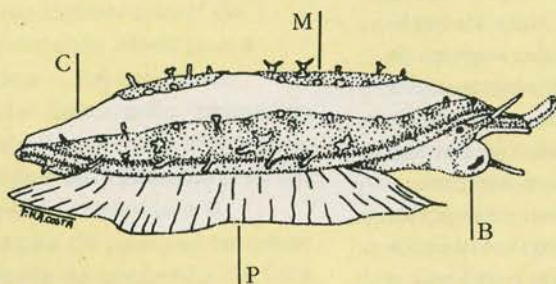


Figura 1. Morfologia de *Simnia* vista pelo lado direito: B = cabeça (notar tentáculos, olho direito e boca); C = concha; M = manto (notas papilas); P = pé.

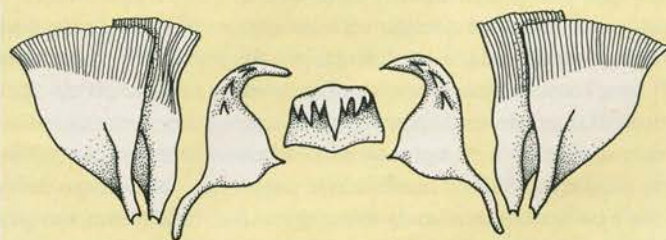


Figura 2. A rádula de *Simnia* é formada por séries transversais de dentes microscópicos, como os da ilustração, organizadas sobre uma fita longitudinal.



3 4 Figura 3.
5 6 Exemplos
7a 7b miméticos de
Simnia uniplicata
sobre *Lophogorgia*
punicea do sudeste
brasileiro.

Comprimento das
conchas:

púrpura = 14.5mm,
branca = 9.8 mm.

Figura 4. Face dorsal
da concha de *Jeneria*
pustulata procedente
de Mazanillo, México,
Oceano pacífico.

Comprimento = 22.5
mm.

Figura 5. *Cyphoma*
macumba sobre
Phyllogorgia dilatata
em Cabo Frio, Rio de
Janeiro. Comprimento
da concha = 35.0 mm.

Figura 6. *Cyphoma*
gibbosum sobre
Gorgonia flabellum no
mar do Caribe (notar o
rastro negro na parte
central superior da
foto). Comprimento da
concha = 30.0 mm.

Figura 7 (a e b).
Ovulídeos dos Oceanos
Índico e Pacífico Oeste
em selos postais.



assim o seu transporte pelas correntes marinhas e a colonização de novas áreas. A larva Véliger característica dos moluscos apresenta um pé, tentáculos, olhos uma pequena concha e, como traço marcante, os dois grandes lobos laterais, que formam o velum e são utilizados como remos.

Existem pelo menos dois padrões opostos de defesa contra os predadores. Mais ativa durante a noite, *Simnia* obtém seu pigmento das espículas ou dos tecidos ingeridos, transferindo-os e depositando-os em sua concha, de modo que esta assume a mesma coloração da hospedeira. Além disso, o manto translúcido ostenta pequenas projeções e papilas esbranquiçadas que se assemelham aos pólipos da gorgonácea, contribuindo para aumentar a eficiência do mimetismo.

Ao contrário, a coloração exuberante do manto de *Cyphoma* a torna facilmente identificável sobre a gorgônia monocromática na qual se instala. Este colorido é, entretanto, considerado uma advertência aos inimigos para que não se aproximem.

Isso porque a *Cyphoma*, que é mais ativa durante o período diurno, responde de maneira oposta à maioria dos gastrópodes quando importunada: ao invés de se retrair para a concha, ela mantém o manto estendido sobre a concha, mas reserva para os predadores inadvertidos um tecido de sabor desagradável. Os peixes, em sua maioria, predadores visuais, são atraídos pelo colorido de *Cyphoma*, mas logo desistem de ingeri-la.

Experimentos efetuados com o peixe *Thalassoma bifasciatum* no mar do Caribe demonstraram que os tecidos do manto de *Cyphoma gibbosum* têm sabor desagradável, ao contrário do pé, que é saboroso. Estudo do conteúdo estomacal do peixe-porco (*Lachnolaimus maximus*), que se alimenta de moluscos, revelou a presença de apenas uma concha de *Cyphoma gibbosum*, após serem abertos 80 estômagos; em outras 70 espécies de peixes predadores de gastrópodes do mar do Caribe, os resultados das análises estomacais foram negativos quanto à presen-

ça de conchas de *Cyphoma*. O pacamon (*Amphichthys cryptocentrus*), peixe comum nos bancos de algas calcáreas do nordeste brasileiro, já teve seus hábitos alimentares estudados e entre as 96 espécies de gastrópodes retiradas de seu trato digestivo registrou-se apenas um ovulídeo, *Cyphoma signatum*.

Infelizmente, a bela coloração de advertência de *Cyphoma*, desenvolvida através de processos evolutivos para a manutenção da sobrevivência das suas espécies, desencadeia uma reação inversa por parte de alguns indivíduos de *Homo sapiens* que, na qualidade de depredadores, têm coletado estes moluscos indiscriminadamente, com fins comerciais (venda de conchas para colecionadores ou confecção de peças de artesanato), levando-os ao desaparecimento em determinadas regiões.

Fábio H.A. Costa

Pós-Graduando do Departamento de Zoologia,
Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

Dinossauros no Maranhão

Pesquisas revelam rico material fóssil na Formação Itapecuru.

Em 1990 foi criado o projeto "Estratigrafia e paleontologia do Cretáceo da bacia do Parnaíba", com o objetivo de realizar análises detalhadas de certos parâmetros estratigráficos (biofácies e litofácies), de material fóssil (descrições e afinidades paleontológicas), das condições paléoambientais e aspectos cronoestratigráficos da Formação Itapecuru, no Maranhão. Essa unidade litoestratigráfica, que ocupa grande extensão da bacia do Parnaíba, é um conjunto de rochas sedimentares do Cretáceo, constituída basicamente por arenitos avermelhados.

Os primeiros estudos dessa formação datam de 1947, quando Llevellyn Ivo Price mencionou a ocorrência de vértebras de saurópodes (dinossauros herbívoros) nesses depósitos. Em 1967, Cândido S. Ferreira, do Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), esteve na região com um grupo de pesquisadores para coletar fósseis na área-tipo. Entre o material coletado (vegetais, moluscos, peixes e répteis) estavam restos de esqueletos de um animal de pequeno porte – carnívoro ou insetívoro, a julgar pela estrutura dentária – que recebeu o nome de *Candidodon itapecuruensis*. A afinidade biológica da espécie ainda é desconhecida. Trata-se de uma forma muito rara, provavelmente um crocodilo, que só existiu durante o Cretáceo na América do Sul e na África.

Na primeira etapa do projeto atual, foi constituída, em novembro de 1990, uma equipe para desenvolver trabalhos de campo. Estes se realizaram em duas etapas:

Na primeira, foram visitados vários afloramentos das formações Itapecuru e Codó, numa vasta área que abrange as localidades de Santa Inês, Itapecuru-Mirim, Codó, Cantanhede, Pirapemas, Peritoró, Chapadinha e Brejo. O material fóssil coletado inclui moluscos (bivalves e gastrópodes), conchostráceos, diversas



Figura 1. Ossos pertencentes a um dinossauro carnívoro, encontrados na margem direita do rio Itapecuru, próximo à cidade de Itapecuru-Mirim (MA).



Figura 2. Pegada de dinossauro carnívoro na Praia da Guia (São Luís - MA).

espécies de peixes, répteis e ostracodes. Todos esses afloramentos revelaram ocorrências inéditas, que possibilitarão estudos paleobiogeográficos na região.

Na segunda, os trabalhos se concentraram nas proximidades de Itapecuru-Mirim, onde a Formação Itapecuru tem como seção-tipo exposições ao longo do rio Itapecuru. Aproximadamente 3 km a

montante da seção-tipo, situada na margem direita do rio, sob a ponte que liga a BR-222 à cidade de Itapecuru-Mirim, foram encontrados ossos e dentes serrilhados pertencentes a um dinossauro carnívoro (carnossauro). Apesar de já terem sido observados alguns dentes isolados e pegadas desse grupo de dinossauros, esse é, efetivamente, o primeiro registro de um

conjunto que inclui ossos de diversas partes do esqueleto. A ossada encontrada apresenta-se pouco fragmentada e sua disposição sugere que o animal morreu no próprio local. Trata-se de um achado paleontológico raro, pois quase sempre os grandes vertebrados fósseis são encontrados desarticulados e muito quebrados.

Este material fóssil, depositado no Museu Nacional, fez parte da exposição "Dinossauros do Brasil", realizada em agosto de 1991 na Sala do Trono, no Museu Nacional, Rio de Janeiro.

A segunda etapa dos trabalhos prosseguiu em outubro de 1991, com as pesquisas se concentrando nas áreas de São Luís e Alcântara. Orientados pelos professores Ismar de S. Carvalho e Ronaldo A. Gonçalves, ambos do Instituto de Geociências da UFRJ, alunos estagiários desta Universidade e da Universidade Federal do Maranhão realizaram perfis estratigráficos, amostragens para estudos petrográficos e coleta de material fóssil da Formação Itapecuru. Entre as novas ocorrências fósseis assinaladas estão magníficas pegadas de dinossauros carnívoros – celurosauros e carnossauros – encontradas nas praias da Baronesa (Alcântara) e da Guia (São Luís).

A importância paleontológica da região estimulou a integração da equipe de pesquisadores do Rio de Janeiro com a Secretaria de Cultura do Estado do Maranhão e a Prefeitura Municipal de Alcântara. Em dezembro de 1991, os professores Cândido S. Ferreira e Sérgio A. Azevedo, (Museu Nacional da UFRJ) e Ismar de S. Carvalho (Instituto de Geociências da UFRJ) firmaram, em São Luís, um acordo de cooperação científica entre os respectivos órgãos para o estudo dos jazigos fossilíferos identificados no estado do Maranhão.

Com novos recursos, já aprovados e em fase de liberação pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Projeto prosseguirá, visando principalmente à visita a novos afloramentos e à coleta do material fossilífero assinalado nas expedições anteriores.

Marco Aurélio Vicalvi

*Departamento Nacional da Produção Mineral/UFF,
Laboratório de Geologia da Marinha.*

O primeiro satélite brasileiro

Teremos, afinal, uma política espacial mais conseqüente?

Pequeno e modesto, mas bem sucedido. O primeiro satélite criado e construído no Brasil é mais importante pelo que representa do que pelo que é em si mesmo. Fora de seu contexto, envelhece automaticamente. No sofisticado universo atual das conquistas espaciais, claro, não tem maior expressão. No espaço brasileiro e do mundo subdesenvolvido, porém, ganha vulto de façanha. O contraste vem da própria realidade do planeta, hoje cindido por desigualdades gritantes e crescentes.

Nosso primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD-1) é também o primeiro da América Latina. Todo gerado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos, SP, converte o Brasil no 17º país com capacidade de produzir satélites. Assim, em 35 anos de Era Espacial, inaugurada pelo Sputnik I em 4 de outubro de 1957, apenas 17 países conseguiram se tornar produtores de satélites. São menos de 10% dos 180 países da Terra. Só um da América Latina.

O lançamento do SCD-1 pelo foguete Pegasus, da empresa americana Orbital Sciences, marcado para meados de dezembro do ano passado, ocorreu quase dois meses depois, em 9 de fevereiro deste ano. Sempre por problemas no foguete, que havia voado só duas vezes antes. Mas a trajetória de atrasos do SCD-1 é bem anterior. Primeiro dos quatro satélites (dois de coleta de dados e dois de sensoriamento remoto) previstos na Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), programa aprovado em 1979, ele deveria ter sido lançado em 1986, pelo Veículo Lançador de Satélite (VLS), foguete brasileiro, e a partir da base espacial de Alcântara, no Maranhão. Por isso, a Missão chama-se 'Completa'. O Brasil, então sob governo militar e rígida doutrina de segurança nacional, não deixava por menos: tinha que ser auto-suficiente na área espacial, considerada estratégica.

Ocorre que o MECB nasceu com um

defeito grave. Só teria recursos a cada ano, se houvesse disponibilidade orçamentária. Ou seja, não era filho de uma política firme e estável, como, de resto, não o é até hoje. Ainda por cima, logo se deparou com a recessão do início dos anos 80. Resultado: o SCD-1 só começou mesmo a ser construído em 1985 – quando tanto o VLS como a base espacial estavam ainda mais longe de serem concluídos – e seu lançamento foi adiado para 1989.

Em 1985-88, o então criado Ministério de Ciência e Tecnologia, ao qual fora vinculado o INPE, deu enorme impulso ao projeto de satélites do MECB: construiu praticamente toda a infra-estrutura necessária, inclusive o Laboratório de Integração e Testes (LIT). Bem apoiado, o SCD-1 ficou quase pronto. Já o mesmo não se deu com o VLS e a base, a cargo do Ministério da Aeronáutica, apesar do mesmo amparo recebido.

Em 1988, as potências ocidentais, Estados Unidos à frente, proibiram o fornecimento de tecnologia espacial ao Brasil. O Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis, conhecido pela sigla inglesa MTCR, fora adotado no ano anterior pelos sete grandes (G-7), com o objetivo alegado de impedir a proliferação (sobretudo em países do Terceiro Mundo) de foguetes capazes de portar armas nucleares. O MTCR embargou o VLS. Não adiantou o governo brasileiro oferecer garantias de que o VLS seria usado em ações exclusivamente pacíficas, permitindo até que técnicos norte-americanos acompanhassem a tecnologia cedida desde a prateleira até o recolhimento no mar. A tecnologia de foguete é dual: pode servir tanto a fins civis como a militares. Mas, o MTCR também é bivalente: bloqueia tanto a proliferação de mísseis nucleares como o aparecimento de novos competidores no próspero mercado de lançamentos comerciais. Desde então, o Brasil foi se afastando mais e mais da hipótese de produzir armas nucleares, inclusive com norma

lavrada na Constituição de 1988 e o acordo bilateral firmado com a Argentina em 1991. Não obstante, o boicote do MTCR tem sido ampliado.

Em 1988, ante a situação criada, o diretor-geral do INPE, Marco Antônio Raupp, propôs o lançamento do SCD-1 por foguete estrangeiro, para não paralisar o programa e manter as equipes técnicas aquecidas e motivadas. A Aeronáutica se opôs duramente. Raupp foi demitido em janeiro de 1989. O SCD-1 deveria esperar pelo VLS para ser lançado. Seria talvez uma forma de legitimar o VLS como instrumento civil.

Em 1990, o presidente Collor retomou a idéia de lançar o SCD-1 por foguete estrangeiro. Suas razões eram diferentes das de Raupp. Ele pretendia atender o pleito dos Estados Unidos de extinção do VLS. Faria como o presidente Carlos Menem, da Argentina, que já

então se comprometera a acabar com o seu foguete Condor II. Collor abriu concorrência internacional para a escolha de um lançador para o SCD-1. Em janeiro de 1991, a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (Cobae), órgão coordenador do setor, deu parecer sobre as propostas recebidas. Mas Collor anunciou que a escolha do lançador seria 'política' e 'não técnica'. Terminou decidindo pessoalmente: o Pegasus, dos Estados Unidos, era o eleito. Desprezadas ficaram as propostas que incluíam repasse de tecnologia para VLS e para a base de Alcântara. A oferta do

Pegasus era, de fato, a mais barata: US\$ 13 milhões. Mas sua grande vantagem, para Collor, não era financeira, era política – o alinhamento a Washington, que prometia transpor o Brasil para o Primeiro Mundo, num passe de mágica.

Hoje, permanecemos no Terceiro Mundo, mas o SCD-1 está, enfim, lá em cima,

de pesquisa, aprendizagem e formação de recursos humanos especializados. O resultado superou as expectativas. A vida útil deste prisma de base octogonal, de 1,15 m de altura, 1 m de diâmetro e 115 kg de peso, estava estimada em um ano. Pois pode chegar a dois, se tudo correr bem como até agora. Seu *spin* é de 120 rpm

(rotações por minuto, em torno do próprio eixo). Em 24 horas, dá 14,5 voltas na Terra, à velocidade de 25 mil km/hora. Portanto, completa uma órbita em cem minutos. Recebe informações ambientais de 150 plataformas de coleta de dados (PCDs) na América do Sul e Brasil, retransmitindo-as à Estação Receptora do INPE em Cuiabá. Daí são repassadas por computador à Estação Central do INPE em Cachoeira Paulista, onde são armazenadas e processadas, ficando à disposição dos usuários.

Embora experimental, o SCD-1 já revelou ser útil

recolhendo dados sobre o nível da lâmina de água (limnômetro), velocidade e direção de ventos (anemômetro), temperaturas do ar e da água (termômetro), volume de chuvas (pluviômetro), salinidade e acidez da água, concentração e temperatura do gás carbônico (CO₂) e concentração do ozônio (O₃).

Mas sua maior proeza será inspirar o Governo e o Congresso Nacional a adotarem uma política espacial mais sólida e consequente.

José Monserrat Filho
Ciência Hoje, RJ



Figura 1. Representação gráfica das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) que alimentarão o satélite com informações sobre o meio ambiente, a Estação Terrena de Recepção, em Cuiabá, e o Centro de Missão em Cachoeira Paulista, onde os dados serão decodificados e colocados à disposição dos usuários.

em órbita de 750 km. O Pegasus o lançou cinco segundos após desprender-se, a 13 km de altura, da asa de um bombardeiro Boeing-52, que decolara do Centro Espacial Kennedy, na Flórida, Estados Unidos. Onze minutos depois, o foguete liberou os três estágios de queima de combustível e o satélite começou a se deslocar pelo espaço. Passados alguns segundos, a Estação Terrestre do INPE em Alcântara, no Maranhão, recebeu seus primeiros sinais, durante sete minutos.

O SCD-1 não é 'nenhuma Brastemp'. Mas foi feito em longo e tortuoso processo

Drible no custo

Novo processo reduz o custo da produção de compósitos de alumínio e carbeto de silício.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em São Paulo, em colaboração com a Escola Politécnica da USP, desenvolveu um processo mais barato para a produção de compósitos à base de alumínio e carbeto de silício.

O novo método se originou de estudos iniciados no IPT, em 1990, e que hoje prosseguem através da tese de mestrado de um aluno da Escola Politécnica, co-orientada pelo engenheiro metalúrgico Marcelo Gonçalves, chefe do Laboratório de Transformação Mecânica da Divisão de Metalurgia do IPT.

Gonçalves conta que seu interesse pela tecnologia das ligas de alumínio obtidas por extrusão (processo que submete materiais a grandes deformações mecânicas) começou ainda na Universidade de Sheffield (Inglaterra), durante seu doutorado. Em 1989, de volta ao Brasil, ele apresentou um projeto de pesquisa ao governo do estado de São Paulo para diminuir os custos de produção de ligas de alumínio por extrusão de pós.

Por ter densidade menor que outros metais estruturais como o ferro e o silício, o alumínio tem ampliado suas áreas de

aplicação na indústria civil e militar. Algumas das qualidades dos compósitos feitos a partir desse metal são alta resistência à abrasão, alto coeficiente de dureza, rigidez etc.

Para baixar os custos, Gonçalves alterou principalmente uma das etapas (denominada desgaseificação) do processo tradicional. Nessa fase, devem ser removidas as moléculas de gases (hidrogênio e oxigênio) que aderem à superfície das partículas do pó de alumínio, cujo diâmetro médio é de 10 micrômetros (milionésimos de metro).

Do tarugo ao compósito



1. A fabricação do compósito começa com um tarugo de alumínio.



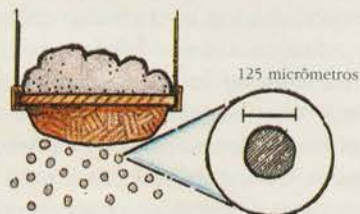
2. Um forno de indução funde a peça a 700°C.



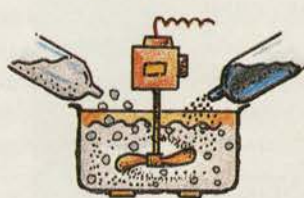
3. Corrigi-se a liga com a adição de algumas substâncias.



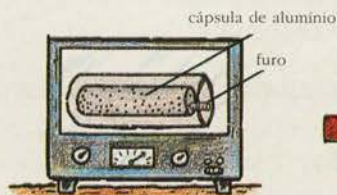
4. No processo de atomização, o filete de alumínio líquido passa por um bocal, onde um jato de ar transforma-o em gotículas que, posteriormente, são resfriadas e secadas.



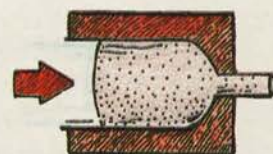
5. Na granulometria (tipo especial de peneiramento), são separadas as partículas de alumínio com diâmetro médio de 125 micrômetros.



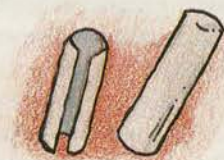
6. Adiciona-se carbeto de silício ao pó de alumínio e a mistura passa horas em um misturador mecânico.



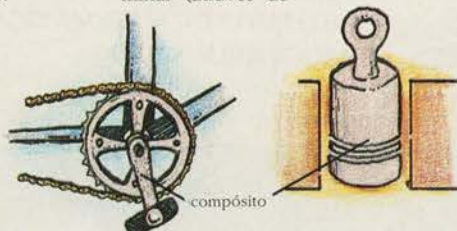
7. A mistura é compactada a frio em cápsulas de alumínio que são aquecidas para eliminar (através de um furo na cápsula) o gás que se adere à superfície das partículas do pó de alumínio.



8. Na extrusão, as cápsulas sofrem grande deformação mecânica.



9. Um processo de usinagem separa a cápsula da peça de compósito.



10. O compósito de alumínio e carbeto de silício pode ser usado, por exemplo, em bicicletas e pistões de automóveis.

NÓS APOIAMOS A CIÊNCIA HOJE

CIÊNCIAHOJE



EDUCAÇÃO PARA O BRASIL



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



OBSERVATÓRIO
NACIONAL



Laboratório
Nacional de
Computação
Científica



CENTRO
BRASILEIRO DE
PESQUISAS
FÍSICAS - CBPF

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



INSTITUTO DE MATEMÁTICA
PURA E APLICADA

Pelo método tradicional, o pó de alumínio não pode ter contato com o ar. Deve ser acondicionado em cápsulas à vácuo ou contendo gases inertes (nitrogênio e argônio) em seu interior. A desgaseificação deve ser feita em fornos especiais, à temperatura de 450° C, o que eleva ainda mais os custos de produção.

Para driblar os custos da fase de desgaseificação, Gonçalves partiu de um princípio físico simples, mas criativo. Com partículas de diâmetro maior, ele conseguiu diminuir a superfície de aderência por unidade de volume do material. Ele explica através de uma analogia: "A superfície de uma só bexiga é menor que a soma das superfícies de várias bexigas que ocupam o mesmo volume", explica ele.

O engenheiro do IPT aumentou o diâmetro médio das partículas para 125 micrômetros, o que fez com que a quantidade de gases no pó de alumínio diminuísse sensivelmente.

O próprio processo de produção dos pós de alumínio (atomização a ar), usado para a obtenção dos compósitos, é muito mais barato que o método tradicional de atomização a gás inerte, o que reduz ainda mais os custos.

O compósito obtido pelo novo processo (figura 1) não serve para aplicações aeronáuticas, cujas exigências técnicas são muito rigorosas, mas é ideal para ser usado, por exemplo, em pistões de carros ou em bicicletas do tipo *mountain bike*, substituindo materiais tradicionais como o aço, o alumínio e os chamados compósitos poliméricos. A possibilidade de variar a concentração de carvão de silício (de 10% a 30%) amplia ainda mais o espectro de aplicações desse tipo de compósito.

Agora, Gonçalves está finalizando algumas peças de compósito para negociar a transferência dessa tecnologia com a iniciativa privada, que já demonstrou interesse no novo processo.

A pesquisa recebeu o prêmio Metal Leve, dado pela Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, como o melhor trabalho na área de metalurgia de metais não ferrosos de 1991. ♦

Nanoengenharia molecular

Computador e software avançados permitem que centro de pesquisa projete moléculas sob medida.

Uma estação gráfica de última geração é a nova ferramenta do Centro de Tecnologia Mineral (Cetem), no Rio de Janeiro, para projetar moléculas sob medida. A máquina, que une velocidade e capacidade gráfica, é semelhante à usada pela TV Globo para produzir suas vinhetas e as aberturas de novelas.

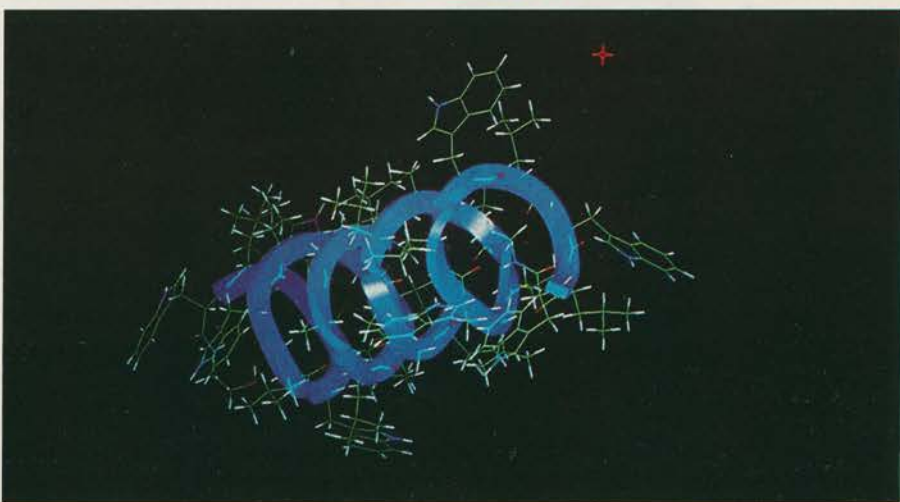
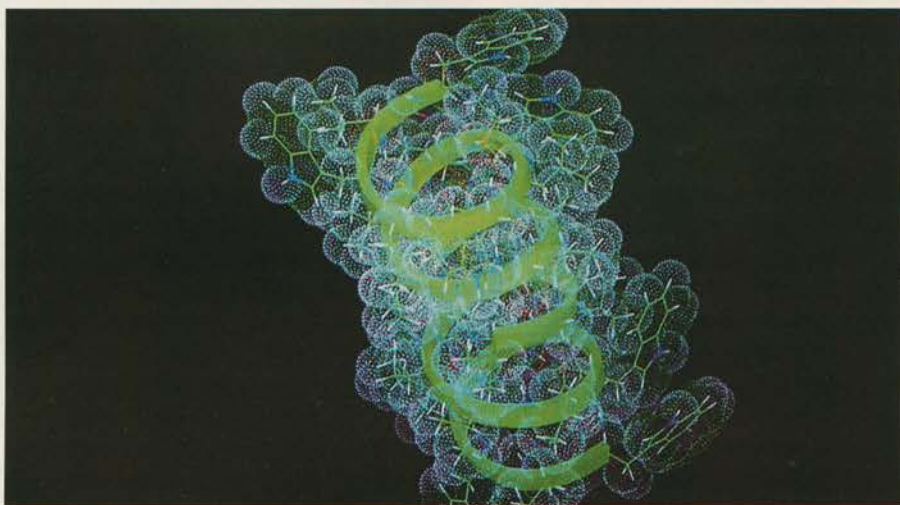
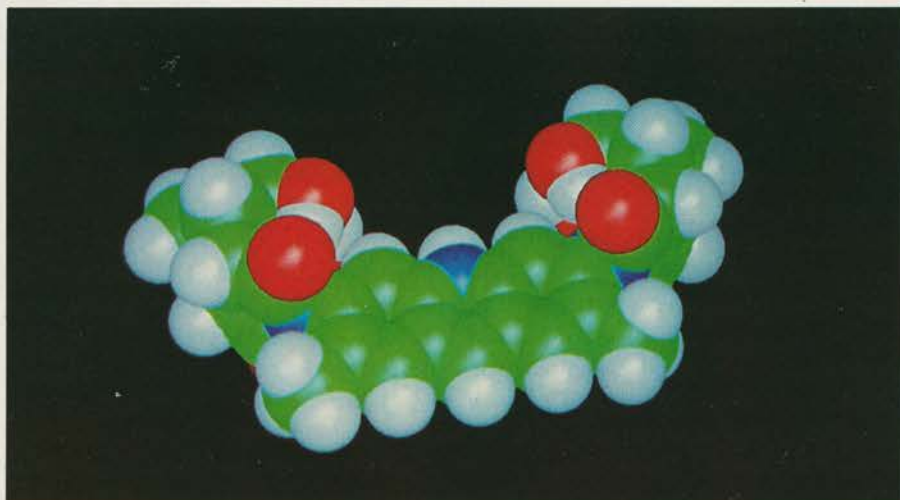
No Núcleo de Modelagem Molecular, a *workstation* Control Data, de origem norte-americana, já está atuando em pelo menos três frentes de pesquisa: mineração, fármacos e no estudo das propriedades químicas dos compostos que causam a sensação de cheiro. "Essas são só algumas das possibilidades", diz Peter Seidl, diretor-adjunto do Cetem e coordenador do núcleo.

Esse tipo de engenharia liliputiana via computador já está sendo usado para remodelar, por exemplo, a estrutura molecular de extratantes como as hidroxiquinolinas, utilizadas na remoção do elemento químico gálio presente no alumínio.

Nesse estudo, os pesquisadores tentam aperfeiçoar extratantes (tipo de 'garras' moleculares) para que elas 'apanhem' com mais eficiência os átomos de gálio. "A partir daí, os laboratórios do próprio Cetem podem sintetizar as moléculas projetadas", explica Paulo Sérgio da Silva Pinto, supervisor de química do núcleo.

Na área de fármacos, um dos objetivos é detectar que parte da estrutura molecular dos medicamentos é mais ativa contra as doenças e os microrganismos. "Pode-se ainda redesenhar a molécula para evitar os efeitos colaterais", diz Márcia Viana, supervisora de informática.

Antes da modelagem computacional, a indústria farmacêutica era obrigada a testar amostras – às vezes, milhares delas –



Acima, visualização de um modelo de molécula de cheiro, obtido com o programa Insight II/Biosym. Ao centro e abaixo, respectivamente, estrutura de uma molécula de proteína, em hélice alfa, vista com e sem superfície.

até chegar ao princípio ativo ideal. "Agora, com a computação gráfica, pode-se selecionar, entre várias substâncias, as que mais se adaptam aos objetivos do medicamento", diz Silva Pinto. "Com isso, ganha-se tempo e evitam-se gastos desnecessários", acrescenta o químico.

Na química do cheiro, o Cetem pretende comparar as estruturas dessas moléculas para estabelecer padrões entre elas. Segundo Seidl, isso será feito a partir de matérias-primas (substâncias contidas na casca da laranja) deprezadas pela indústria. "A idéia é atacar problemas ligados à nossa realidade", ressalta Seidl.

O *software* Cerius, produzido pela *Molecular Simulation* e usado para esmiuçar o microuniverso das moléculas, não perde em sofisticação para a *workstation*. Seu preço comprova sua complexidade: cerca de 160 mil dólares, cinco vezes o valor do próprio computador. "Por ser uma instituição científica, o Cetem está adquirindo esse programa por um décimo dessa quantia", revela a supervisora de informática.

Esse tipo de *software* permite façanhas do tipo desenhar e alterar a estrutura das moléculas, girá-las, visualizá-las de várias formas, assistir às etapas da interação entre compostos químicos, calcular os estados de energia e a densidade eletrônica etc. Tudo instantaneamente.

Para Silva Pinto, a aquisição da *workstation* e do programa economizou horas de trabalho. "Em outras máquinas, eu levava até três dias para fazer alguns desses cálculos", compara. Com esse tipo de *software*, pode-se ainda estudar teoria da superfície, vibração e dinâmica molecular, entre outros campos de pesquisa avançada.

O objetivo do Núcleo de Modelagem Molecular é se tornar um centro disseminador de tecnologia para as universidades, outros centros de pesquisa e para a indústria. A Fundação Oswaldo Cruz já mostrou interesse em se associar ao Cetem para aplicar modelagem molecular ao estudo da doença de Chagas.

O núcleo, que desenvolve parte dessas pesquisas com o Instituto Militar de Engenharia, tem ao todo 12 pessoas, entre especialistas em modelagem molecular e computação gráfica, pesquisadores e bolsistas de iniciação científica. ♦

Bactérias 'verdes'

Microorganismos auxiliam no tratamento de efluentes industriais.

As bactérias são agora aliadas dos cientistas no combate à poluição hídrica gerada por mineradoras e siderúrgicas. A técnica, desenvolvida por pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral, no Rio de Janeiro (RJ), é um tipo de tratamento biológico que usa lodo ativado. Segundo seus idealizadores, Marcus Granato e Márcia Gonçalves, ela é mais rápida, mais barata e menos agressiva ao meio ambiente do que os métodos de despoluição disponíveis no mercado.

As bactérias usadas pelo Cetem (instituição ligada ao Conselho Nacional de Pesquisa Científica e Tecnológica) existem normalmente no meio ambiente. Para a pesquisa, Granato e Gonçalves recolheram amostras de lodo na Estação de Tratamento de Águas da Penha, no Rio de Janeiro.

No laboratório, o lodo, que reúne várias espécies de bactérias e outros tipos de microrganismos, foi adaptado às condições da experiência, recebendo soluções contendo cianeto e metais pesados. A quantidade desses poluentes foi aumentada gradativamente para evitar que as bactérias morressem ao primeiro contacto com essas substâncias.

Com a adição do cianeto e dos metais pesados, só parte das bactérias proliferou – o restante morreu ou diminuiu em número. Na solução estabilizada, as espécies sobreviventes foram capazes de remover metais pesados (cobre, ferro e zinco) e degradar cianeto e tiocianato. Com isso, os microrganismos tornaram os efluentes menos agressivos para o meio ambiente.

Segundo os pesquisadores, o processo biológico à base de lodo ativado é específico para cada indústria por causa do tipo de efluente que elas produzem. A empresa deve realizar o período de adaptação, que dura cerca de quatro meses, submetendo as bactérias a quantidades gradativas do poluente (ou poluentes) que produz. Os pesquisadores asseguram que o *pool* resultante é estável se a con-

centração dos agentes tóxicos no efluente não variar muito.

Em laboratório, ainda não se conseguiu trabalhar com um efluente 100% inorgânico, porque as bactérias precisam de carbono para sobreviver (o índice máximo foi de 90% de solução inorgânica e 10% de orgânica). Mas isso não impede que a técnica seja usada na indústria: o reator idealizado por Granato e Gonçalves recebe simultaneamente o efluente químico (metais pesados e cianeto, por exemplo) e o esgoto que garante o carbono para os microrganismos (figura 1). "Com um só processo, tratamos os dois efluentes", diz Granato. No entanto, ele ressalta que alguns estados norte-americanos não permitem esse duplo tratamento.

A empresa norte-americana Homestake Mining Co. é a única no mundo que trata biologicamente seus efluentes. Uma indústria brasileira, cujo nome não foi divulgado, está interessada no processo do Cetem, mas o efluente que produz é diferente do estudado (o teor de cargas tóxicas é mais elevado). Os cientistas tentam agora adaptar o processo para repassar a tecnologia.

Para as indústrias com efluentes semelhantes ao pesquisado, a tecnologia do Cetem já pode ser transferida. Os pesquisadores garantem: o teor de poluentes nos efluentes tratados pelo processo biológico é mais baixo que o estipulado pela Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema), do Rio de Janeiro, e pela Companhia Estadual de Tratamento de Esgoto e Saneamento Básico (Cetesb), de São Paulo.

No Brasil, há duas formas de controle de agentes tóxicos nos efluentes industriais de mineradoras de ouro. A mais usual é a degradação natural, na qual os efluentes são dispostos em barragens. Segundo os pesquisadores do Cetem, esse procedimento não reduz a concentração de cianetos e metais pesados – principais agentes tóxicos eliminados pelas mi-

- 1 - misturador
- 2 - reator
- 3 - injeção de ar
- 4 - bomba peristáltica
- 5 - decantador
- 6 - reservatório
- 7 - esgoto

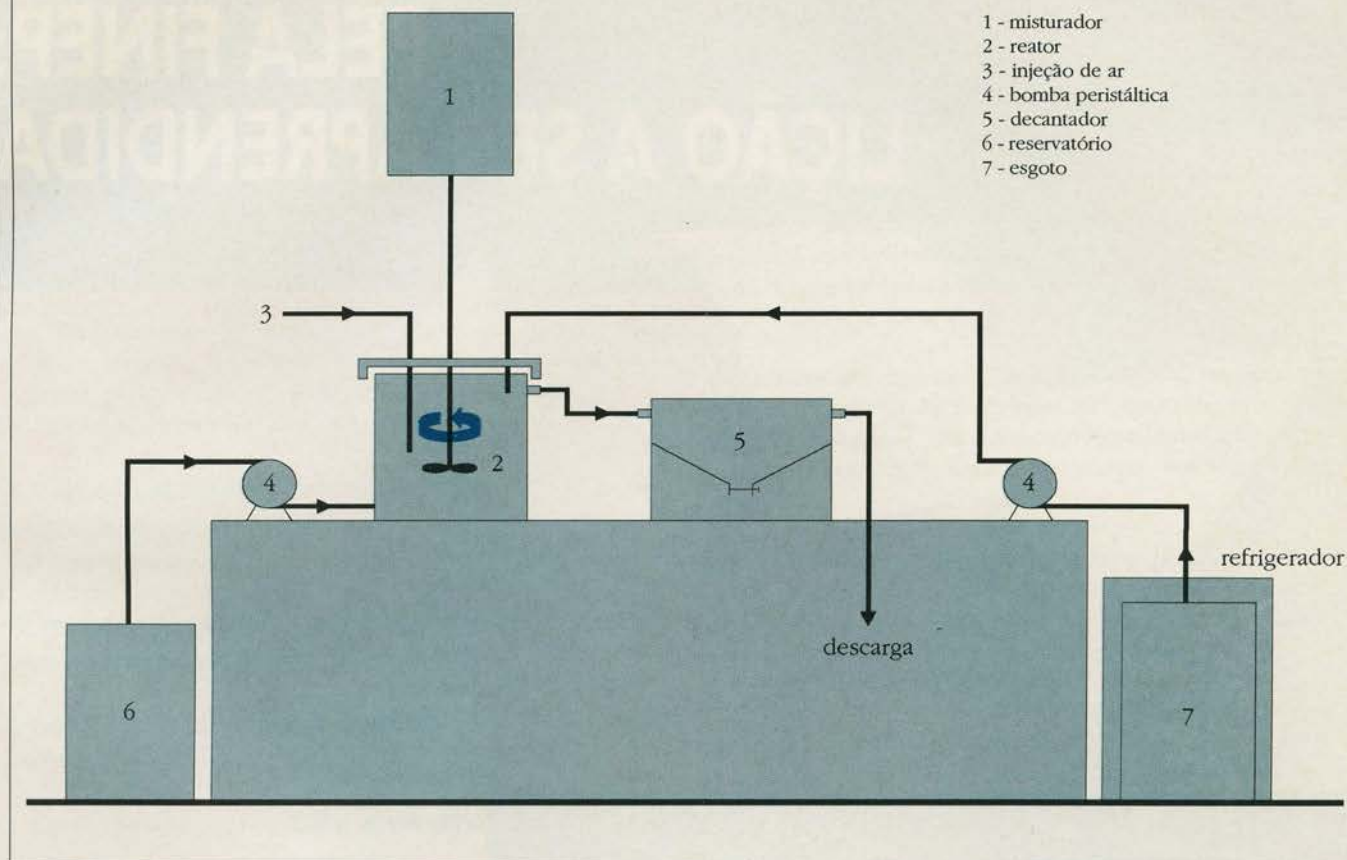


Figura 1. Com auxílio da bomba peristáltica (4), os efluentes, com poluentes químicos e orgânicos dos reservatórios (6) e (7), são jogados no reator (2), onde o lodo ativado age sobre eles. Um misturador (1) mantém o movimento da solução. A mistura é jogada no decantador (5). Parte das bactérias se deposita no fundo do recipiente e retorna para o reator. O efluente, agora com concentração de agentes tóxicos dentro dos limites da lei, é eliminado (descarga).

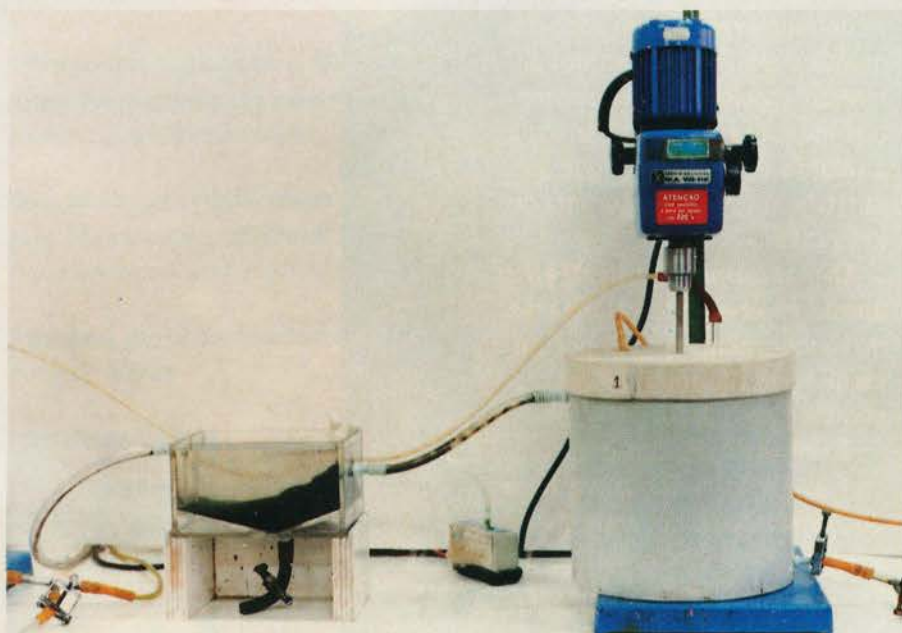


Figura 2. Parte do equipamento desenvolvido pelo Cetem. À direita, observa-se o reator e o misturador (alto). À esquerda, o decantador.

neradoras – até os níveis exigidos pela legislação.

A outra forma é por processos químicos, utilizando o hipoclorito de sódio ou o peróxido de hidrogênio (água oxigenada). Pouco usado, esse método tem inconvenientes, como o despejo de novos agentes tóxicos nos efluentes e a necessidade de um controle minucioso de pH, por exemplo.

Atualmente, parte das indústrias brasileiras ainda despeja seus efluentes com níveis de concentração de substâncias tóxicas que comprometem a fauna e a flora dos rios e a qualidade de vida dos que se beneficiam dessas águas.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio

APOIO ÀS UNIVERSIDADES PELA FINEP: LIÇÃO A SER APRENDIDA

O modelo de financiamento às pesquisas visando alargar as fronteiras do saber foi desenvolvido ao longo de 25 anos. Nos países em desenvolvimento, o modelo amadurecido nestes anos tem servido de base para muitas instituições. A presença da Finep se faz sempre nos segmentos mais distintos da ciência pura e aplicada. A qualidade do grupo de pesquisas é o marco da seletividade. O apoio contínuo e a seleção para a excelência têm sido a marca registrada da Finep. Os resultados são facilmente identificáveis e mensuráveis.

As idéias e os conhecimentos não podem ficar circunscritos aos limites da academia.

É preciso criar condições para a contínua expansão do conhecimento. Porém, necessitamos alimentar a sociedade com o potencial inestimável do saber para a solução de problemas que afetam o bem-estar e a segurança do indivíduo.

O planejamento estratégico aposta na crescente valorização do conhecimento e na importância de agregá-lo aos produtos oferecidos à sociedade.

A universidade, como sua fonte, é apoiada e continuará a sê-lo de forma intensa nos anos que se seguirão. O conhecimento será a alavanca para a mudança de nosso país.

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFRJ), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Marília Martins da Costa Cruz (secretária).

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Secretaria de Redação: Gilene Vieira (editora associada); Soraya Araujo (secretária); Maria Ignez Duque Estrada e Marília Mendes Pessoa (editoras de texto); Cássio Leite Vieira (coord. de jornalismo); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzweig (internacional); João Bosco Jardim (editor de projetos especiais).

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

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), Neuza Maria de Oliveira Soares, Neuza Luiza de S. Soares, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Luciene de Santos Azevedo, Ernesto P. Pereira, Allan Kardec Jr., Márcio de Souza.

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

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

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

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembek (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFGA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), 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), Osvaldo Porchat Pereira (Dep. de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marize de Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Margareth Marmori - ICC, Ala Sul, Bloco A, sobreloja 301, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcusch, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Gláucia C. Lobão - Av. Professor Luciano Gualberto, 374, 3º andar, sla 320,

Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05340-901, São Paulo, SP, tels.: (011) 814-6656 ou 813-3222, r. 2713.

Correspondentes: **Porto Alegre:** Ludwig Buckup - Dep. de Zoologia, UFRGS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan - Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **Maceió:** Marize Primola Pedrosa - Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Praça Afrânio Jorge, s/n, CEP 57072-970, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho - Dep. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

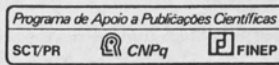
Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330.

Assinaturas para o exterior (11 números): US\$ 150 (via aérea).

Editoração eletrônica: Ana Claudia Ribeiro (coordenação). **Fotolito:** Rainer Rio (*imagesetter*) e Grafcolor. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Ciência Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Publicidade: Rio de Janeiro: Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846, 295-6198, fax (021) 541-5342. **São Paulo:** Bartolomeu Mastrocchirico, tel.: (011) 263-2521, fax (011) 62-0702. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494.



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem com política e religiosa, voltada para a produção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-).

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

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

Regionais: **AC** - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900-000, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134, fax: (068) 226-3017 (Reginaldo Fernando de Castela); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Agrário Jorge, s/nº, Prado, CEP 57010-000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 (Winston Menezes Leahy); **AM** - Depto. de Ciências da Saúde/INPA, C. Postal 478, CEP 69011-000, Manaus, AM, tel.:

(092) 642-3377, r. 178/642, fax: (092) 642-3440 (Wanderli Pedro Tadei); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-350, Salvador, BA, tels.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483 (Alberto Brum Novaes); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-2747, fax: (085) 243-2514 (Maria Sulamita de Almeida Vieira); **DF** - Depto. de Sociologia, Instituto de Ciências Humanas/UnB, Campus Universitário, CEP 70910-900, Brasília, DF, tels.: (061) 348-2788/348-2389 (Ana Maria Fernandes); **GO** - Departamento de Física/UFGO, C. Postal 131, CEP 74580-000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 168 (Fernando Pellegrini); **MA** - Depto. de Biologia/UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luís, MA, tel.: (098) 232-3360 (Muriel Sérgio Drummond); **MS** - Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Fundação UFMS, Campus Universitário, CEP 79069-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 751-1746 (Antonio Carlos Marini); **PA** - Depto. de Geofísica, Centro de Geociências/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001-000, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26, fax (091) 229-9677 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Dep. de Eng. Elétrica, Centro de Ciências e Tecnologia/UFPA, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Depto. de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359; **PI** - Depto. de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64000-000, Teresina, PI, tel.: (086) 222-1211, r. 283 (Paulo Rômulo de Oliveira Frota); **PR** - Depto. de Métodos e Técnicas da Educação/UFPR, Rua General Carneiro, 460, sala 504, CEP 80060-150, Curitiba, PR, tel.: (041) 264-2511, r. 278 (Araci Astinelli da Luz); **Londrina** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051-000, Londrina, PR, tel.: (0432) 21-2000, r. 417/527 (Ilce Maria de Syllos Colus); **Maringá** (seccional) - Depto. de Biologia Celular e Genética/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tels.: (0442) 26-2727, fax: (0442) 22-

2754 (Paulo Cezar de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Medicina Social/UERJ, Maracanã, CEP 20559-900, tels.: (021) 284-8249 ou 284-8322, r. 2303 (Reinaldo Felipe Nery Guimarães); **RN** - Depto. de Arquitetura/UFRN, C. Postal 1699-000, CEP 59072, Natal, RN, tel.: (084) 231-0664, fax: (084) 231-1699 (Ari Antonio da Rocha); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78998-000, Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-5622, fax: (069) 224-3093 (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Depto. de Zoologia/UFRS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108 (Ludwig Buckup); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Matemática/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96010-900, Pelotas, RS, tel.: (0532) 25-3455 (Lino de Jesus Soares); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96200-000, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-3300 (Norton Mattos Giauca); **Santa Maria** (seccional) - Depto. de Física/UFSM, Campus Universitário, CEP 97119-900, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 213 (Cláudio de Oliveira Graça); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia, CCB/UFSC, Rua Dr. Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015-420, Florianópolis, SC, tels.: (0482) 33-9491, fax (0482) 22-4164 (Therezinha Christina M. de Lima Nogueira); **SE** - CCET/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331 (José Daltro Filho); **SP** (subárea I) - Depto. de História, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 05508-000, São Paulo, SP, tels.: (011) 210-2217-210-2314 (Zilda Márcia Gricoli Iokoi); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 33-0011, r. 4125, fax: (0194) 22-5925 (Maria Lúcia Carneiro Vieira); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Educação/Unesp, Campus Universitário, CEP 18610-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 2232 (Alfredo Pereira Junior); **SP** (subárea III) - DCCV, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Rodovia Carlos Tonani, s/nº, km 5, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000 (Áureo Evangelista Santana).

A empresa na nova configuração do poder mundial

O mundo contemporâneo passa por uma vertiginosa escalada de transformações. Uma superpotência desintegrou-se, a guerra fria acabou, as armas nucleares estão congeladas e uma nova ordem, puxada pelo Japão, parece se impor. Na guerra tecnológica, os gigantes lutam por fatias estratégicas de um mercado consumidor que seja, ao mesmo tempo, volumoso e qualificado, sobretudo em termos de poder aquisitivo e de capacidade para absorver novas tecnologias. Esses dados tornam-se mais ponderáveis na medida em que o avanço tecnológico aumenta o grau de obsolescência dos produtos. O Japão tem maior volume de comércio com os Estados Unidos e a Europa, e não com a Ásia, África e América Latina. A Ásia, apesar de seus 1,6 bilhões de habitantes, ocupa o quinto lugar em consumo *per capita*. A América do Norte, com 607 milhões, está em primeiro lugar.

Nas próximas décadas, torna-se plausível uma nova configuração de poder, impulsionada pela tecnologia aliada ao mercado de consumo, por condicionantes geoeconômicos e até componentes étnicos. Segundo Michael Silva e Bertil Sjogren, em *Europa 1992 – Um novo jogo do poder mundial*, serão formados três blocos: o Americano, reunindo Estados Unidos, Canadá, América Central e do Sul; o Asiático, com Japão, China Comunista, Austrália, Nova Zelândia e os quatro Tigres Asiáticos (Coreia do Sul, Cingapura, Hong-Kong e Taiwan) e o Europeu, que inclui a CE, o Leste Europeu, os países da extinta URSS e a ALELC (Suécia, Finlândia, Suíça, Islândia e Noruega).

Ocorrendo tal hipótese, os países em desenvolvimento, como o Brasil, terão de aparelhar sua tecnologia e qualificar seu mercado de consumo para obter vantagens nas reciprocidades internas de cada grupo específico. As empresas que quiserem participar desse processo terão que adotar tecnologia avançada e desenvolver novas práticas gerenciais e administrativas, para que cada empregado seja um agente criativo e participe ativamente no processo de produção. Conceitos gerenciais estruturados na hierarquia e cargo de confiança têm de ceder lugar à 'co-participação', 'cooperação' e 'co-responsabilidade'.

Historicamente, a estrutura hierárquica é a de uma pirâmide de cargos e, na maioria das vezes, numa síntese indesejável, leva o titular a se identificar com o próprio cargo. O cargo de confiança é o meio utilizado por um grupo para se manter no poder, com acumplicamento mútuo, excluindo os indivíduos não afinados com suas práticas exclusivistas.

Essas práticas acabam por quebrar a harmonia interna do grupo, com desconfianças mútuas, que levam a um certo individualismo patológico e a uma inversão de valores. Ao se premiar a falsidade, isola-se capacidades éticas, intelectuais e criativas, por natureza, incompatíveis com tais arranjos. Shintaro Ishihara, em *O Japão que sabe dizer não*, diz que: "no Japão a

criatividade não está limitada a uma elite científica ou cultural (...) Nossa supremacia, em matéria de alta tecnologia, provém de uma força de trabalho vigilante e inovadora. Todo mundo numa empresa contribui com alguma coisa". Um bom exemplo de co-participação, cooperação e co-responsabilidade.

Todo sistema que queira se autopreservar e persistir precisa de harmonia e coesão internas para operar, em tempo hábil, as adaptações exigidas pelas mudanças globais. As transformações desencadeadas pelo avanço tecnológico sucedem em escala exponencial e merecem atenção, para evitar caminhos irreversíveis, a exemplo do ocorrido na URSS.

Nos manifestos publicados pouco depois de Lenin assumir o poder, como relata Aldous Huxley em *O despertar do Mundo*, foram abolidas as notas escolares; a distribuição de insígnias e medalhas; a antiga forma de disciplina, que passaria a ser resultado do próprio trabalho coletivo e racional; as punições nas escolas e o uso do uniforme escolar. Entretanto, a URSS de Lenin não sobreviveu.

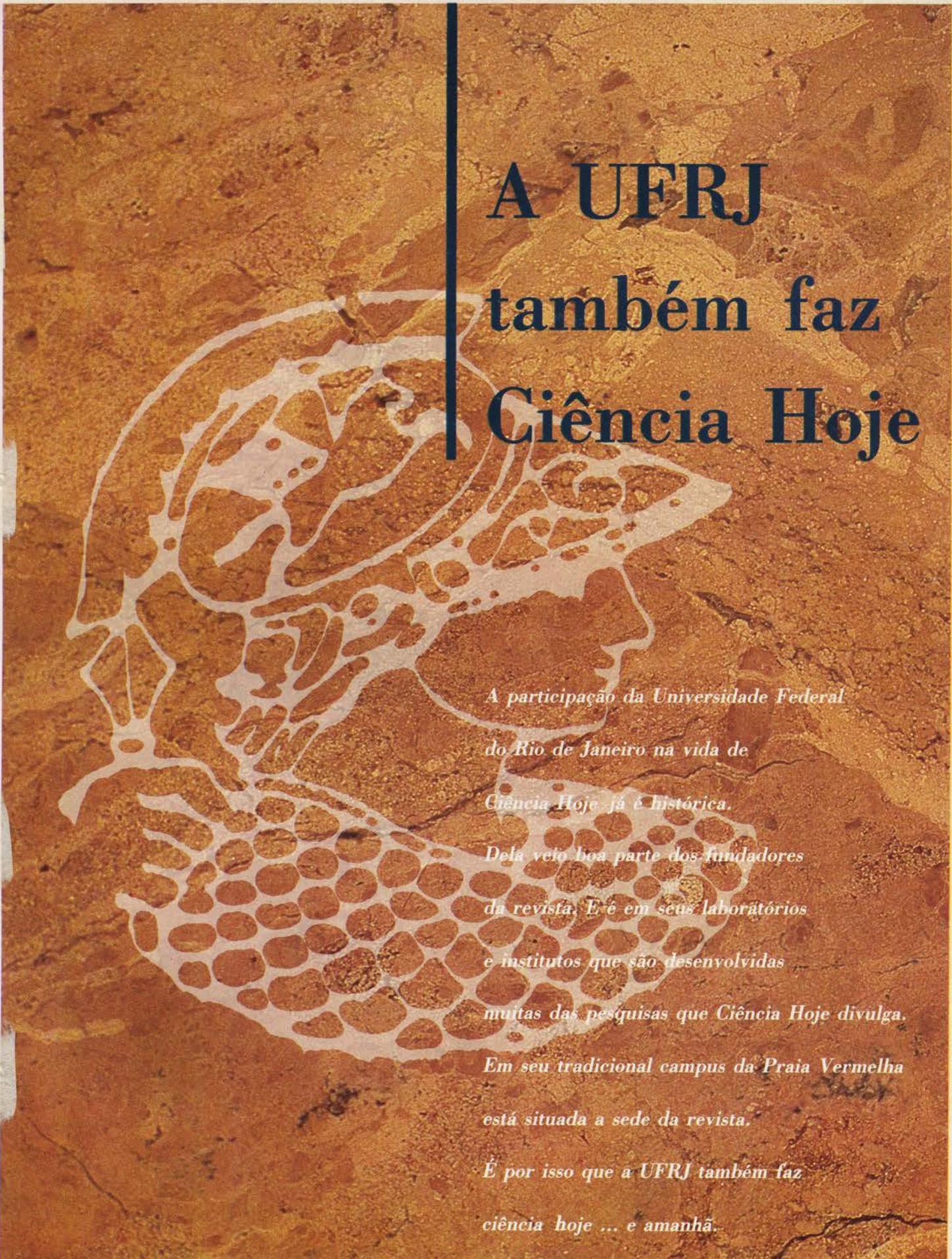
Com Stalin no poder, foi promulgado, em 11 de setembro de 1935, o decreto da Reforma Acadêmica que, segundo o citado livro de Huxley, determinava a elaboração de um regulamento "categórico e absolutamente obrigatório para os alunos e professores", estabelecendo o regime de estudos e disciplina para todas as escolas. Os participantes do sistema deviam manter a vigilância quanto à moral e o estado mental dos estudantes comunistas. Todos os alunos, de qualquer idade ou grau, usariam o mesmo uniforme e teriam sua vida escolar anotada em fichas pessoais. O totalitarismo de Stalin isolou a URSS do mundo e criou as contradições internas que culminaram com o desfecho fatal, presenciado recentemente. Criou uma casta dominadora e privilegiada, em detrimento de uma maioria miserável, despojada do prazer de viver. A tecnologia foi concentrada na área bélica e espacial, atrofiando-se os demais segmentos capazes de assegurar um desenvolvimento global sustentado.

Os valores e condicionamentos que prevalecem nas organizações estatais, governo e empresa, do ocidente geram uma estrutura hierárquica, na qual as pessoas são abjetamente obedientes a seus superiores e hediondamente desumanas com seus inferiores. Os cargos são ocupados por grupos de interesses específicos, cuja trama "lobista" constitui uma doença fatal.

A empresa do século XXI deve buscar no homem o seu sustentáculo, incentivar seu talento e criatividade, reduzir o confronto individual, para gerar cooperação e co-responsabilidade, pois é o homem quem deflagra e mantém o progresso.

Geraldo Martins Souza

Petrobrás, São Mateus (ES).



A UFRJ também faz Ciência Hoje

*A participação da Universidade Federal
do Rio de Janeiro na vida de
Ciência Hoje já é histórica.*

*Dela veio boa parte dos fundadores
da revista. E é em seus laboratórios
e institutos que são desenvolvidas
muitas das pesquisas que Ciência Hoje divulga.
Em seu tradicional campus da Praia Vermelha
está situada a sede da revista.*

*É por isso que a UFRJ também faz
ciência hoje ... e amanhã.*

1993

**UFPE/RECIFE
45^A REUNIÃO ANUAL
1^A EXPOCIÊNCIA**



CIÊNCIA E QUALIDADE DE VIDA



**11 A 16
DE JULHO**