

CIÊNCIA HOJE

REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA VOL. 12 Nº 67 OUTUBRO DE 1990 Cr\$ 400,00

SHOPPING-CENTERS

A VISÃO DE CORES
DAS ABELHAS

MANAUS, BOA VISTA, SANTARÉM, RIO BRANCO, JIPARANÁ,
PORTO VELHO E MACAPÁ (VIA AEREA) Cr\$ 480,00



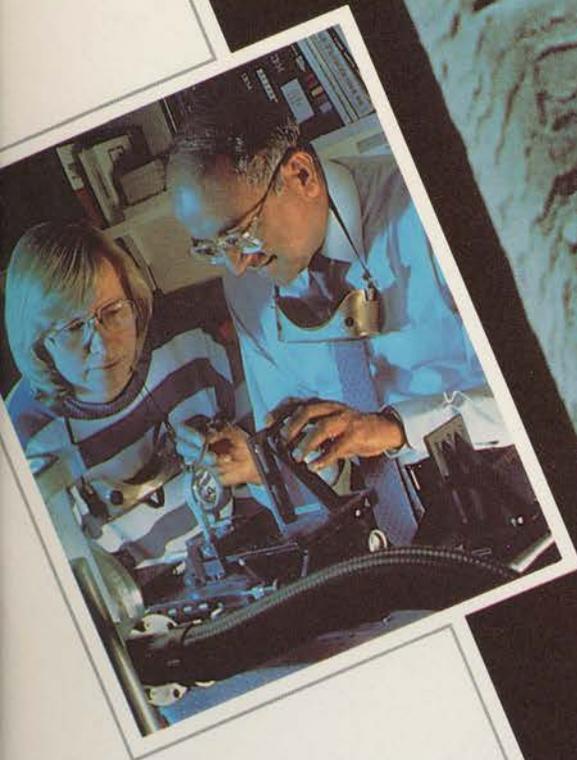


Algumas conquistas IBM são de arrepiar os cabelos.

"...brilha uma nova explosão de força."
Aí está um fio de cabelo humano onde foram feitos sulcos por um processo de gravação a laser sem calor, que não danifica o resto do tecido.

O processo, descoberto pelo cientista da IBM Rangaswamy Srinivasan e por seus colaboradores, é uma luz de laser ultravioleta tão precisa que se constitui num perfeito instrumento para cirurgiões oftalmologistas que, com ele, operam a córnea, para corrigir defeitos de visão.

**Agora imagine
o que nós
podemos fazer
por você.**



IBM Brasil

Durante décadas, possuir a bomba foi sinônimo de poder. O precário equilíbrio de forças, num mundo bipolarizado, repousava, perversamente, sobre os armamentos nucleares, mísseis e bombardeiros. Os arsenais, cada vez maiores e mais destruidores, não se destinavam propriamente ao uso, pois provocariam o fim dos dois lados, mas a dissuadir o inimigo de usar as suas armas. Era a paz do medo. A cada dia se ampliava a ameaça fatal sobre a humanidade. O relógio do *Bulletin of Atomic Scientist* chegou a marcar três minutos para a catástrofe (hoje, marca dez minutos). Os movimentos em defesa da paz e contra o holocausto nuclear mobilizaram milhões de pessoas, sobretudo na Europa e nos EUA. Foram parte importante da resistência à tresloucada corrida armamentista e às mais poderosas máquinas de guerra da história humana.

Felizmente, o mundo conseguiu sair do olho deste furacão de insanidade. Em meados dos anos 80, ele começou a passar por alterações fundamentais. A 'perestroika' soviética, o degelo nas relações Leste-Oeste, as transformações na Europa oriental, a unificação alemã, a ascensão do Japão à liderança mundial em área de ponta mudaram rapidamente a face do planeta. Iniciou-se a desativação dos arsenais nucleares. A competição entre as nações ganhou vigor nas áreas da educação e do conhecimento científico e tecnológico. O saber é o novo nome do poder. A bomba tornou-se um peso insuportável e anacrônico.

Ao cobrir com pá de cal o poço de Cachimbo, buraco que ocultava nossa participação no delírio armamentista nuclear, e assumir perante as Nações Unidas o compromisso de desmilitarizar nossos programas nucleares, o presidente da República inaugurou novas diretrizes nessa área, em sintonia com a gravidade da situação interna e com os novos tempos no mundo.

Outras, porém, foram as conclusões do grupo de trabalho sobre o Programa Nacional de Energia Nuclear (Pronen), que recomendou a construção de oito reatores, dos quais seis experimentais, em institutos militares. O Centro Tecnológico do Exército (Cetex), no Rio, por exemplo, deveria ficar com um reator a urânio natural refrigerado a ar e moderado a grafite, que, em operação, produz grande quantidade de plutônio, matéria-prima para a fabricação de bombas. Logicamente, reator que produz plutônio em instalação militar só pode ter como objetivo a bomba. O próprio orçamento da União para 1991, na rubrica de C&T, prevê substanciais acréscimos de recursos para os ministérios militares. O Cetex, que em 1990 recebeu US\$ 15 milhões, deve receber US\$ 45 milhões em 1991. A Marinha deve receber US\$ 95 milhões, em 1991, tendo recebido US\$ 48 milhões, em 1990. A CNEN, cumprindo ora papel civil, ora militar, deve dobrar seu orçamento, passando de US\$ 85 milhões, este ano, para US\$ 150 milhões, no próximo. Mesmo admitindo que nem todos esses recursos serão gastos em pesquisas nucleares, pode-se supor que boa parte deles o será. A prevalecerem as novas diretrizes anunciadas pelo presidente da República, haverá, evidentemente, que avaliar em profundidade o que está sendo feito e, se necessário, ajustar os programas aos critérios civis de competência e prioridade.

O Congresso, incumbido pela Constituição de fiscalizar o uso exclusivamente pacífico da energia nuclear, instaurou uma CPI sobre o programa nuclear autônomo e deve, por exemplo, colher respostas convincentes sobre o significado e os objetivos da cons-

O PODER E A BOMBA

trução de um submarino movido a energia nuclear. Seria arma defensiva ou ofensiva? Para a Sociedade Brasileira de Física, é ofensiva. A propulsão nuclear será necessária para a defesa de nossas costas? Para tal missão, parece haver outras alternativas, não nucleares, desenvolvidas na Suécia, Alemanha e URSS. Cabe examinar, também, que outros setores seriam beneficiados com os avanços tecnológicos do programa autônomo. Estas análises conduzem, necessariamente, ao reexame de como têm sido enfocados no país os conceitos de soberania e segurança nacional. Sua definição deixa de ser privativa das Forças Armadas, para hoje ser tarefa de toda a sociedade.

Como justificar a construção do reator a gás-grafite do Cetex? Quantos avanços propiciará? Por que construí-lo num instituto militar? Como explicar que o Cetex recebe mais recursos do que todos os institutos de pesquisa do CNPq juntos?

Redirecionar e submeter a controle civil os programas nucleares é medida correta e urgente. Deve ser efetivada antes que novos e valiosos recursos sejam envolvidos em projetos de duvidosas conseqüências. Entendemos como civil um projeto que pode e deve ser avaliado ao lado e em competição com os projetos de todas as outras áreas do desenvolvimento científico e tecnológico. O mesmo critério vale para pesquisas em institutos militares, salvo casos especiais de sigilo, cuja necessidade reconhecemos, mas cujo controle, a nosso juízo, não pode ficar a cargo da própria instituição que realiza tais pesquisas.

A própria CNEN deve ser repensada, por estar comprometida com um programa de P&D claramente ultrapassado. Ademais, dividida entre uma suposta direção civil e um efetivo comando militar, ela é, ao mesmo tempo, promotora e fiscalizadora de atividades nucleares, das mais simples às mais complexas. É óbvio que um órgão não pode ser encarregado de fiscalizar as suas próprias atividades, ainda mais em área tão delicada. Isso tem que mudar. Mas não se trata de mera troca de nomes. A CNEN deve estabelecer suas prioridades de orçamento e pesquisa em conjunto e em igualdade de condições com todos os demais institutos. Há que não deixar dúvida sobre seu caráter pacífico e alargar seu âmbito de atuação. Hoje, as fontes de energia multiplicaram-se e o espectro das pesquisas diversifica-se. A energia nuclear já não é nem a mais importante, nem a mais promissora. As energias subatômicas, a supercondutividade, o armazenamento de energia, a optoeletrônica são áreas de crescente interesse no campo do uso e produção de energia. É preciso explorá-las ao máximo, a partir de uma agência própria e de ampla competência. Daí a provável conveniência de se criar uma grande Comissão Nacional de Energia, como já o fizeram países com problemas similares aos nossos.

A redefinição da política nuclear — livrando-a de qualquer anacronismo, seja em aventuras perigosas ou em intenções obscuras de liderança pela força — e sua incorporação a uma política energética de dimensões abrangentes, capaz de enfrentar os desafios de hoje e de amanhã, certamente são providências essenciais para acelerar o desenvolvimento nacional e dar novo impulso à integração latino-americana, vital para todos os nossos povos.

CARTAS DOS LEITORES

AS ÁGUAS DA AMAZÔNIA

Em primeiro lugar, quero parabenizar a SBPC pela publicação de *Ciência Hoje* n.º 64, que fez uma abordagem primorosa de um tema de extrema importância, mostrando como a exploração irracional pode ocasionar danos irreversíveis à Amazônia. Não tenho formação superior, mas procuro repassar aos agricultores da minha região informações obtidas através de revistas como *Ciência Hoje*, *Globo Rural* e *Guia Rural*, sobre a preservação das matas nativas, utilização de quebra-ventos, controle biológico e manejo integrado de pragas e doenças.

Na minha região, que originalmente possuía solos de alta e média fertilidade, a terra já está degradada a ponto de não se prestar mais à agricultura, e as águas dos rios apresentam elevado grau de contaminação por agrotóxicos (...). Acredito que esses problemas têm origem na desinformação gerada pela falta de instrução. Temo que as agressões que o homem tem feito ao meio ambiente tenham resultados nefastos. A solução é investir em pesquisa, fortalecer universidades e centros de pesquisa e moralizar o ensino de primeiro e segundo graus. Nesse contexto, a SBPC desempenha um papel de suma importância.

Finalmente, desejo saber se posso associar-me à SBPC sem ser apresentado por outro sócio.

GILBERTO PEREIRA JÚNIOR
GUARANIÁÇU (PR)

• *Agradecemos as palavras elogiosas e sugerimos, quanto a seu pedido de inscrição, que entre em contato com a Secretaria Regional da SBPC no Paraná ou suas seccionais. Os endereços constam do expediente, ao final da revista.*

HOMEOPATIA

Solicito-lhes o obséquio de responder, na seção 'O Leitor Pergunta', algumas questões: A homeopatia é uma terapia ou um engodo? Como pode, segundo a homeopatia, uma solução diluída *n* vezes ainda ter efeito? A água tem memória?

LUIZ GONÇALVES MENDES JUNIOR
TAPIRATIBA (SP)

• *Em Ciência Hoje n.º 39 foi publicado extenso artigo sobre homeopatia. O interesse despertado foi tamanho que novo artigo sobre o tema apareceu na edição de n.º 42, apresentando as manifestações de alguns leitores (inclusive médicos homeopatas). Consultando essas edições, o leitor encontrará as respostas para suas perguntas.*

AUTORA CORRIGE

Gostaria de agradecer pela boa apresentação de meu artigo 'Ecologia e biologia de igapós e igarapés', em *Ciência Hoje* n.º 64. O texto contém, infelizmente, dois erros, provavelmente de minha culpa, que gostaria de ver corrigidos, em uma errata. O primeiro está na tabela situada à página 50, na coluna referente à microfauna: a indicação 'Camarões jovens...11,7' deve ser substituída pelas indicações 'Camarões jovens...2,0' e 'Microcrustáceos...9,7'. O segundo situa-se na mesma página, no quarto parágrafo, onde é dito que não foram examinadas, quanto à colonização, 4,3 t/ha de madeiras pequenas misturadas às folhas. A quantidade correta do material não examinado é 3,8 t/ha.

ILSE WALKER
INSTITUTO DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – Inpa
MANAUS



BORBOLETAS

Na página 44 de *Ciência Hoje* n.º 60, no artigo 'Agrírias, a rainha das borboletas', a legenda que acompanha as fotografias indica de forma incorreta a larva adulta e a crisálida. A legenda correta seria: 'Ao lado, ainda a *Historis odius*, sob a forma de crisálida, pendurada em um galho. Abaixo, a larva adulta da mesma borboleta, sobre uma folha de *Cecropia* (embaúba), a sua planta de alimentação'.

FRANCISCO PEREIRA BARBOSA
CAMPINAS (SP)

MANAUS NO MAPA

Sou leitor dessa conceituada revista e gostaria de registrar um erro que foi cometido na figura situada à página 47 de *Ciência Hoje* n.º 64. A impressão da imagem do satélite está invertida, pois Manaus está situada no lado esquerdo do rio Negro, e não no lado direito, como na fotografia. Aproveito a oportunidade para parabenizá-los pelo elevado nível científico das matérias abordadas naquela edição.

NELSON CARLOS ROSOT
CURITIBA

MOSCAS E MOSQUITOS

Sem intenção depreciativa, desejo apresentar alguns reparos ao interessante artigo de Saulo Jesús Soria, em *Ciência Hoje* n.º 57, intitulado 'A mosca que rende US\$ 1 bilhão'. Parece-me mais apropriado chamar *Forcipomyia* de mosquito e não de mosquinha, muito menos de mosca, pois é um gênero morfológicamente próximo daquele e não desta. Além disso, a falta de referência à espécie dá a idéia de que todas as espécies do gênero *Forcipomyia* polinizam o cacaueteiro, mas muitas delas não visitam flores, sendo sugadoras da hemolinfa de outros insetos.



Gostaria de repisar uma questão semântica sobre os vocábulos mosca e mosquito, já tratada por José Reis em *Ciência e Cultura* n° 35, em 1983. No Brasil, o povo distingue duas formas fundamentais entre os insetos da ordem Diptera, mesmo quando são minúsculos: a de mosquito e a de mosca. Assim, chama de 'mosquito-pól-vora' ou 'mosquito-do-mangue' os pequenos ceratopogonídeos sugadores de sangue (maruins); de 'mosquito-palha' ou 'mosquito-birigui' os flebotomíneos que transmitem a úlcera de Bauru; e de 'mosquito-borrachudo' os simulídeos. Por outro lado, são populares os nomes de 'mosca-das-frutas' (tefrítideio), 'mosca-do-berne', 'mosca-varejeira', 'mosca-dos-estábulo', 'mosca doméstica' (muscóideos), 'mosca-da-madeira' (pantoftalmídeo) e 'mosquinha lambe-olho' (minúsculo cloropídeo transmissor da boubá).

É evidente, portanto, que na linguagem popular o termo mosquito indica somente os dípteros da antiga subordem Nematocera, de aparência delicada, dotados de antenas geralmente longas e filiformes com

mais de dez artículos, cuja forma corriqueira é a do mosquito caseiro; e o termo mosca e seu diminutivo designam os dípteros da subordem Brachycera, de feição atarracada, dotados de antenas curtas com menos de dez artículos, cuja forma típica é a da mosca doméstica.

Alguns exemplos contrariam esta distinção popular. Mosquito quer dizer mosca pequena, mas certas espécies de tipulídeos (pernilongos) medem quase 50 milímetros de comprimento, e também entre as moscas existem espécies minúsculas, com um ou dois milímetros. De qualquer modo, o uso adequado dos termos torna mais precisa a citação desses insetos, como na língua inglesa, que designa com as palavras *midge* e *gnat* os dípteros nematóceros e com a palavra *fly* os braquíceros.

MESSIAS CARRERA
SÃO PAULO

• *Saulo Jesús Soria, pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho da Embrapa e autor do artigo citado, responde:*

Agradeço a atenta carta do leitor e de-sejo salientar que seu comentário contribui positivamente com o artigo, esclarecendo aspectos semânticos dos vocábulos 'mosquinha', 'mosca' e 'mosquito'. Aceito com prazer a sugestão de que Forcipomyia seja denominado 'mosquito Forcipomyia', descartando-se a denominação por mim utilizada de 'mosquinha' ou 'mosca'. Esclareço que não foram diferenciadas as espécies polinizadoras e não-polinizadoras de Forcipomyia em função da extensão reduzida do artigo e de sua destinação a um público eclético. Para os interessados, informo que o gênero Forcipomyia é complexo, com mais de uma dúzia de subgêneros conhecidos. As espécies polinizadoras pertencem aos subgêneros Forcipomyia (Euprojoannisia), F. (Warmkea), F. (Thyridomyia) e F. (Forcipomyia), o que talvez só interesse ao especialista em polinização do cacauzeiro. As espécies consideradas mais importantes no Brasil são Forcipomyia (Euprojoannisia) blantoni (Soria e Bystrak) e Forcipomyia (Euprojoannisia) spatulifera (Saunders).

LASERS Nd:YAG



Os lasers **ultra-rápidos** de **Nd:YAG** e de corante, fabricados pela COHERENT INC., têm performance imbatível e operação simplificada.

Não é necessário que o usuário seja especialista em lasers de pulso curto para operá-los, permitindo que o tempo disponível seja realmente utilizado na realização do experimento ou aplicativo.

Esses lasers são a ferramenta ideal para estudos de dinâmica ultra-rápida em semicondutores, fotoquímica, moléculas biológicas, em tempos de pico-segundo e até femto-segundo.

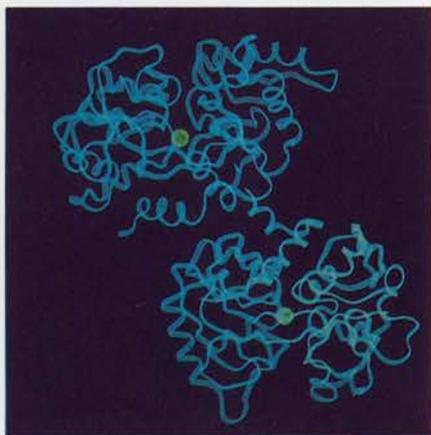
Lasers de argônio/criptônio e de **corante contínuo** também são produzidos pela COHERENT e são os mais confiáveis do mundo. Os lasers COHERENT têm 18 meses de garantia e são representados no Brasil por quem entende de laser: OPTO ELETRÔNICA S.A., única fabricante de lasers de Hélio Neônio do Hemisfério Sul.

REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA O BRASIL

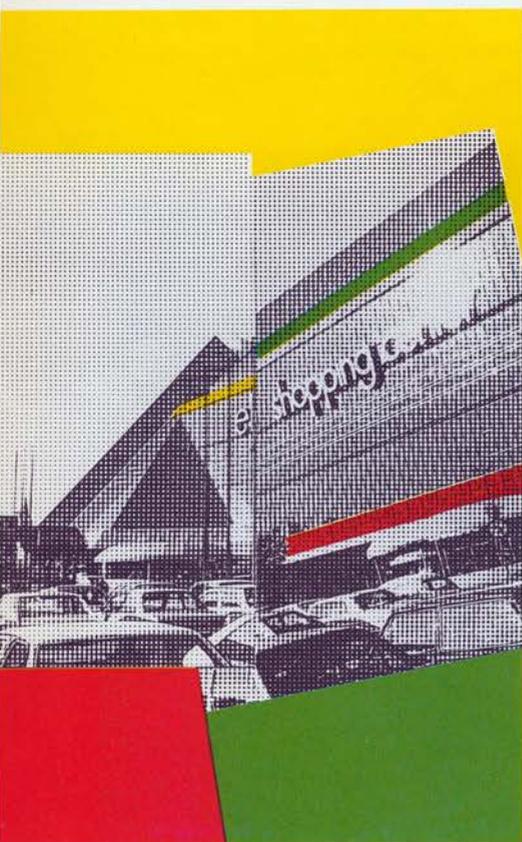
opto ELETRÔNICA S/A

Matriz: Rua Joaquim A. R. de Souza, 1.071 - CEP 13.560
Jd. Santa Felícia - São Carlos - SP - Tel. (0162) 72-3881
FAX: (0162) 72-6235 - Telex: 16 2378 OESC BR
Filial: R. Joaquim Távora, 1564 - Vila Mariana - CEP 04015
São Paulo - SP - Tel.: (011) 571-4835 - FAX (011) 575,2435

 **COHERENT**



16



26

EDITORIAL 1

CARTAS DOS LEITORES 2

ÍNDICE 4

UM MUNDO DE CIÊNCIA 7

Pesquisadores dos Estados Unidos restauraram genes supressores de câncer em células tumorais, começando a tornar real a possibilidade das terapias gênicas. Por Eugenia Costanzi e Mari Sogayar Armelin.

O LEITOR PERGUNTA 8

A Amazônia seria mesmo o 'pulmão do mundo', por cuja manutenção e uso poderíamos, quem sabe, cobrar *royalties*? Otto R. Gottlieb mostra que a imagem é incorreta e que a questão é um pouco mais complexa.

TOME CIÊNCIA 12

A pesquisa de alternativas ao uso do sangue humano decorre dos riscos envolvidos na transfusão. Mas não é tarefa simples criar um substituto sintético, como mostra a hematologista Anna Bárbara Proietti.

O estudo da molécula da transferrina, responsável pelo transporte do ferro no organismo, permite compreender e combater doenças associadas ao metal. Por Richard Garratt e Yvonne Mascarenhas.

ARTIGOS

O LARGO POTENCIAL DOS FILMES ULTRAFINOS 18

Oswaldo Novais de Oliveira e David Martin Taylor

Películas da espessura de moléculas, fabricadas com o uso de uma técnica criada por Irving Langmuir e Katharine Blodgett nas primeiras décadas do século, podem vir a ter aplicações de grande importância em variados campos científicos, segundo pesquisas recentes.

SHOPPING-CENTERS: AVENIDAS DE SONHOS 26**Heitor Frúgoli Jr.**

Os *shopping-centers* atingem hoje um gigantesco fluxo de consumidores, mudando comportamentos, sacudindo velhos hábitos e vencendo resistências. Qual o segredo desse fascínio?

A VISÃO DE CORES DAS ABELHAS 36**Dora Fix Ventura e Randolf Menzel**

Estudos sobre a visão de cores, que investigam relações entre comportamentos e mecanismos neurais, têm na abelha um excelente sujeito experimental, como mostram pesquisas feitas em conjunto por cientistas brasileiros e alemães.

**PERFIL 48**

Wilson Teixeira Beraldo, professor do Departamento de Fisiologia e Biofísica da UFMG, foi um dos responsáveis pela descoberta da bradicinina, substância envolvida na regulação da pressão arterial.

**É BOM SABER 58**

Os avanços tecnológicos trazem benefícios, mas também implicam certos riscos. Com quais desses riscos é aceitável conviver? Como avaliar tais riscos e benefícios? Por Ademar Freire-Maia.

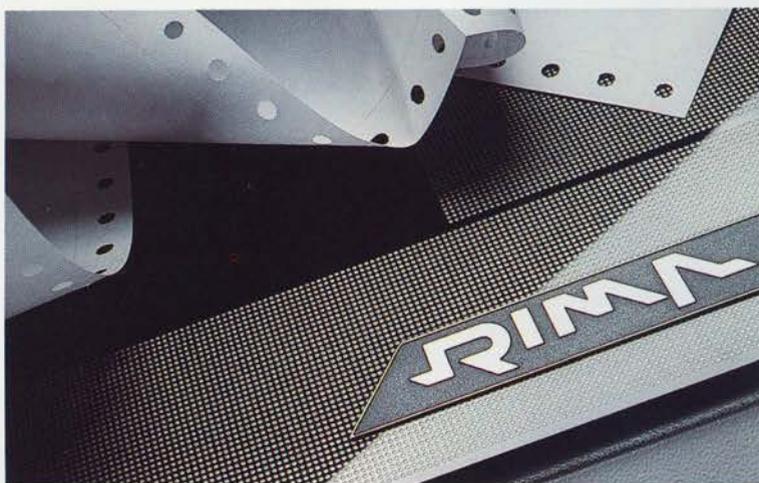
Maria do Carmo Mendes Marques apresenta o trabalho minucioso dos pesquisadores do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, que, sob sua coordenação, pretendem identificar a flora original do Estado.

**RESENHA 62**

José Ricardo Tauile recomenda a leitura de *Automação e movimento sindical no Brasil*, de Ricardo Neder, Laís Abramo, Nair de Souza, Alvaro Diaz, Gonzallo Falabella e Roque da Silva, um estudo dos impactos das novas tecnologias sobre o trabalho industrial.

Tecnologia e trabalho industrial, de Ruy Carvalho, e *Automação, competitividade e trabalho*, organizado por Carvalho e Hubert Schmitz, que analisam os impactos sociais da automação, são obras de grande importância em seu campo, na opinião de Rogério Valle.

Nossa empresa
vive com uma idéia
fixa na cabeça.



Impressoras.

Impressoras. Esse é o nome do nosso negócio.
Uma verdadeira idéia fixa, que frequenta a cabeça de técnicos, funcionários e executivos da Rima, diariamente.
Especializada, como impõe o moderno conceito empresarial, a Rima só faz impressoras.
E é graças a isso que assegura ao setor de micro- informática, uma permanente evolução.
Seja no desenvolvimento de produtos, seja na prestação de serviços e apoio técnico.
Disso depende o nosso sucesso.
Impressoras. Quem tem essa idéia fixa na cabeça, só pode fazer dela o melhor negócio.

A CAMINHO DA TERAPIA GÊNICA

Algumas doenças são claramente de natureza genética, ou seja, são causadas por genes defeituosos que passam de uma geração para outra. O combate a essas doenças depende, portanto, da identificação do defeito genético, através de técnicas bastante avançadas. Uma vez identificado o problema, tem sido possível, pelo menos em alguns casos, desenhar estratégias para sua solução.

A origem genética de alguns tipos de câncer já está comprovada. Uma célula que em circunstâncias normais só iniciaria sua divisão na presença de determinados fatores pode ser levada a se dividir de modo descontrolado, gerando um tumor. A perda do controle da proliferação celular pode ocorrer por dois mecanismos básicos:

a. superatividade de um gene de câncer (oncogene);

b. falta da proteína correspondente a um gene supressor do tumor (antioncogene).

A idéia da existência de genes supressores de câncer (ver 'Controle e subversão da proliferação celular', em *Ciência Hoje* n.º 52) surgiu há mais de 20 anos, a partir de experimentos baseados na fusão de células. Tais pesquisas mostraram que a fusão de uma célula normal com uma tumoral resulta na produção de uma célula híbrida normal. É como se algo presente na célula normal restaurasse o controle da divisão celular.

A identificação de genes presentes na célula normal e ausentes (ou defeituosos) na

célula cancerosa tem permitido a pesquisadores o isolamento de genes supressores de tumor. Um dos antioncogenes isolados é o gene Rb, associado ao retinoblastoma, um tipo de tumor ocular infantil.

Recentemente, um grupo de pesquisadores da Universidade da Califórnia (em San Diego, EUA), chefiados pelo biólogo molecular Wen Hwa Lee, completou os primeiros experimentos sobre a utilização do gene Rb como ferramenta para a supressão do crescimento tumoral, ou seja, para a terapia gênica do câncer.*

Lee e sua equipe usaram técnicas de engenharia genética para construir um retrovírus recombinante que carrega o gene Rb humano normal. Esse vírus recombinante não é capaz de se multiplicar, mas pode infectar células humanas, levando para dentro delas a informação genética contida no gene Rb. Em seguida, linhagens celulares de retinoblastoma, osteossarcoma (câncer ósseo) e carcinoma de próstata (tumores que possuem o gene Rb alterado ou ausente), foram infectadas com o vírus recombinante contendo o gene Rb normal.

Para ter certeza de que o vírus recombinante infectou as células, usaram ainda outro artifício: adicionaram a esse vírus um gene que confere resistência ao antibiótico geneticina. O uso do antibiótico permitiu selecionar apenas as células portadoras do vírus e, portanto, do gene Rb. Quando implantaram as células infectadas em animais de laboratório (camundongos *nude*, ou se-

ja, com sistema imunológico deprimido, que aceitam transplantes de células humanas), verificaram que não eram mais capazes de gerar tumores. O fenótipo tumoral foi corrigido nas células cancerosas infectadas com o vírus recombinante de Rb.

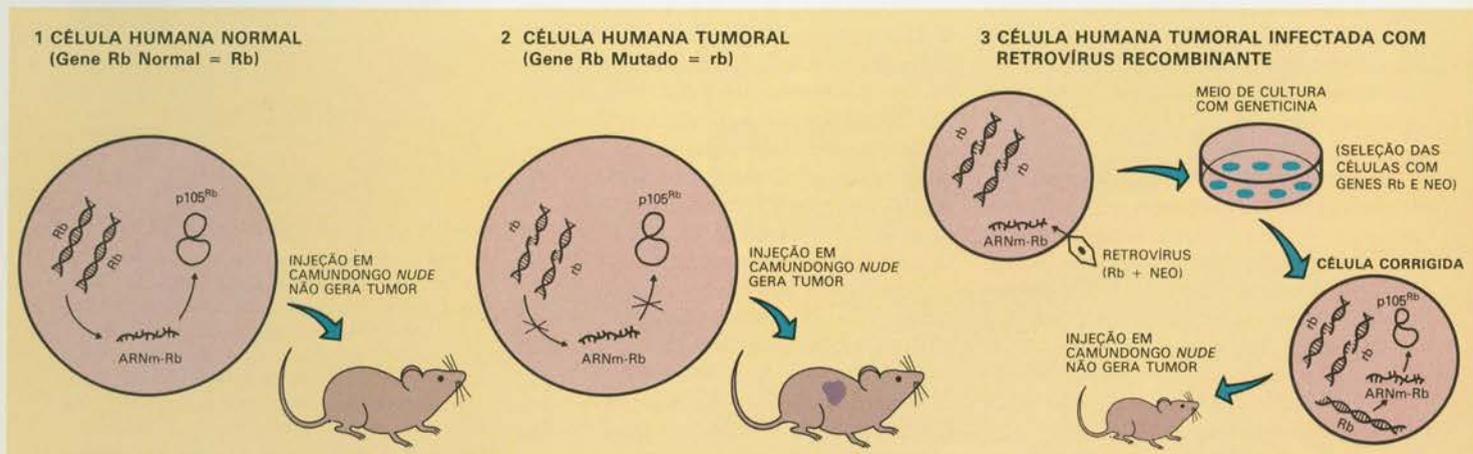
A utilização de técnicas de biologia molecular para esse tipo de terapia gênica, com restauração de genes supressores, deve ser encarada com muita cautela. Os genes carregados pelos vírus recombinantes não se integram com facilidade e de maneira estável à célula. Além disso, a atuação dos genes supressores pode acarretar alterações em outras funções celulares, como senescência e diferenciação. É possível também que cada tipo de tumor responda a um determinado gene supressor.

Embora existam muitas dúvidas, os resultados conseguidos até aqui são promissores. A continuação das pesquisas sobre os genes envolvidos no controle da proliferação celular é necessária e importante, pois poderá levar, no futuro, a técnicas eficientes de terapia tumoral.

* *Science*, vol. 247, pp. 712-715, 1990

EUGENIA COSTANZI
MARI SOGAYAR ARMELIN

DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA,
INSTITUTO DE QUÍMICA,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



Fases da experiência: (1) células humanas normais, com o antioncogene Rb íntegro, formam o ácido ribonucleico mensageiro de Rb (ARNm-Rb) e sintetizam a proteína p105^{Rb}, que impede a formação do tumor. Injetadas em camundongos *nude*, estas células não geram tumores; (2) células humanas tumorais, nas quais o gene Rb está mutado, não formam a p105^{Rb}. Injetadas em camundongos, tais células geram tumores; (3) as células tumorais foram infectadas por um retrovírus recombinante que carrega o gene Rb íntegro e um fator de resistência ao antibiótico geneticina (gene neo). Selecionadas em meio de cultura contendo geneticina e injetadas em camundongos, as células 'corrigidas' (que incorporaram o antioncogene Rb a um cromossoma) sintetizam a p105^{Rb} e não geram tumores.

O LEITOR PERGUNTA

A polêmica vem de longe. Em 1971, a imprensa noticiou que Harald Sioli, então diretor do Departamento de Ecologia Tropical do Instituto Max Planck de Limnologia, afirmou que a floresta amazônica, produzindo 50% do oxigênio presente na atmosfera, seria o 'pulmão do mundo'. A imagem era obviamente infeliz, visto que o pulmão usa oxigênio e expele gás carbônico, operação contrária à que se queria atribuir à floresta. Posteriormente, Sioli declarou que seu pensamento fora deturpado: em sua entrevista, concedida à United Press International, não mencionara variações do teor de oxigênio na atmosfera.

Poucos, porém, parecem ter dado ouvidos ao desmentido, de tal modo que, em 1982, Hilgard O'Reilly Sternberg fez furor numa Conferência Regional da União Geográfica Internacional ao denunciar essa 'mitologia ecológica'. E o tema continua em pauta. Em 19/03/89 o *Jornal do Brasil* informava que, entre 41 estudantes cariocas do segundo grau, apenas um "sabe que a floresta amazônica consome todo o oxigênio que produz". Em 23/03/89 a *Folha de São Paulo* proclamava, taxativa, que a "floresta não funciona como pulmão da Terra", qualificando de mentirosa "a idéia de que a Amazônia produziria grande quantidade de oxigênio". Em 02/04/89 o *Jornal do Brasil* voltava a desmentir 'a falácia do pulmão do mundo', citando autoridades. Trata-se, pois, de um caso encerrado, que só cabe reabrir à luz de um indício novo, não considerado nos autos.

Ora, há um indício não considerado: os dez mil milhões de milhões de toneladas (10^{22} g) de carbono orgânico presentes nos sedimentos da crosta terrestre. Como se formou essa fabulosa quantidade, se a reação $\text{CO}_2 = \text{matéria orgânica} + \text{O}_2$ é reversível, isto é, se o material orgânico e o oxigênio produzidos na fotossíntese se consomem mutuamente?

Na fotossíntese, por redução de gás carbônico, as plantas produzem primeiramente açúcares. A transformação bioquímica destes gera ácidos alifáticos simples, ácidos graxos e ácidos aminados, substâncias precursoras que, combinadas, resultam nos chamados produtos naturais, como os terpenóides, alcalóides e flavonóides. Precursores e produtos têm duas características em comum: são micromoleculares, isto é, têm baixo peso molecular, e podem ser degradados em $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ pelo oxigênio do ar. Quando esse processo incide sobre os ácidos alifáticos simples dos precursores, tornando a energia solar captada na fotossín-

“Afinal, tem fundamento a idéia de que a Amazônia é o pulmão do mundo?”

ORLANDO MENDES VITÓRIA

tese disponível sob a forma de energia química, temos a respiração.

Só uma parte, porém, das micromoléculas é queimada (a fração *a*, indicada na figura 1); de outro modo, a vida não passaria de uma engenhosa pilha a energia solar deixada fora de uso. De fato, a energia química dessa pilha pode ser usada para promover a união de outra parte (fração *b* + *c* + *d*, na mesma figura) das micromoléculas em macromoléculas — ácidos nucleicos, lipídeos, proteínas, celulose etc. — que atuam na reprodução, alimentação, construção e defesa dos seres vivos. A adaptação do conjunto macromolecular ao ciclo reacional da pilha aumenta drasticamente o circuito, ou seja, torna mais numerosas e difíceis as reações catabólicas de volta ao sistema $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, fornecendo assim um parâmetro temporal indispensável ao desenvolvimento da vida.

Algumas dessas macromoléculas são mais dificilmente degradáveis que outras porque estão depositadas fora das células vegetais, ao abrigo da maquinaria que facilita essa decomposição oxidativa. Nas árvores, isso ocorre com a celulose e as ligninas acumuladas nos troncos (fração *b*) e nas raízes (fração *c* + *d*), numa proporção que oscila em torno de 4:1. A síntese desses materiais, atrasando a degradação em $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, constitui a força que se opõe à morte. Um organismo se mantém vivo enquanto as reações que transformam micromoléculas em macromoléculas são mais rápidas que as reações inversas, isto é, enquanto o reabastecimento dos reservatórios macromoleculares predomina sobre seu esvaziamento. Durante a vida da planta, ocorre a difusão de *n* moles de CO_2 de fora para dentro de suas folhas e de *n* moles de O_2 de dentro para fora das mesmas. Destes últimos, a fração *a* é reciclada na oxidação das micromoléculas, enquanto a fração *b* + *c* + *d* enriquece a atmosfera.

Mesmo na ausência da maquinaria que facilita a decomposição oxidativa, nenhuma substância orgânica permanece inalterada em presença de oxigênio por muito tempo. Assim, parte dos *n* moles de oxigênio (a fração *b* nas figuras 1 e 2) liberados por fotossíntese é reciclada para a decom-

posição lenta em $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ dos restos da planta que permanecem expostos ao ar após sua morte.

Os restos que ficam ao abrigo do oxigênio têm um destino diverso: são submetidos a fermentação bacteriana e, em vez da oxidação a $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, sofrem redução a hidrocarbonetos. Entre estes, os gasosos, sobretudo o metano, sobem, via atmosfera, até a estratosfera; no percurso, consomem oxigênio por algumas reações lentas que também levam a CO_2 . Já os hidrocarbonetos pouco voláteis permanecem nos sedimentos, fora do alcance da atmosfera. Sobre nesta, assim, a fração *d* dos *n* moles de oxigênio originalmente liberados pela fotossíntese.

Mas seria a fotossíntese o único fenômeno responsável pela introdução de oxigênio na atmosfera? À primeira vista, a fotólise

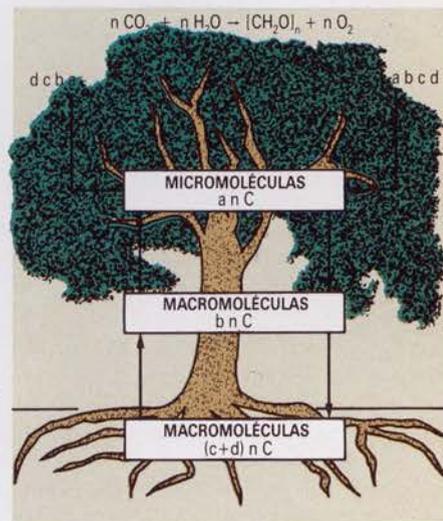


FIGURA 1 Fluxo de carbono através de uma árvore viva. Os açúcares formados ao lado do oxigênio no processo da fotossíntese — representados por $[\text{CH}_2\text{O}]_n$ — são transformados em outras micromoléculas, cuja queima rápida de volta a gás carbônico (fenômeno da respiração) fornece a energia necessária para as transformações químicas que ocorrem no organismo de uma árvore, inclusive as que resultam na formação de macromoléculas. Durante essa queima, uma parte (*a*) de um número *n* de moles de oxigênio atmosférico (correspondente a uma fração *a* do mesmo número *n* de moles de carbono micromolecular) é reciclada, enquanto outra (*b* + *c* + *d*) permanece na atmosfera.

abiológica da água em hidrogênio e oxigênio pareceria constituir um processo alternativo ou adicional. Ocorre, porém, que o oxigênio absorve a radiação solar necessária à sua formação com mais facilidade que a água, transformando-se, por uma série de reações, numa espécie excitada (O*). Antes que quantidade substancial do hidrogênio, que é o mais leve dos gases, escape do campo gravitacional da Terra, O* reage com ele e recompõe a água. Assim, não mais que milésimo do oxigênio existente na atmosfera atual poderia resultar da fotólise.

Supõe-se que há 4,5 bilhões de anos, na época da formação da Terra, a atmosfera primordial, constituída de metano (CH₄), amônia (NH₃), água (H₂O) e hidrogênio (H₂), foi rapidamente substituída por produtos da desgaseificação da crosta. A julgar pela composição dos gases vulcânicos da atualidade, essa atmosfera primitiva compunha-se sobretudo de gás carbônico (CO₂), H₂O e gás sulfídrico (H₂S). A evolução dessa atmosfera até a presente, em que predominam nitrogênio (N₂), oxigênio (O₂), H₂O e um pouco de CO₂, é um dos mais fascinantes capítulos da geoquímica.

Há mais de 3,5 bilhões de anos, os primeiros organismos fotossintéticos iniciaram a transformação de CO₂ e H₂O da atmosfera primitiva, anóxica, em matéria orgânica e oxigênio. Mas a acumulação de oxigênio livre na atmosfera tardou: a datação de sedimentos indica que só há cerca de 1,8 bilhão de anos a transformação de sais ferrosos e sulfetos solúveis em depósitos de óxido férrico e de sulfatos se completou.

Teoricamente, é possível calcular a quantidade de oxigênio liberado para a atmosfera a partir desse período, ao longo de toda a história evolutiva da Terra, até hoje. Bastaria coletar rochas, datá-las por análise isotópica, determinar seu teor de hidrocarbonetos e calcular a quantidade de carbono destes, em moles. Na prática, essas determinações são mais confiáveis no caso das rochas formadas nos últimos 550 milhões de anos. Como esse número de moles de carbono corresponde também ao número de moles de oxigênio efetivamente introduzidos na atmosfera (ou seja, não reciclado por organismos), torna-se possível calcular sua quantidade. O total de carbono orgânico acumulado nos sedimentos da crosta terrestre nos últimos 1,6 bilhão de anos foi avaliado em 118×10^{20} g, ou seja, $9,83 \times 10^{20}$ moles. Ora, $9,83 \times 10^{20}$ moles de O₂ correspondem a 314×10^{20} g.

Quantidades substanciais dessa massa de oxigênio efetivamente introduzida na atmosfera não permaneceram nela, tendo sido consumidas na oxidação de produtos de degradação biológica e de processos abiológicos. Foi a parcela restante, relativamente pequena, que elevou a massa de oxigênio na atmosfera terrestre de zero a 12×10^{20} g desde os tempos primordiais até nossos dias (figura 3).

Se considerarmos as médias referentes aos vários períodos geológicos, que abrangem centenas de milhares de anos, a quantidade de oxigênio atmosférico manteve-se em ascensão. Em intervalos mais curtos, porém, essa quantidade sofreu consideráveis oscilações. A mais forte delas, uma elevação relativamente rápida que levou a uma concentração próxima da atual, ocorreu há cerca de 600 a 500 milhões de anos, quando os seres vivos conquistaram os continentes.

Nos últimos 550 milhões de anos, isto é, no fanerozóico, outras flutuações ocorreram e, curiosamente, os máximos de oxigênio coincidem com épocas geológicas marcadas por grande diversificação dos vegetais, mas não dos animais. Note-se que não se trata aqui do momento em que os grupos se iniciaram, mas daqueles em que

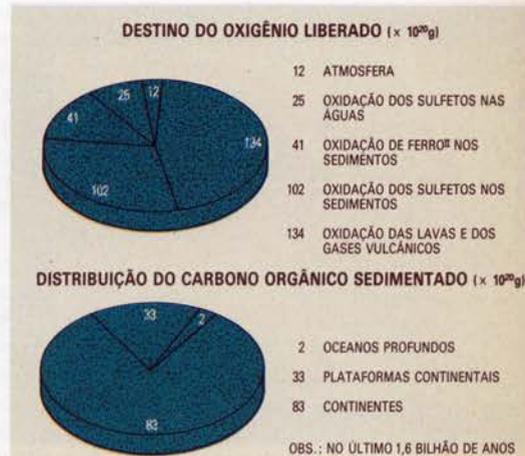


FIGURA 3 Os sedimentos continentais da crosta terrestre depositados no último 1,6 bilhão de anos são muito mais ricos em carbono orgânico que os sedimentos oceânicos. Os continentes são, portanto, mais importantes que os oceanos como fornecedores de oxigênio. Grande parte do oxigênio liberado é consumido na oxidação de produtos de origem biológica e abiológica, mas uma pequena fração permanece livre na atmosfera.

creceu abruptamente o número de táxons no seu seio. Assim, no caso das plantas floríferas, não foi seu tempo de origem (ainda discutido) nem o de sua diversidade máxima (o presente) que coincidiu com um período de teor atmosférico máximo de oxigênio, mas aquele em que o número de táxons do grupo se expandiu, há cerca de 120 milhões de anos. Já no caso dos animais mamíferos, sua origem (há cerca de 160 milhões de anos) e sua diversidade máxima (no presente) coincidem com altas do teor de oxigênio atmosférico, mas sua expansão taxionômica iniciou-se há 60 milhões de anos, época de declínio do teor de oxigênio. É que, no caso das plantas, a escassez de oxigênio, favorecendo a fotossíntese, propicia a origem de filões; entre os animais, ao contrário, é a abundância de oxigênio que favorece o movimento — isto é, a oposição à força da gravidade — e o surgimento de grupos. Assim, são condições de estresse, para os vegetais, o aumento do teor de oxigênio na atmosfera, e, para os animais, ao contrário, a baixa desse teor. A essas situações, ambos responderam, como o prevê a teoria darwiniana da seleção natural: pela diversificação máxima dos grupos existentes.

Mas que teria causado essas oscilações do teor de oxigênio na atmosfera? Dada sua amplitude, dificilmente poderiam ter resultado apenas de vulcanismo, ou seja, de desmineralizações e desgaseificações da crosta. Por outro lado, sabemos que, em deter-

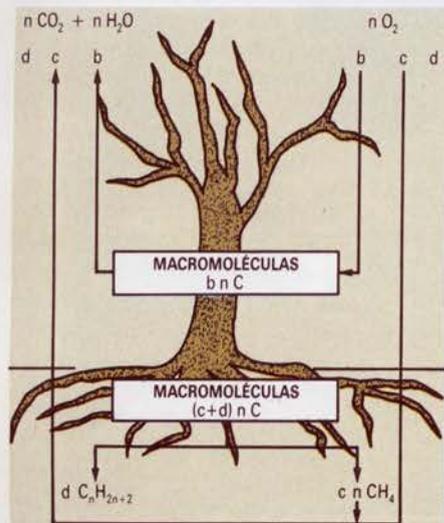


FIGURA 2 Decomposição *post mortem* dos restos da árvore. As macromoléculas dos restos que permanecem expostos ao ar são lentamente queimadas de volta a gás carbônico, consumindo uma parte (b) de certo número n de moles de oxigênio atmosférico (correspondente a uma fração b do mesmo número n de moles de carbono macromolecular). As macromoléculas dos restos que permaneceram ou afundaram no solo são fermentadas em hidrocarbonetos voláteis e fixos. Os voláteis são parcialmente oxidados na atmosfera e os fixos permanecem nos sedimentos, ao abrigo do oxigênio, sendo que cada fração d de n moles de carbono de suas moléculas justifica a não-reciclagem de n moles de O₂ para os restos.

O LEITOR PERGUNTA

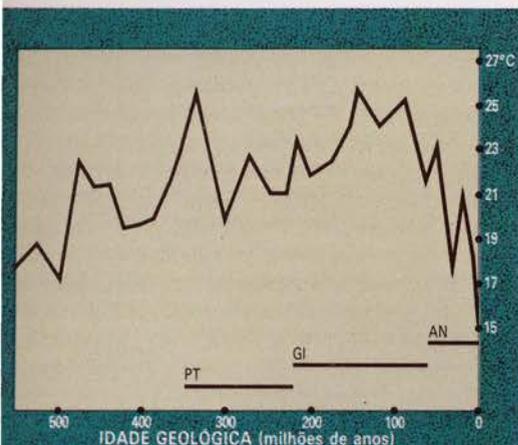


FIGURA 4 Flutuação da temperatura no fanerozóico com relação à média atual (15°C). As retas indicam o domínio de pteridófitas (PT), gimnospermas (GI) e angiospermas (AN).

minadas épocas geológicas, a capacidade fotossintética da Terra sofreu fortes reduções, atestadas por extinções de até 70% das espécies vivas. Em outras, o planeta foi recoberto por florestas densas e pantanosas, formadas inicialmente por samambaias (pteridófitas, há 350 milhões de anos), depois por coníferas (gimnospermas, há 110 milhões de anos) e agora por plantas floríferas (angiospermas). Uma vez que estas últimas são menos facilmente combustíveis, cabe a suspeita de que a alta concentração de oxigênio da época de sua diversificação tenha atuado, pelo menos em parte, como força seletiva.

Essa hipótese mostra que poderíamos ter concluído por uma relação de causa e efeito entre florestas pantanosas e alto teor de oxigênio na atmosfera por outra via. A existência de florestas pantanosas coincide evidentemente com grande quantidade de água em estado líquido ou sob forma de vapor, situação que exige temperaturas terrestres médias relativamente altas. De fato, como mostra a figura 4, os máximos de temperatura calculados para épocas geológicas passadas coincidem com os máximos de oxigênio. Com o teor atual de oxigênio na atmosfera (21%), a vegetação só pode entrar em combustão espontânea quando a umidade relativa do ar cai abaixo de 15%. Com 25% de oxigênio no ar, até galhos e folhas cobertos de orvalho de uma floresta úmida podem pegar fogo. Portanto, nas épocas em que a massa de oxigênio na atmosfera foi superior aos atuais $1,2 \times 10^{21}$ g, tinha-se na Terra uma situação só compatível com um ambiente encharcado de água.

Esse exame das causas das oscilações do teor de oxigênio na atmosfera no presente

e no passado nos autoriza a apontar as plataformas oceânicas continentais, os lagos, os rios, os pântanos, as várzeas e os mangues como regiões que sustentam esse teor. Em extensão, nada se compara às plataformas continentais, que, em conjunto, têm as dimensões da África. Nas suas camadas superficiais, ensolaradas, flutuam microrganismos como os coccolitoporos, com carapaça calcárea, ou as diatomáceas, com carapaça silicosa. Quando morrem, seus esqueletos decaem sobre o fundo. Algumas dessas carapaças inorgânicas ainda contêm a parte orgânica, que sofre, nos sedimentos em formação, redução bacteriana em hidrocarbonetos, sulfetos e mesmo enxofre livre. Em razão de sua riqueza em fitoplâncton, freqüentemente se atribui às plataformas continentais a deposição de compostos carbônicos em sedimentos, processo que sustenta o oxigênio na atmosfera. Mas é preciso ter cuidado: a produtividade total de plantas autotróficas nos oceanos não passa hoje de 5×10^{16} g de matéria orgânica seca por ano, ao passo que os continentes produzem quase três vezes mais: 14×10^{16} g/ano. Essa proporção é compatível com a proporção de carbono orgânico depositado em 1,6 bilhão de anos em sedimentos das plataformas continentais oceânicas (33×10^{20} g) e dos continentes propriamente ditos (83×10^{20} g).

Concluimos, assim, por duas vias, que os continentes são 2,5 a três vezes mais eficientes na sustentação do oxigênio na atmosfera que os oceanos. E qual seria, no continente, o cenário de maior produtividade de oxigênio? No caso da maior área potencial, a Amazônia, esse cenário dificilmente se localizaria nas florestas altas. De fato, dos solos das 'matas de terra firme' brotam águas cristalinas, incolores, que contêm apenas traços de matéria orgânica e de sais dissolvidos de ferro, assim como nitrogênio na sua forma mais oxidada, o íon nitrato, três claros indícios de que, nesses solos, há arejamento suficiente para a oxidação dos restos orgânicos. Isto é confirmado tanto pelo processo de intemperismo dos minerais — pelo qual alumina e óxido férrico (portanto, ferro em estado de oxidação máxima) hidratados ficam retidos nos solos barrentos, pardo-amarelos — como pela ausência de camadas húmiferas e pelo baixo nível freático da água.

Muito mais produtivas de oxigênio seriam as baixadas amazônicas das 'caatingas' (chamadas 'campinas' nas vizinhanças de Manaus). De seus solos brotam águas marrons, com altos teores de matéria orgânica e de sais ferrosos dissolvidos, assim co-

mo nitrogênio na sua forma mais reduzida, o íon amônio, a indicar que neles o arejamento é insuficiente para a oxidação dos restos orgânicos. A conclusão é reforçada pelo processo de lixiviação dos minerais, pelo qual os íons solúveis de alumínio e ferrosos (portanto, ferro em seu estado iônico mais reduzido) são eliminados dos solos arenosos, bem como pela presença de camadas ricas em húmus e pelo altíssimo nível freático da água, que impede a penetração de ar no solo.

Outra vasta região de importância na geração efetiva de oxigênio é formada pelas várzeas, planícies aluviais cujos contornos estão em constante remodelação pelo caudal dos rios, com a permanente erosão de consideráveis blocos de terra. Ainda que a vegetação seja relativamente rala, as quantidades de material orgânico em jogo são imensas, pois a biomassa total — exuberantes capinzais, árvores inteiras — é tragada pelas águas. Afundado nos sedimentos lodosos, anóxicos dos rios, esse material acaba por ser levado, com eles, até a plataforma atlântica costeira.

Assim, quem sustenta que a Amazônia é uma entre várias regiões que funcionam como 'pulmão do mundo' merece respeito. Cabe apenas lembrar que, se o zelo pela taxa de oxigênio atmosférico nos obriga a racionalizar o desmatamento, impõe igualmente que deixemos de poluir as plataformas oceânicas continentais, inclusive por petróleo, que paremos de verter dejetos industriais em lagos e rios, que evitemos aterrar pântanos e mangues, transformar várzeas em pastagens.

Convém não esquecer, porém, que a massa de oxigênio na atmosfera é cerca de 500 vezes maior que a de gás carbônico. Assim, as alterações do teor de oxigênio que o homem possa causar só se farão sentir em prazo muito longo, da ordem de dezenas de milhares de anos. É pouco provável, portanto, que alguém se disponha a pagar *royalties* ao Brasil 'para manter sua gigantesca usina de oxigênio em funcionamento', como sugeriu o então ministro da Fazenda, Delfim Neto, ao ler em *Vêja*, em 1971, a deturpada entrevista de Harald Sioli (o comentário, bem como o sorriso irônico que o acompanhou, foi registrado por Joelmir Beting na *Folha da Manhã* de 17/12/71).

OTTO R. GOTTLIEB

INSTITUTO DE QUÍMICA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO



cozinhas  **SECURIT**
tradicionalmente atuais

av. europa, 418 f 853 5024 r. gaivota 1216 f 530 7377 são paulo
casa shopping f 325 8822 325 7566 r. visconde de pirajá 571 f 511 2698 511 2699 rio de janeiro

SANGUE SINTÉTICO: É POSSÍVEL PRODUZIR-LO?

Desde a descrição do sistema circulatório pelo biólogo inglês William Harvey no século XVII e a descoberta dos grupos sanguíneos pelo imunologista austríaco Karl Landsteiner no início deste século, a prática da transfusão de sangue de um ser humano para outro vem sendo feita com crescente sucesso e segurança, especialmente em função dos avanços das técnicas de esterilização, do controle do processo de coagulação e preservação do sangue e do advento de bolsas plásticas e agulhas descartáveis para a coleta do material.

No entanto, dois fatores estimulam hoje a pesquisa de alternativas ao uso de sangue humano e seus derivados: os riscos inerentes à transfusão — como a transmissão do HIV-1 (o vírus da Aids), dos vírus de diversos tipos de hepatite, e do *Trypanosoma cruzi*, entre outros agentes infecciosos — e a crescente demanda de sangue e derivados, em razão da progressiva complexidade dos tratamentos médico-cirúrgicos. Na eventualidade de guerras ou catástrofes, os tratamentos de massa seriam certamente melhores se houvesse produtos seguros e terapêuticamente efetivos, passíveis de serem obtidos em grande quantidade.

Os avanços biotecnológicos ocorridos recentemente propiciaram a obtenção de vacinas e derivados do sangue e prometem para breve o desenvolvimento de novos produtos terapêuticos e diagnósticos. Alguns elementos do sangue estão sendo produzidos e testados não só como produto de reposição mas também no tratamento de várias doenças. Entre eles destacam-se o fator VIII, que garante a coagulação do sangue em hemofílicos do tipo A; a eritropoietina, que estimula a produção de glóbulos vermelhos; o ativador tecidual do plasminogênio, que promove a quebra de coágulos; os fatores estimulantes de colônias, usados para promover a hematopoiese em pacientes com câncer; interferons, a interleucina-2 e o fator ativador de macrófagos, empregados no tratamento de pacientes com câncer; e o fator de crescimento da epiderme, que leva à cicatrização de feridas.

O investimento na produção de fatores de coagulação (fatores VIII e IX) para o tratamento da hemofilia tem enorme importância, pois sua obtenção exige grandes pools de plasma fresco congelado, o que aumenta os riscos de transmissão de agentes infecciosos. O fator XVIII já está sendo produzido artificialmente em escala co-

mercial, mas a produção sintética de albumina foi abandonada por não ser economicamente compensadora.

Quando se pensa em substituir o sangue por um produto sintético, é preciso levar em conta que este deve preencher uma rigorosa série de exigências. É bom lembrar que a hemoglobina, molécula responsável pelo transporte de oxigênio para os tecidos, é admiravelmente bem adaptada para sua tarefa (figura 1). Estando bem embalada no interior do glóbulo vermelho (hemácia), ela pode permanecer na circulação sem exercer uma indesejável pressão coloidosmótica, decorrente de sua alta concentração.

Além de transportar oxigênio e dióxido de carbono em condições fisiológicas normais e exercer, como faz o plasma, efeito oncótico intravascular (isto é, garantir a permanência do líquido em circulação), o novo produto deve ter compatibilidade universal e não estimular resposta imune; ter efeito biológico num período mínimo de três dias e máximo de quatro semanas; ser totalmente excretado pelo organismo; não exercer efeitos adversos sobre a hematopoiese ou sobre os elementos celulares e plasmáticos do sangue; não ser tóxico, carcinogênico, teratogênico ou pirogênico; ser facilmente estocável, ter alta durabilidade e baixo custo; possuir fonte sintética. Como se vê, não é uma tarefa simples.

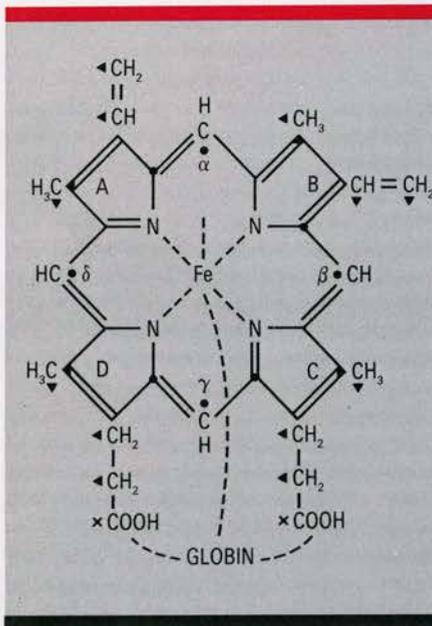


FIGURA 1 Estrutura química da hemoglobina.

A hemoglobina e seus derivados têm sido submetidos a minuciosas pesquisas voltadas para o desenvolvimento de alternativas à transfusão de glóbulos vermelhos. Com o progresso de tais pesquisas, é possível que na próxima década esses produtos venham a ser empregados clinicamente. Estão em estudo também outras moléculas alternativas: os quelantes do ferro, que se ligam ao oxigênio, e os líquidos perfluoroquímicos, que dissolvem oxigênio. Estes últimos já estão sendo submetidos a testes clínicos.

Entre os animais, a hemoglobina e os citocromos (substâncias dos tecidos animais e vegetais responsáveis pelos processos de oxidação) são os principais quelantes metálicos conhecidos. Era de se esperar, portanto, que as tentativas de produzir moléculas artificiais que liguem o oxigênio se fixassem na produção de moléculas dotadas do grupo heme da molécula de hemoglobina ou a ele se assemelhassem. Alguns pesquisadores têm tentado manipular a estrutura da hemoglobina para criar derivados (hemoglobinas mutantes) por meio de engenharia genética.

Um dos problemas discutidos atualmente diz respeito ao fato de a molécula de hemoglobina, uma vez fora da hemácia, ser catabolizada pelo fígado em duas unidades: α e β dímeros. Embora esses dímeros sejam retidos pelo fígado ou excretados na urina, em ambos os casos o ferro permanece parcialmente no organismo, podendo vir a causar problemas no futuro. Alguns produtos químicos podem impedir a degradação da molécula, mas alteram ligeiramente sua forma e provocam sua oxidação, tornando-a inadequada ao transporte de oxigênio no organismo. Até o momento nenhum desses compostos foi testado *in vivo* com sucesso, mas podem vir a ser utilizados no futuro.

Os líquidos apolares dissolvem gases mais facilmente que os solventes polares. Várias dessas substâncias já foram testadas, e os perfluorados (compostos de carbono e flúor, podendo conter oxigênio ou nitrogênio) se mostraram os mais adequados para o transporte de oxigênio. Os perfluorados são compostos química e biologicamente inertes, com viscosidade e tensão superficial baixíssimas. Mas esses líquidos não podem ser usados para transfusão até que sejam emulsificados para formar par-

tículas extremamente finas (menos de $0,6 \mu$). Isso pode ser obtido a partir da homogeneização por ultra-som ou alta pressão e da adição de um agente emulsificador não-tóxico e que não exerça efeitos deletérios sobre os vasos e componentes sanguíneos. Mas poucos agentes possuem tais características. Fosfolípidios e um composto sintético, o Plutônico F-68, foram usados em combinação ou isoladamente. O Plutônico F-68 tem baixo peso molecular (8 000 dalttons) e, como os perfluorados, não é metabolizado. Os perfluorados são eliminados pelos pulmões e o Plutônico F-68 é excretado pela urina.

Visando promover a necessária pressão osmótica e coloidosmótica, à mistura devem ser adicionados hidroxietilpolissacarídeo e eletrólitos. Para obtenção do pH ideal, equilibra-se o produto através de uma mistura de oxigênio e dióxido de carbono na proporção de 95 para cinco, respectivamente. Os perfluorados líquidos podem dissolver cerca de 40 a 50 volumes por cento de oxigênio e quantidades até maiores de dióxido de carbono. No entanto, os preparados comerciais contêm apenas 20% (peso/volume) de perfluorados. Em decorrência de sua alta densidade, a relação volume/volume cai para 12% e o volume total de oxigênio que pode ser dissolvido na preparação é da ordem de 6%, incluindo o gás em solução na fase aquosa.

Portanto, nos preparados existentes para uso clínico ou experimental, a capacidade de transporte é de seis volumes por cento de oxigênio, quando o líquido é equilibrado com a mistura de O_2 e CO_2 na proporção referida anteriormente. O usuário da mistura deveria respirar de 90 a 100% de oxigênio para aproveitar totalmente a capacidade transportadora dos agentes perfluorados. Como oxigênio puro é tóxico para os pulmões, usa-se na prática 60% de O_2 , nível mínimo a ser empregado com as preparações existentes.

A eficiência dos perfluoroquímicos emulsificados foi inicialmente testada em animais. Ao substituir todo o sangue de ratos por esse preparado, verifica-se que esses animais não perdem qualquer de suas características originais. Eles se alimentam normalmente e suas atividades fisiológicas corporais não sofrem alterações. É curioso notar que, apesar de quase totalmente desprovidos de fatores de coagulação, imunoglobulinas e leucócitos, estes animais 'sem sangue' não sangram nem desenvolvem infecções. Num período de sete a dez dias, os componentes sanguíneos são repos-

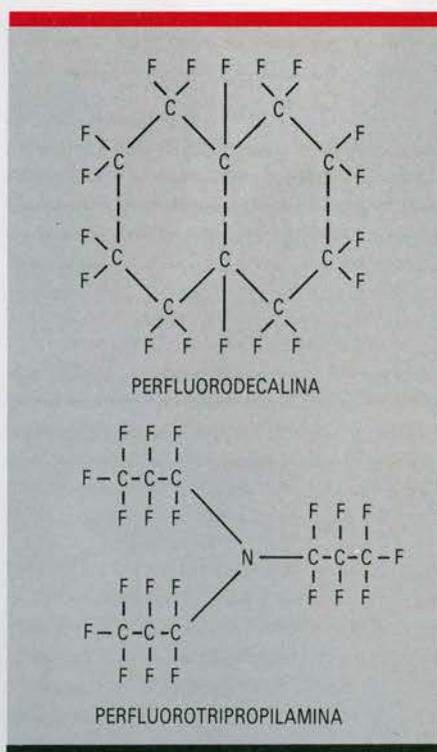


FIGURA 2 Compostos empregados na preparação de perfluoroquímicos administrados em seres humanos.

tos, e os animais continuam a crescer e a se desenvolver.

Como se pode notar, a substituição temporária de todo o sangue por perfluorados mostrou-se segura e eficaz a curto prazo. Outras espécies de animais foram submetidas à troca de sangue total ou parcial (exsanguineotransfusão), e os resultados obtidos foram igualmente satisfatórios.

Desde 1979, os produtos perfluorados têm sido administrados em seres humanos, principalmente nos adeptos da religião Testemunhas de Jeová, que, como se sabe, se recusam a receber transfusões sanguíneas. Na preparação usada em pacientes, chamada Fluosol-DA, empregam-se dois compostos: perfluorodecalina (meia-vida curta no corpo e dificilmente estabilizada em emulsões) e perfluorotripropilamina, meia-vida de 60 dias no corpo, usada para estabilizar a emulsão de perfluorodecalina (figura 2). O preparado comercial contendo as duas substâncias é mantido congelado até o uso, quando se adicionam os eletrólitos e o hidroxietilpolissacarídeo. Uma unidade da mistura contém 400 ml da emulsão e 100 ml de soluções suplementares. O produto final tem aparência de leite diluído e é administrado como um soro intravenoso.

Na prática, inicia-se a administração bem lentamente, em razão das possíveis reações

adversas imediatas. Em alguns pacientes, pode ocorrer um decréscimo transitório de plaquetas e leucócitos circulantes. Acredita-se que essa reação esteja relacionada à ativação do complemento (sistema de moléculas associado à imunidade). Pode haver queda da pressão sanguínea, mas o retorno aos níveis normais é rápido. Grande parte do volume total pode ser administrado num ritmo de 10 ml/min.

A etiologia da redução de leucócitos e plaquetas é ainda obscura. Calcula-se que o fenômeno se deva a pequenas quantidades de contaminantes e não aos componentes principais da mistura. Como os receptores de Fluosol-DA devem respirar de 60 a 100% de oxigênio para obter um aumento do transporte do produto, recomendam-se as precauções habituais para evitar a intoxicação por O_2 . A quantidade total da mistura injetada varia de 30 a 1 500 ml; o máximo até hoje aplicado foi de 4 000 ml.

Os efeitos positivos dos perfluoroquímicos foram verificados em estudos de distribuição do oxigênio no organismo, tendo-se observado significativo aumento desse gás graças ao emprego daquelas substâncias. Como o oxigênio dissolvido nesses compostos ocorre livremente, ele é utilizado antes do oxigênio que está ligado à hemoglobina, no glóbulo vermelho. Calculou-se que até 33% do oxigênio consumido pelo paciente era transportado pelo composto perfluorado.

Os pacientes que receberam Fluosol-DA haviam sofrido intervenção cirúrgica de médio ou grande porte e apresentavam, na maioria das vezes, anemia acentuada. São de especial interesse os casos de emergência, pois o produto pode ser administrado sem as habituais preocupações de 'tipar' hemácias ou realizar testes pré-transfusoriais. Os benefícios alcançados nos casos estudados incluíram aumento do transporte de oxigênio e da pressão sanguínea e melhoria do débito cardíaco.

Conseguiu-se muito com o desenvolvimento de preparações artificiais baseadas nos compostos perfluorados. No entanto, mesmo que seu uso se torne rotineiro nos próximos anos, ainda é necessária intensa pesquisa na área, a fim de se descobrirem novos produtos capazes de atenuar a enorme carência de sangue e derivados com que convivemos.

ANNA BÁRBARA PROIETTI
DIVISÃO DE HEMATOLOGIA,
HOSPITAL JOHNS HOPKINS (EUA)



Quando você compra um periférico Elebra, está na verdade levando muito mais do que isso. Junto, você ganha toda a estrutura de apoio da empresa líder do setor.

Só para você ter uma idéia mais clara do que isso representa, a Elebra é a única que produz uma linha completa de periféricos, responsável por mais de meio milhão de equipamentos instalados, entre impressoras e unidades de discos flexíveis e rígidos.

Para atender uma quantidade tão grande de clientes, a Elebra conta com mais de 100 empresas de assistência técnica em todo o país, que compõem a Rede Nacional de Serviços - RNS.

E com o exclusivo Centro de

Suporte ao Usuário - CSU, onde você esclarece suas dúvidas sobre instalação, operação e potencial de cada equipamento. Para quem compra um periférico Elebra, isto equivale à tranquilidade de saber que nunca vai estar sozinho.

E para a Elebra, o CSU representa um importante elo com o usuário, ajudando a manter um constante aprimoramento. Além disso, o CSU promove cursos, seminários, palestras e assegura toda a orientação necessária para sua empresa obter o máximo dos produtos Elebra.

É só telefonar.

Por tudo isso, é importante escolher bem na hora de comprar periféricos: existem vantagens que não estão só no produto.



Centro de
Suporte ao
Usuário

Tels.: PABX (011) 533-7666



elebra
20

PROTEÍNA MOSTRA, POR SEU CRISTAL, COMO AGE NO ORGANISMO

O estudo cristalográfico da transferrina, proteína presente no sangue, para conhecer sua estrutura molecular e compreender seu mecanismo de ação, é um caminho que se abre para o planejamento de drogas capazes de sanar distúrbios decorrentes de falhas no metabolismo de absorção do ferro pelo organismo. Componente essencial para a fixação do oxigênio pela hemoglobina, o ferro pode ser também altamente tóxico. Por isso, o organismo dos vertebrados é dotado de um complexo sistema de proteínas, que entram em ação para permitir seu transporte e armazenamento no sangue.

A transferrina sérica é justamente a proteína que recolhe no intestino o ferro absorvido dos alimentos e o entrega, por meio da interação com receptores com essa finalidade específica, situados na membrana das células, aos tecidos a que ele se destina. Esses tecidos incluem os glóbulos vermelhos ainda imaturos, nos quais o ferro é necessário para a síntese da hemoglobina, e o fígado, onde ele é incorporado à ferritina, uma proteína de armazenamento.

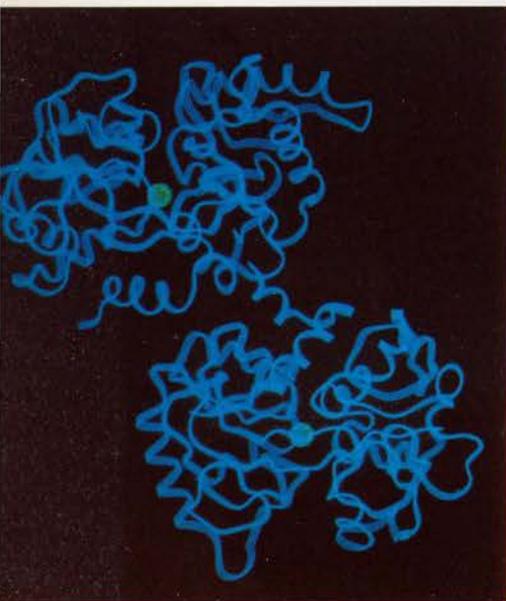


FOTO CEDIDA PELA AUTORA

Representação da molécula de transferrina. A fita (em azul) representa um traçado contínuo e suave através dos átomos que constituem o esqueleto (*back bone*) da cadeia peptídica. Na parte superior do desenho temos o lobo que contém o N-terminal e, na parte inferior, aquele que contém o C-terminal. Os átomos de ferro, representados por esferas pontilhadas verdes, estão ligados em fissuras existentes entre os dois domínios e em ambos os lobos.

Só muito recentemente se conseguiu definir a estrutura tridimensional da transferrina. Isto se deu no Birkbeck College, da Universidade de Londres. Um dos autores da pesquisa, o professor Richard Charles Garratt, encontra-se atualmente trabalhando junto à Universidade de São Paulo. Ele está colaborando, como professor visitante, com o Laboratório de Cristalografia do Departamento de Física e Ciência dos Materiais do Instituto de Física e Química de São Carlos, que pertence àquela universidade.

Na determinação da estrutura molecular são usados métodos de análise estrutural por difração de raios X por monocristais da proteína em estudo. Essa técnica permite a reconstrução da imagem da molécula de proteína por meio do tratamento matemático das intensidades dos feixes de raios X difratados por um monocristal. Em condições favoráveis, podem-se assim localizar todos os átomos componentes da molécula.

A molécula de transferrina (ver figura) é bilobal, com um átomo de ferro em cada lobo. Cada um deles é, por sua vez, formado por dois domínios desiguais, separados por uma fissura. O ferro situa-se no fundo dessa fissura, ligado a quatro resíduos de aminoácido. Acredita-se que, para promover a liberação do ferro, os dois domínios se abrem, dando entrada a agentes quelantes (substâncias cujas moléculas têm grande afinidade pelo metal), que disputarão o ferro ligado aos resíduos, carregando-o para o meio intercelular e deixando a transferrina pronta para absorver outros átomos do elemento.

Como esse conhecimento poderá ser utilizado em aplicações de interesse farmacológico? Seu emprego mais óbvio é o planejamento de novos agentes quelantes para ferro. Tais fármacos são necessários para impedir ou amenizar efeitos tóxicos causados pelo excesso de ferro em pacientes com sobrecarga crônica do elemento. Eles trariam grande benefício aos pacientes talassêmicos, que recebem transfusões regulares de sangue para aliviar os efeitos decorrentes da deficiência na síntese da hemoglobina, característica da anomalia genética de que são portadores. (A talassemia é uma doença genética provocada por um defeito no gene que codifica a produção de hemoglobina.)

Em virtude de sua localização no plasma sanguíneo, a transferrina representa provavelmente a fonte de ferro mais acessível no corpo humano. Por essa razão, é o alvo mais adequado para o ataque por agentes quelantes. Estima-se que um agente quelante capaz de extrair ferro da transferrina tem o potencial de retirar várias dezenas de gramas desse elemento por mês. Infelizmente, nas condições fisiológicas (condições normais do sangue), o quelante padrão para ferro — a deferrioxamina — não atua de forma eficaz.

A eficiência dos agentes quelantes provavelmente depende de vários fatores, tais como a geometria dos ligantes, o tamanho e a carga dos resíduos de aminoácidos presentes nas vizinhanças do sítio de ligação do ferro, a acessibilidade aos agentes quelantes através da fissura existente entre os domínios. Assim, o conhecimento agora obtido da estrutura tridimensional da molécula permitirá projetar um agente quelante mais eficiente.

Pode-se prever que, com os resultados cristalográficos ora alcançados, poderão ser entendidos diferentes tipos de patologias clínicas associados à ligação de outros metais pela transferrina. Um exemplo é a moléstia de Alzheimer, na qual um excesso de alumínio no plasma é captado pela transferrina.

Finalmente, deve-se lembrar que essa é apenas uma das centenas de proteínas cuja estrutura tridimensional é conhecida hoje e que, cada vez mais, o planejamento racional dos medicamentos deverá ser baseado no conhecimento dessas estruturas e das de muitas outras moléculas-alvo com as quais os medicamentos devem interagir. Embora no presente o conhecimento das interações medicamento-proteína seja limitado, o aperfeiçoamento dos métodos de análise tridimensional de proteínas (atualmente muito mais rápidos e eficientes) sugere que essa técnica será uma arma fundamental para a pesquisa farmacêutica.

RICHARD CHARLES GARRATT

DEPARTAMENTO DE CRISTALOGRAFIA,
BIRKBECK COLLEGE, UNIVERSIDADE DE LONDRES

YVONNE PRIMERANO MASCARENHAS

INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

A única revista
de divulgação científica para crianças

Ciência HOJE

das crianças



jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos



Assine por um ano e receba um n° de graça.
Envie um cheque nominal à SBPC no valor de
Cr\$ 1.700,00, até 15/12/90.

O LARGO DOS FILME

Quase esquecidas há décadas, as películas moleculares voltaram a interessar cientistas em muitos países, em função de suas múltiplas aplicações. Acredita-se que no futuro tais películas ou filmes serão empregados em membranas sintéticas, em materiais isolantes ou supercondutores e em componentes eletrônicos, especialmente os *biochips*, microcircuitos integrados que permitirão construir o computador biológico, de funcionamento análogo ao do cérebro humano.

POTENCIALS ULTRAFINOS

OSVALDO NOVAIS DE OLIVEIRA JR.

Instituto de Física e Química de São Carlos, Universidade de São Paulo

DAVID MARTIN TAYLOR

School of Electronic Engineering Science, University College of North Wales, Bangor, Grã-Bretanha

Uma gota de óleo colocada sobre a água espalha-se rapidamente na superfície, formando um filme — uma película muito fina e resistente. O fenômeno é conhecido desde alguns séculos antes da era cristã, e sua primeira aplicação prática registrada está em uma antiga técnica de impressão japonesa chamada *suminagashi*. Nessa técnica, espalhava-se sobre a água um corante constituído de proteínas e outras partículas orgânicas e aplicava-se uma espécie de gelatina na película formada. Para reproduzir as figuras geradas por esse processo bastava encostar uma folha de papel na superfície.

Benjamin Franklin foi o primeiro cientista a publicar resultados de experiências com esses filmes, em 1774, especulando, como Aristóteles havia feito na Grécia antiga, sobre a possibilidade da utilização de óleo para acalmar mares bravios. Na mesma época, o escocês John Shields patenteou válvulas que injetariam óleo na entrada dos portos. Hoje, ambos certamente seriam acusados de incentivar a poluição.

O conhecimento científico sobre as películas de óleo e outras substâncias evoluiu lentamente até 1899, quando Lord John William Rayleigh sugeriu que poderiam ser finas a ponto de atingir a espessura de uma única molécula, desde que a superfície da água fosse extensa o suficiente. Tal hipótese — a formação de filmes monomoleculares — originou novos ramos de estudo na física e na química de superfícies.

O grande salto nas investigações sobre o fenômeno, porém, só aconteceu em 1917. Trabalhando nos laboratórios da empresa General Electric, em Schenectady, estado de Nova York (Estados Unidos), Irving Langmuir reuniu dados experimentais e teóricos e descreveu importantes caracte-

rísticas e propriedades dos filmes. Posteriormente, o cientista criou uma técnica para transferir os filmes da superfície da água para substratos sólidos, multiplicando suas possíveis aplicações.

A técnica foi aperfeiçoada na década de 1930 por uma assistente de Langmuir, Katharine Blodgett, permitindo que várias camadas fossem sucessivamente depositadas sobre o mesmo substrato. Em homenagem aos dois cientistas, tais películas são hoje denominadas filmes Langmuir-Blodgett, ou filmes LB, e suas características básicas são a alta precisão de espessura, a uniformidade da superfície e o elevado ordenamento estrutural.

Esquecido por longo período, o processo de fabricação de filmes ultrafinos desenvolvido por Langmuir e Blodgett atraiu novamente o interesse dos cientistas nos anos 60, em função do trabalho de um grupo coordenado por Hans Kuhn em Göttingen, na Alemanha Ocidental. As diversas possibilidades de aplicação dos filmes, sugeridas por grupos de pesquisa e universidades, inclusive nos setores de tecnologia de ponta, também contribuíram para que a técnica voltasse a ser estudada, principalmente na Europa, no Japão e nos Estados Unidos.

A pesquisa básica sobre filmes LB e sobre suas possíveis aplicações em dispositivos eletrônicos e em processos e produtos biológicos constitui uma parcela significativa das atividades de entidades como o Instituto de Eletrônica Molecular e Biomolecular da Universidade de Bangor. Como esta área de pesquisa exige o trabalho cooperativo de cientistas de diversos setores, o instituto nasceu da associação de pesquisadores dos departamentos de Engenharia Eletrônica, Física, Química e Bioquímica.

A formação de camadas monomoleculares insolúveis sobre a superfície da água é possível porque certos compostos possuem moléculas anfipáticas, ou seja, moléculas que possuem uma extremidade atraída pela água (hidrofilica) e outra repelida pela água (hidrofóbica). Tais compostos são dissolvidos em um solvente orgânico volátil (clorofórmio, por exemplo), e a solução é colocada sobre a água com uma microseringa, espalhando-se espontaneamente. O solvente evapora-se em poucos minutos, e as moléculas do composto, confinadas por barreiras móveis que restringem a área onde se encontram, são comprimidas e forçadas a se orientar de forma que seus eixos fiquem perpendiculares à superfície da água (figura 1).

Mantendo-se constante a pressão de superfície da película, esta pode ser transferida para um substrato sólido apropriado, imerso na água e retirado de modo adequado através dessa camada monomolecular (figura 2). Imersões e retiradas subsequentes do mesmo substrato permitem produzir estruturas com mais de uma camada e diferentes ordenamentos (figura 3), algumas chegando a ter centenas de camadas.

Para fabricar os filmes e transferi-los a substratos é empregado um sistema experimental conhecido como cuba de Langmuir (figura 4). A fabricação depende do tipo de molécula utilizado, das condições físicas — índice de alcalinidade (pH) e temperatura da subfase líquida — e da velocidade de imersão e retirada do substrato.

Os primeiros compostos empregados na produção de filmes LB foram ácidos graxos, álcoois, ésteres e éteres, todos possuidores de longas cadeias alifáticas (cadeias que não formam estruturas cíclicas) de carbono e hidrogênio, do tipo $(CH_2)_n$. Posteriormente, passaram a ser usados compostos aromáticos contendo cadeias de carbono e hidrogênio do tipo $(C_6H_6)_n$ e polímeros, formados pela ligação em série de um grande número de moléculas fundamentais.

O potencial de aplicação prática dos filmes LB decorre de propriedades como o alto grau de ordenamento molecular e a espessura microscópica — em geral varia de um a três nanômetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ metro) por camada, mas pode ser controlada até a ordem de angströms ($1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ metro), através da variação no comprimento da cadeia alifática. Tal potencial, porém, está sendo ampliado com o uso de técnicas que permitem modificar internamente as moléculas componentes e construir novos tipos de películas, com diferentes propriedades.

Um exemplo dessa 'arquitetura' molecular é o programa desenvolvido em Bangor para incorporar grupos sulfurosos no centro ou nas extremidades da cadeia alifática de certas moléculas. Os filmes fabrica-

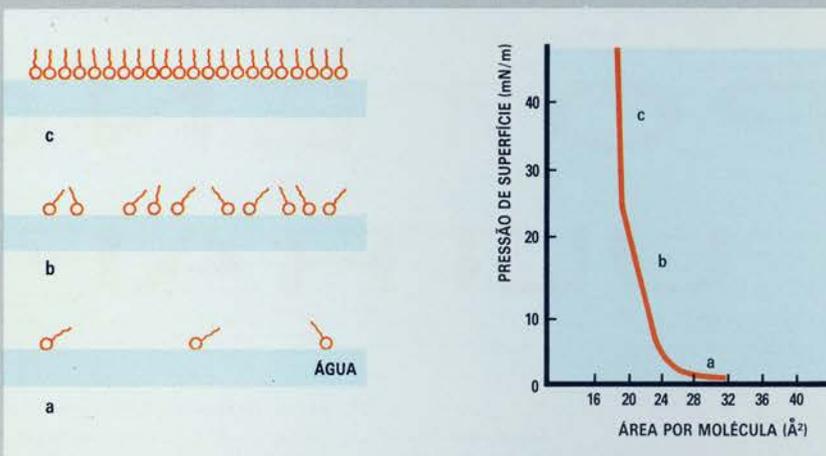


FIGURA 1 Inicialmente espalhadas sobre a água, sem qualquer interação (a), as moléculas começam a interagir quando a área disponível diminui (b), chegando ao estado condensado, com suas 'caudas' perpendiculares à superfície (c). Se o filme for comprimido além desse ponto, as moléculas se agruparão desordenadamente umas sobre as outras. O gráfico (à direita) apresenta uma curva típica relacionando a pressão de superfície e a área por molécula, durante a compressão de um filme de ácido esteárico ($C_{17}H_{35}COOH$), quando ocorrem as situações mostradas à esquerda. A pressão de superfície é dada pela diferença na tensão superficial da água provocada pela presença do filme, enquanto a área por molécula é calculada dividindo-se a superfície total pelo número de moléculas. Se as moléculas não interagem, a tensão superficial da água não se altera e a pressão de superfície é nula (a), mas quando há interação a pressão aumenta à medida que diminui a área por molécula (b), enquanto no estado condensado uma pequena diminuição na área implica um grande aumento da pressão (c).

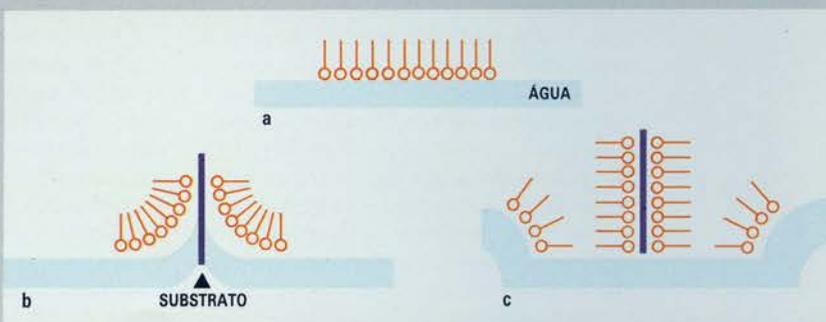


FIGURA 2 Para depositar filmes sobre um substrato sólido, as moléculas devem estar orientadas sobre a superfície da água (a) e o filme deve ser mantido a uma pressão constante. Na primeira imersão (não mostrada), o menisco da água (curva provocada na superfície) é contrário ao movimento do substrato (hidrofílico) e nenhuma camada é depositada, mas na primeira retirada (b) o menisco acompanha o movimento e ocorre a deposição da primeira camada, que torna o substrato hidrofóbico. Na segunda imersão (c), o menisco é dirigido para baixo e a segunda camada é depositada, tornando o substrato novamente hidrofílico, o que permite a deposição de nova camada na segunda retirada. Em todas as imersões e retiradas seguintes haverá depósito de camadas. Este processo, o mais comum, forma filmes sempre com número ímpar de camadas.

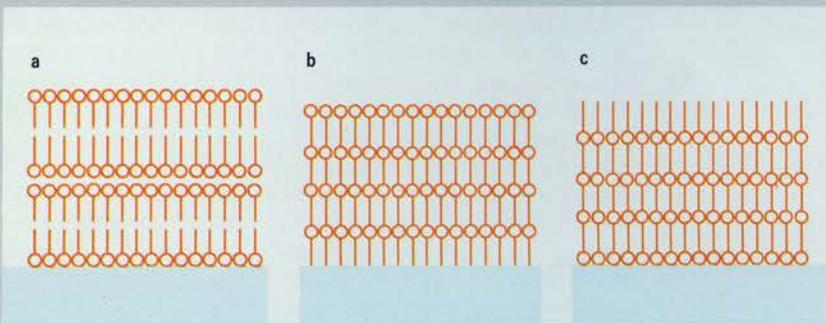


FIGURA 3 Existem três tipos de deposição de filmes: (a) o tipo Y, em que uma camada é depositada em todas as imersões e retiradas do substrato, exceto na primeira imersão (processo explicado na figura anterior); (b) o tipo Z, em que as camadas são depositadas somente nas retiradas; e (c) o tipo X, em que as camadas são depositadas somente nas imersões. A construção dos filmes do tipo Z e X depende de condições especiais.

dos com moléculas sintetizadas dessa forma (figura 5) apresentam diferentes propriedades elétricas. Alguns, por exemplo, são opticamente ativos, isto é, produzem mudança no eixo de polarização da luz que incide sobre eles.

Qualquer composto que tenha grupos altamente reativos nas extremidades da cadeia de carbono e hidrogênio pode ser usado na fabricação de sensores. Em Bangor, por exemplo, descobriu-se recentemente que filmes obtidos a partir de moléculas que contêm um grupo CH_2 na extremidade superior (hidrofóbica) são polimerizados se expostos à luz ultravioleta. Esse efeito, detectado eletricamente, é particularmente interessante para o acompanhamento das reações químicas que ocorrem nesses filmes.

Já existe interesse comercial em torno dos filmes LB, em função dos possíveis usos industriais, mas uma das principais virtudes dessa tecnologia é seu amplo espectro de aplicação na pesquisa básica. É evidente, por exemplo, sua importância para a síntese de novos compostos em química orgânica, ainda mais considerando-se que muitos materiais empregados para produzir os filmes, como os polímeros condutores (ver 'Polímeros condutores', em *Ciência Hoje* n° 36), estão na fronteira das pesquisas em ciência dos materiais.

A física teórica também encontra, nessas películas, uma infinidade de questões a serem investigadas. É preciso estudar como ocorrem as interações entre as moléculas componentes e dentro delas, o que acontece na interface com o substrato sólido e como atuam os dipolos elétricos (sistemas de duas cargas elétricas equivalentes e opostas, separadas por pequena distância) existentes tanto no grupo hidrofílico quanto no final da 'cauda' hidrofóbica das moléculas.

Em Bangor, o grupo do qual os autores participam (Oliveira Jr. como bolsista da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo — Fapesp) desenvolveu um modelo teórico para explicar quantitativamente as contribuições dos diversos dipolos para as características elétricas dos filmes monomoleculares sobre a superfície da água. A aplicação desse modelo permite determinar como as moléculas se orientam durante a compressão do filme.

Pesquisas sobre outros fenômenos, como as propriedades das superfícies de polímeros e outros materiais ou a fixação de moléculas de gases na superfície de sólidos (adsorção), podem ser combinadas com os estudos sobre filmes. Várias técnicas experimentais disponíveis nos laboratórios de física ou química — espectroscopia (com raios X, ultravioleta ou infravermelho), fluorescência, microscopia eletrônica, res-

sonância magnética nuclear, radiação síncrotron e outras — são empregadas também na caracterização de filmes LB, o que aumenta a importância dessa nova tecnologia para a pesquisa científica. Como os filmes facilitam o acesso ao nível molecular em diversos compostos, a análise dos resultados obtidos com essas técnicas pode contribuir para esclarecer questões relacionadas a outras áreas da ciência.

A área médico-farmacológica também pode ser beneficiada pela nova tecnologia, em função da relação direta entre filmes LB e membranas celulares, cujos principais componentes são lipídios, proteínas e carboidratos. Também anfipáticas, as moléculas de lipídios, como o colesterol e os fosfolipídios, organizam-se espontaneamente em camadas duplas, formando filmes com duas camadas monomoleculares. Tais moléculas, as mais numerosas nas membranas celulares, são responsáveis pela integridade estrutural destas.

Assim, a incorporação de substâncias presentes nas membranas celulares (proteínas e outras) a filmes LB com duas ou mais camadas de lipídios propicia a criação de modelos que podem simular de maneira bastante aproximada os sistemas biológicos. Os modelos permitem estudar, por exemplo, o transporte de cargas elétricas em membranas celulares, fundamental para compreender as reações relacionadas com o metabolismo do corpo humano.

Na Universidade de Bangor, a incorporação de citocromos (enzimas importantes no metabolismo celular) em filmes de fosfolipídios (figura 6) mostrou ser uma ferramenta de grande valia para o estudo das interações entre citocromos e lipídios que ocorrem em membranas celulares. O mesmo centro de pesquisas investiga o uso da tecnologia LB na produção de membranas sintéticas, sob o patrocínio da Beecham, uma das muitas indústrias farmacêuticas que investem no setor.

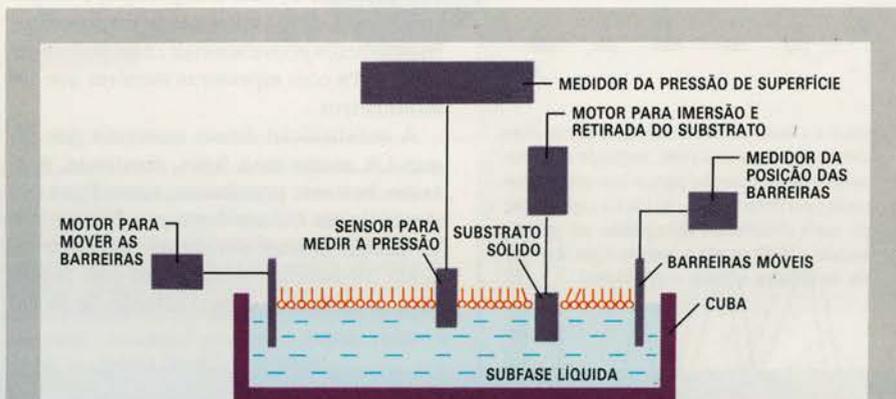


FIGURA 4 Cubo de Langmuir, usada na fabricação de filmes LB. A cuba geralmente é feita de um polímero (isopolipropileno, por exemplo) que não reage com os compostos usados nos filmes, e a subfase líquida geralmente é água ultrapura. O substrato pode ser uma lâmina feita de vidro, de material semicondutor ou de metal, e o sensor que mede a pressão de superfície é uma lâmina de papel de filtro. A posição das barreiras determina a área ocupada pelo filme.

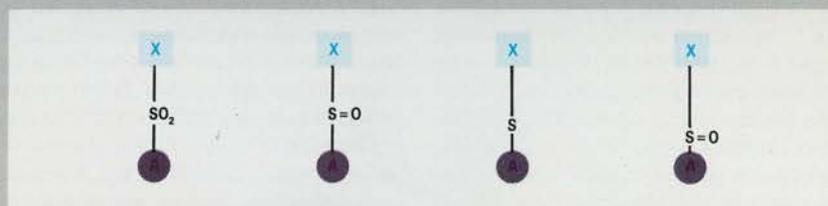


FIGURA 5 Moléculas sulfurosas sintetizadas em Bangor. A região X pode conter os grupos CH_2 , $\text{SO}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{CH}_3$ ou $(\text{CH}_2)_n\text{CH}$, enquanto na região A podem ser encontrados os grupos $\text{Si}(\text{CH}_3)_2$, $\text{SO}(\text{CH}_2)_2$, $\text{SO}_2(\text{CH}_2)_2$, $\text{SO}(\text{C}_6\text{H}_4)\text{CH}_2$, $\text{SCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CO}_2\text{H}$ ou $\text{SCH}_2\text{CO}_2(\text{CH}_2)_n$. Estes grupos são formados por moléculas de carbono (C), hidrogênio (H), enxofre (S), oxigênio (O) e nitrogênio (N).

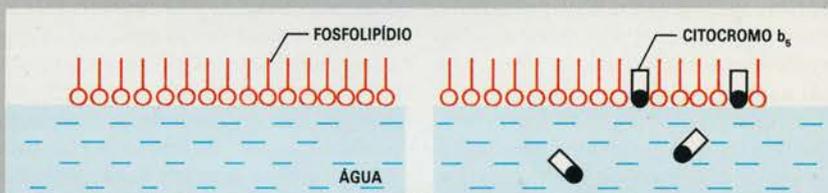


FIGURA 6 Injetados na subfase líquida, os citocromos incorporam-se aos filmes monomoleculares de fosfolipídios, causando uma variação na pressão de superfície.

A utilização de filmes LB em produtos industriais está bastante próxima de tornar-se realidade, principalmente na microeletrônica. Características como a fina espessura e a uniformidade das películas as tornam atraentes para a fabricação de componentes passivos (substratos para circui-

tos eletrônicos, materiais isolantes e outros) ou ativos (transistores, circuitos impressos e outros).

Um exemplo de aplicação prática está na miniaturização dos circuitos eletrônicos, responsável por grandes avanços tecnológicos ocorridos neste século. A partir de 1940, o tamanho desses circuitos tem sido reduzido em aproximadamente dez vezes a cada dez anos, prevendo-se que até o ano 2020 (figura 7) a dimensão dos atuais microcircuitos será da ordem de nanômetros. Tal dimensão, porém, não pode ser conseguida com a tecnologia convencional de semicondutores.

Isso acontece com uma das mais avançadas técnicas de produção de microcircuitos integrados, a VLSI (*Very Large Scale Integration*), em que o circuito é impresso litograficamente com um feixe de elétrons (ver 'Imagens e computadores', em *Ciência Hoje* n° 37). Essa técnica tem sua resolução limitada pela espessura do material que serve de base à impressão, e os materiais mais finos atualmente empregados, os polímeros convencionais, não podem ser fabricados com espessuras menores que 500 nanômetros.

A substituição desses materiais por filmes LB, muito mais finos, mostra-se, portanto, bastante promissora, como ficou evidenciado em Gif-sur-Ivette, na França, onde pesquisadores obtiveram um filme de ácido tricosenóico (ácido graxo com 24 átomos de carbono) com resolução de 60 na-

nômetros, ou um oitavo da espessura do polímero convencional mais fino. Cabe ressaltar que a resolução de 60 nm foi limitada mais pelo diâmetro do feixe de elétrons hoje disponível do que pelo próprio filme. Ampliando essa perspectiva, a incorporação de enzimas a filmes LB biológicos os torna candidatos à fabricação de *biochips*, circuitos eletrônicos baseados em princípios semelhantes aos associados com o funcionamento do cérebro humano, que permitiriam a construção de computadores revolucionários (ver 'O computador biológico').

Outras possibilidades de aplicação dos filmes LB em componentes eletrônicos também apresentaram bons resultados em testes de laboratório, e os exemplos maiores são diodos, capacitores de baixa perda e componentes com estruturas MIM (metal-isolante-metal) e MIS (metal-isolante-semicondutor). A descoberta de que películas com apenas algumas camadas (menos de 10) são suficientes para proteger alguns semicondutores da contaminação atmosférica também é importante para o seu aproveitamento industrial.

Em todos esses casos, os filmes utilizados são altamente isolantes, mas eles também podem ser produzidos com as características necessárias aos materiais usados em componentes ativos. Filmes LB compostos por polímeros condutores, por exemplo, já estão sendo desenvolvidos em diversos laboratórios, principalmente na França, na Grã-Bretanha e no Japão.

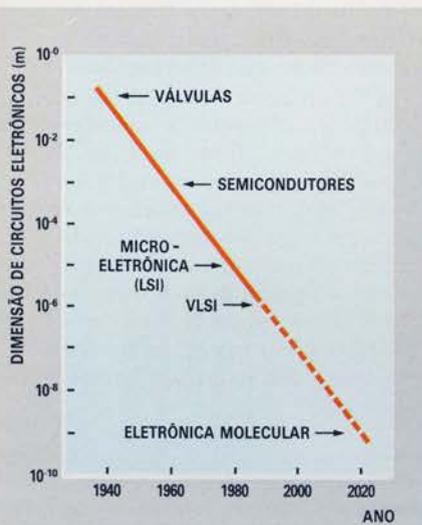


FIGURA 7 Redução da dimensão dos circuitos eletrônicos a partir de 1940, segundo G.G. Roberts. A extrapolação para o ano 2020 é mostrada pela linha tracejada. LSI é a sigla de *large scale integration* (integração em grande escala) e VLSI repete a mesma sigla, acrescida da palavra inglesa *very* (muito).

O COMPUTADOR BIOLÓGICO

O interesse crescente sobre a possibilidade de uso dos filmes LB no desenvolvimento de *biochips* decorre dos limites que a tecnologia atualmente disponível impõe à miniaturização dos circuitos integrados, especialmente quanto à espessura dos materiais empregados. Em princípio, circuitos construídos com camadas moleculares podem consumir menos energia e ser até cem mil vezes menores que os equivalentes fabricados em silício.

Circuitos eletrônicos moleculares são teoricamente viáveis porque certas moléculas orgânicas podem realizar funções idênticas às executadas hoje pelos materiais semicondutores e magnéticos. Nas memórias dos computadores convencionais, a informação é armazenada variando-se a polaridade magnética (positivo ou negativo) de uma pequenina área da superfície de um disco ou fita magnética, em um código binário. Um sistema orgânico similar utilizaria moléculas que podem ser excitadas de modo a assumir dois

estados distintos, armazenando informações pela variação desses estados.

Existem moléculas, por exemplo, que em um estado transmitem luz de uma certa cor, e em outro estado impedem a passagem da mesma luz. No código binário, um desses estados pode representar o um e o outro, o zero. Acredita-se que essa tecnologia permitirá armazenar informações com densidades dez vezes superiores a um disco *laser* e de cem a mil vezes superiores a um disco magnético rígido.

Outra possibilidade é a utilização de moléculas que podem ocupar três estados distintos. A capacidade de armazenamento de informação seria ainda maior, mas nesse caso toda a lógica digital teria de ser adaptada para um sistema de base três, ao invés do atual código binário. Essa desvantagem, porém, seria compensada pelo grande número de possibilidades geradas pela nova lógica, capaz até mesmo de provocar uma revolução na ciência da computação.

Teoricamente, os dispositivos eletrônicos moleculares podem ser fabricados com películas orgânicas obtidas por outros métodos, mas nenhum desses materiais se equipara aos filmes LB quanto ao grau de orientação das moléculas, à espessura e à uniformidade. A produção futura de *biochips* também é uma das áreas de interesse do Instituto de Eletrônica Molecular e Biomolecular de Bangor.

A pesquisa em eletrônica molecular é relativamente recente, e muitas dificuldades de ordem tecnológica precisam ser superadas antes que se possa fabricar *biochips* realmente funcionais e conseqüentemente construir um computador biológico, mais compacto e mais poderoso. Talvez várias décadas nos separem do dia em que esse computador se tornará uma realidade, mas inúmeros cientistas já se dedicam inteiramente a esse empreendimento, levados pela motivação gerada no primeiro computador analógico-biológico existente — o cérebro humano.

Além disso, vários grupos de pesquisa vêm empregando filmes compostos por polímeros piezelétricos (que mostram polarização elétrica ao serem deformados), como o PVDF (*polyvinylidene fluoride* — fluoreto de polivinilideno), e FETs (*field-effect-transistors* — transistores de efeito de campo) para formar as chamadas estruturas híbridas, passíveis de uso em diodos, nos próprios FETs e em componentes com estruturas MIM e MIS. Nesse caso, produtos que possuem filmes LB poderão em breve estar disponíveis comercialmente.

Grupos de pesquisa soviéticos e britânicos (inclusive nosso grupo em Bangor) desenvolvem atualmente filmes LB piezelétricos (que, sob aquecimento, apresentam separação de cargas) para utilização em sensores especiais, de grande importância em termometria, conversão de energia solar, controle de poluição e alarmes anti-roubo. A alta sensibilidade e a resposta rápida exigida pelos sensores poderão ser melhoradas com o uso de filmes em substituição aos polímeros e cerâmicas piezelétricas atualmente usados.

Os guias de onda, dispositivos capazes de direcionar uma onda eletromagnética, poderão ser aperfeiçoados pela tecnologia LB. É possível reduzir a perda de sinal que ocorre nesses dispositivos se forem fabricados com filmes LB, pois a espessura destes e seu índice de refração podem ser controlados com grande precisão. Detectores de radiação infravermelha, aparelhos optoeletrônicos e transdutores de ultra-som também poderão utilizar filmes LB.

Na química industrial também são interessantes as possibilidades de aplicação dos filmes, em processos de encapsulamento e catálise ou em produtos como adesivos e membranas sintéticas seletivas, capazes de separar moléculas de acordo com o tamanho, a carga elétrica ou outra propriedade. Existem ainda sugestões para aproveitamento de filmes LB, em função de sua uniformidade, como membranas para hiperfiltragem.

A tecnologia Langmuir-Blodgett também permite a criação de estruturas complexas, como super-redes de filmes (figura 8), que têm sido propostas para uso, por exemplo, em conversores de energia solar e em materiais supercondutores (em temperaturas mais elevadas). Depositando camadas alternadas de diferentes substâncias em substratos é possível obter filmes com propriedades variadas e com eles construir super-redes, de acordo com a aplicação que se tem em mente.

A produção dessas estruturas pode, portanto, ser considerada como o análogo orgânico da epitaxia por feixe molecular, uma técnica de construção de super-redes cristalinas por processos físicos conhecida pe-

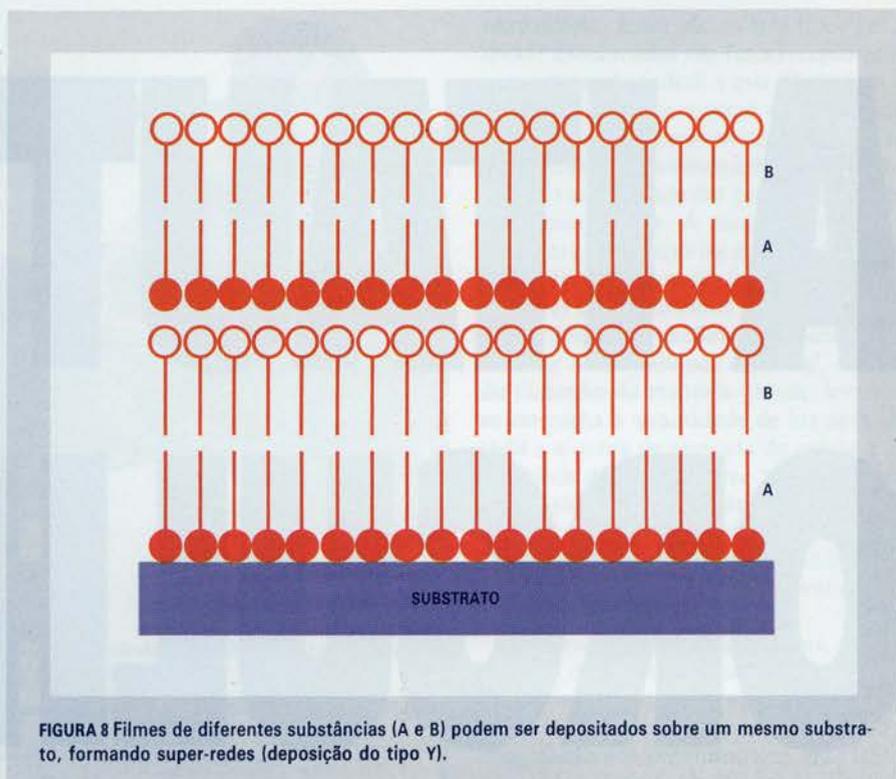


FIGURA 8 Filmes de diferentes substâncias (A e B) podem ser depositados sobre um mesmo substrato, formando super-redes (deposição do tipo Y).

la sigla MBE (*molecular beam epitaxy*). Com essa técnica, é possível fabricar microestruturas com grande precisão (ver 'Super-redes: harmonia das bandas cristalinas', em *Ciência Hoje* n° 35).

Diversos problemas tecnológicos, no entanto, precisam ser resolvidos antes que metas ambiciosas como essas possam ser atingidas. Os mais importantes dizem respeito à pouca estabilidade dos filmes nos substratos, à pequena resistência contra solventes orgânicos e tensões mecânicas, e à perda das propriedades com o tempo. Outra dificuldade está na síntese de compostos que produzam super-redes com as características requeridas. Atualmente, filmes poliméricos são vistos como os mais promissores para solucionar esses problemas, em função da maior resistência mecânica e da variabilidade de sua composição.

As aplicações dos filmes LB geralmente são citadas como 'possíveis' ou 'futuras' porque a tecnologia disponível ainda não permite uma produção economicamente viável, apesar da superioridade que tais filmes apresentam, em muitos casos, em relação a outros tipos de filmes finos hoje industrializados. Grande parte das aplicações sugeridas nos últimos anos já foi testada em nível de laboratório, mas não existe qualquer produção comercial. As indústrias especializadas na tecnologia LB, na maioria instaladas na Europa, ainda concentram esforços no aperfeiçoamento e na automação do processo de fabricação.

A longo prazo, o interesse em relação às possíveis aplicações dos filmes LB reside na

fabricação de *biochips*, memórias para computadores e materiais supercondutores a altas temperaturas. No entanto, algumas aplicações, como o aperfeiçoamento de componentes eletrônicos já existentes, podem ser comercializadas com sucesso a curto prazo.

Várias companhias multinacionais, como 3M, Kodak e IBM, e laboratórios de muitos países do Primeiro Mundo, apoiados pelos governos locais, estão no momento tentando eliminar os diferentes problemas que prejudicam as aplicações industriais dos filmes LB. Esperamos que o Brasil se junte a esse grupo em futuro próximo, criando a infra-estrutura necessária ao trabalho cooperativo de pesquisadores das diversas áreas científicas envolvidas.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- ROBERTS G.G., 'An applied science perspective of Langmuir-Blodgett films', *Advances in Physics* n° 34 (475), 1985.
- LEWIS T.J., TAYLOR D.M., LLEWELLYN J.P., SALVAGNO S. & STIRLING C.M., 'Langmuir films composed of sulphur-containing molecules', *Thin Solid Films* n° 133 (243), 1985.
- HEPPENHEIMER T.A., 'Microchips', in *Popular Science*, dezembro de 1986.
- BIDDLE M.B. & RICKERT S.E., 'Opportunities for Langmuir-Blodgett films in piezoelectric and pyroelectric devices', *Ferroelectrics* n° 76 (133), 1987.
- ROBERTS G.G., *Langmuir-Blodgett films*. Nova York, Plenum Press, 1990.

**A ITAUTEC
ORGULHOSA
APRESENTA:
O ÓBVIO.**

MENTE

ITAUTEC S-400. UM SISTEMA DE COMPUTADORES QUE FAZ O QUE VOCÊ QUER COMO VOCÊ QUER.



Todos os criadores de grandes soluções pensaram no óbvio. A Itautec e a IBM também. É óbvio que um sistema de computadores tem de se adaptar às necessidades da sua empresa. E não vice-versa. É óbvio que ele deve estar voltado para a solução de suas aplicações. É óbvio que ele deve ser simples de usar e mais ainda de aplicar, não exigindo grandes investimentos na operação. É óbvio que ele tem de crescer junto com a sua empresa. É óbvio que ele deve ser integrado. E ter suas principais funções incorporadas ao sistema. Principalmente o banco de dados. É óbvio que ele tem de suportar a distribuição do processamento em sua estrutura dentro de uma arquitetura compatível com o seu "main-frame". É óbvio que você já sabia de tudo isso e que sua empresa já sentia necessidade de ter um sistema tão óbvio assim. Então, nada mais natural do que o novo lançamento da Itautec com a parceria, é óbvio, da IBM. Itautec S-400. O sistema de soluções que você e sua empresa esperavam. Best seller internacional da IBM que já vem com o suporte e os serviços da mais alta tecnologia nacional: Itautec. É óbvio.

Itautec S-400. Ele pensa como você.

Itautec



De olho no futuro.



SHOPPING- CENTERS

AVENIDAS DE SONHO

HEITOR FRÚGOLI JR.
COLABORADOR DE *CIÊNCIA HOJE*

NOS ANOS 70, OS *SHOPPING-CENTERS* COMEÇARAM A INVADIR AS METRÓPOLES BRASILEIRAS. ERAM A PRINCÍPIO POUCOS OS QUE SE AVENTURAVAM A TRANSITAR NOS SEUS ANDARES ASSÉPTICOS, REPLETOS DE LETREIROS LUMINOSOS, ONDE O TEMPO PARECE PARAR, SEM QUE SE TENHA ACESSO À LUZ DO SOL. OS *SHOPPINGS* ERAM SINÔNIMO DE COMÉRCIO CARO, DESTINADO AOS TURISTAS. HOJE, OS *SHOPPINGS* JÁ CHEGARAM ÀS CAMADAS POPULARES, COM UM GIGANTESCO AFLUXO DE CONSUMIDORES, MUDANDO HÁBITOS E VENCENDO RESISTÊNCIAS. HOJE, MUITAS CIDADES DO INTERIOR SONHAM EM CONSTRUIR UM *SHOPPING* NO LUGAR DA ANTIGA PRAÇA DO COMÉRCIO. COMO SE OPEROU ESTA MUDANÇA? PORQUE OS *SHOPPINGS*, MAIS DO QUE TEMPLOS DO COMÉRCIO, SE REVELARAM INDÚSTRIAS DE SONHOS, CAPAZES DE, IMPERCEPTIVELMENTE, SACUDIR OS VELHOS HÁBITOS DE QUEM SE AVENTURA A CIRCULAR POR SUAS AVENIDAS.



a década de 1980, a construção de *shopping-centers* foi um traço comum entre as grandes metrópoles e as cidades de médio porte brasileiras, sobretudo na região Sudeste. A cidade de São Paulo representa, hoje, a expressão máxima desse fenômeno, contando com sete grandes *shoppings* em funcionamento e mais três em construção. A média de frequentadores diários, para o bom funcionamento de um *shopping*, precisa ser bastante elevada. Na capital paulista esse número varia entre 40 e 80 mil nos dias de semana, chegando a dobrar nos sábados, ou em ocasiões de muito movimento, como as vésperas do natal. E esse fluxo tende a aumentar à medida que o *shopping* se torna uma alternativa às deficiências na infra-estrutura de serviços urbanos. Lá, os frequentadores imaginam encontrar um lugar a salvo das estatísticas de violência, das intempéries climáticas, dos transtornos do trânsito, das desordens da geografia urbana. E a antropologia contemporânea começa a perceber que o segredo do sucesso está exatamente na estranha capacidade, que estas avenidas de consumo revelam, de invadir o imaginário de seus anônimos transeuntes.

Quem frequenta, hoje, um *shopping-center* se surpreende caminhando numa espécie de cidade em miniatura, contraposta, nos menores detalhes, aos aspectos negativos de uma metrópole moderna. São espaços confinados, servidos por uma climatização ambiental uniforme, em que o tempo parece não passar. Não há chuva, nem calor, becos escuros ou ruas esburacadas. Alto-falantes fazem circular a música imediatamente reconhecível das trilhas FM, num cenário de total assepsia que não se deteriora. Misturados entre os passantes distraídos, caminham os vigilantes, da equipe de segurança interna — alguns incógnitos, com roupas civis, outros uniformizados, ostensivamente atentos, de *walkie-talkie* nas mãos.

Nesse sentido, os *shoppings* aspiram a traduzir, do ponto de vista institucional, uma utopia urbana que o capitalismo moderno não conseguiu concretizar: a equiparação de todos os cidadãos a consumidores, circulando incansavelmente por esta microcidade de sonhos. Os *shoppings*, principalmente os primeiros a serem projetados, visavam basicamente aos frequentadores de alto poder aquisitivo. Nesse processo de expansão dos anos 80, no entanto, os *shoppings* brasileiros passaram a atingir também outros grupos sociais, que inicialmente não faziam parte do seu universo. Daí resulta uma estranheza: os *shoppings* estão sendo apropriados por múltiplos grupos de usuários, que investem esse espaço de novas significações capazes de transcender a esfera do consumo. Os *shoppings*, especialmente nos fins de semana,

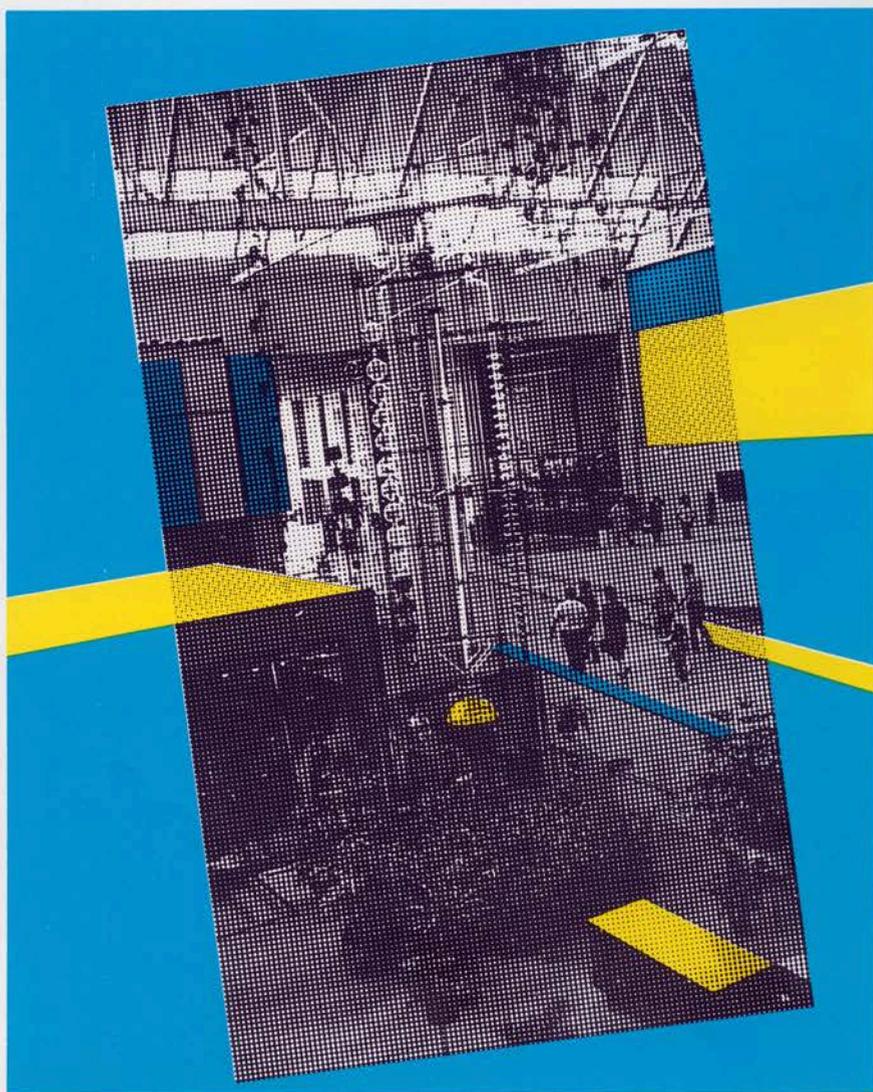
se transmutam em cenários de lazer interclasses. Lá acontecem os encontros, as paqueras, as transgressões, o ócio, a exibição, o passeio, o consumo do simbólico. Esta nova dimensão de lazer desafia inclusive o planejamento centralizado dos *shoppings*: do ponto de vista dos administradores, o lazer não é um fim em si mesmo, mas um atrativo para o consumo de mercadorias e serviços.

Os *shoppings* muitas vezes recriam a ambiência de praças tradicionais, revestidas num espaço confinado, onde circulam certos pactos seletivos firmados entre os frequentadores. Na verdade, o *shopping*, pela ostensiva dimensão privada de seu interior e pela abrangência de usuários que atrai, é uma espécie de 'praça interbairros', que organiza a convivência, nem sempre amena, de grupos e redes sociais de várias regiões.

Outro aspecto que chama a atenção é o fato de esses estabelecimentos recriarem, nos seus interiores, não apenas novas praças, mas também calçadões, bulevares, ruas

de comércio sofisticado, alamedas de serviços e alas de restaurantes, o que atesta um complexo diálogo com signos e características de outros espaços e instituições urbanas.

Para usar a conceituação do filósofo Henri Lefebvre, no livro *O direito à cidade*, uma centralidade lúdica se sobrepõe à centralidade do consumo. Usuários diversos atribuem múltiplos significados àquele espaço em que circulam, e o resultado é que, no entrecruzar de expectativas de cada grupo, surgem novas formas de sociabilidade até aqui desconhecidas. E o que nos interessa é exatamente captar a amplitude cultural desse fenômeno e as possibilidades de que os *shoppings* sejam cada vez mais habitados por significados que extravasam o consumo. O conceito de sociabilidade utilizado neste trabalho inspira-se, embora não de forma ortodoxa, na obra de Georg Simmel. O conceito é entendido como uma espécie de jogo simbólico, uma forma lúdica de associação e interação, onde determinadas diferenças sociais são ree-

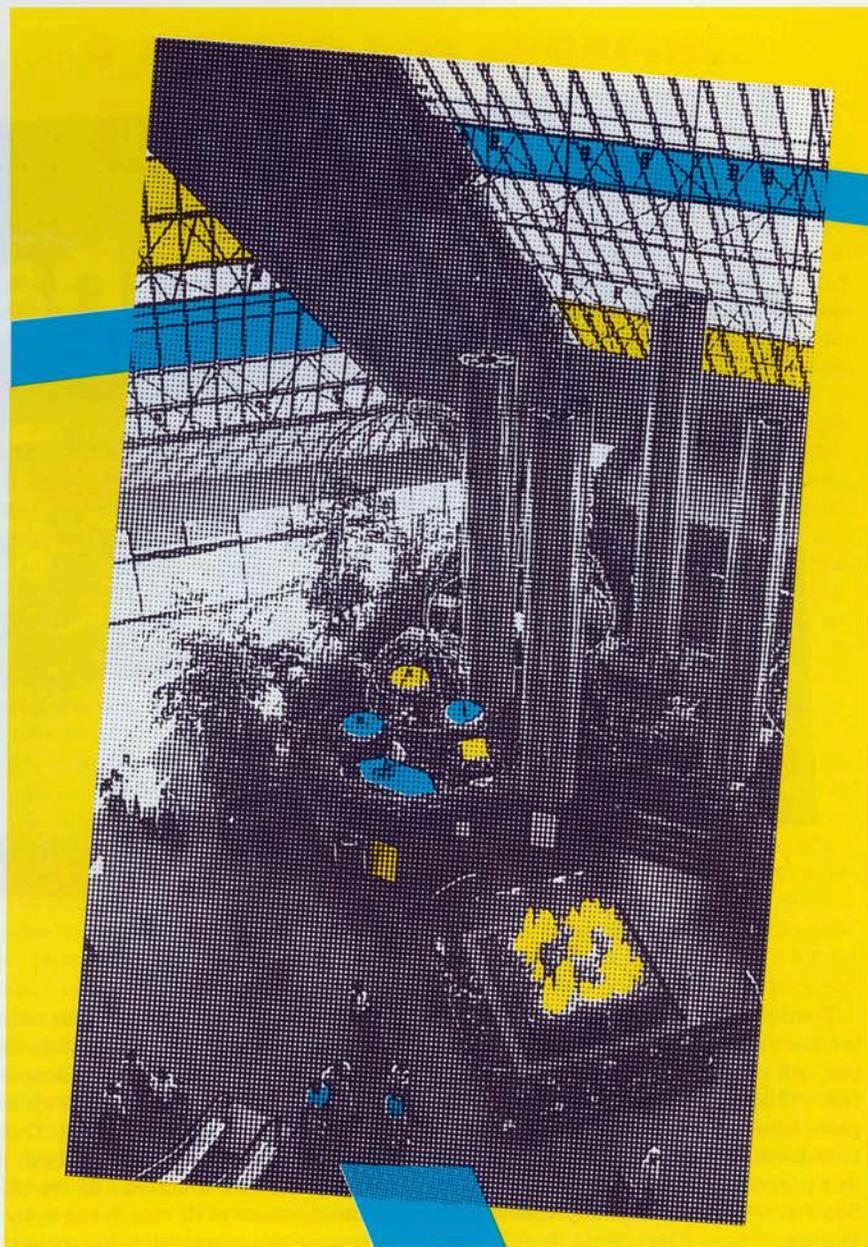


laboradas. Trata-se, portanto, de interpretar o ritmo dessas formas de relação social num campo comunicacional construído por um conjunto cambiante de regras, em que grupos, redes e indivíduos interagem, dizem-se coisas, trocam significados e elaboram suas inserções na sociedade e na cidade.

Delimitar a área de atuação desta pesquisa foi a primeira tarefa. Foram escolhidos três grandes *shopping-centers* de São Paulo — o Shopping Iguatemi, o Center Norte e o Morumbi Shopping —, com perfis de arquitetura diferenciados, público freqüentador bastante distinto e formas diversas de inserção na estrutura urbana. A primeira etapa consistiu num trabalho de observação, sem interferência do meio, para dar conta da composição do público e das estratégias de ocupação do espaço. Paralelamente, foram distribuídos questionários curtos, com um levantamento superficial de dados socioeconômicos e hábitos de freqüência. O intuito desses miniququestionários foi servir de pretexto para uma primeira aproximação formal com o público-alvo da pesquisa.

Nesse primeiro mapeamento, revelaram-se alguns informantes-chave, que passaram então a exigir a coleta de entrevistas gravadas, umas individuais, outras em grupos. Foram 33 entrevistados em 20 encontros, totalizando aproximadamente 15 horas de gravação. Os entrevistados situavam-se nas categorias básicas dos freqüentadores mapeados nesses *shoppings*: consumidores constantes (especialmente adultos do sexo feminino), consumidores eventuais (a maioria jovens entre 12 e 20 anos), freqüentadores por lazer e funcionários (lojistas, vitrinistas e outros). Como ponto de partida para a análise dessas entrevistas, a expectativa desses diferentes tipos de freqüentadores foi comparada com a imagem articulada pelos agenciadores do *shopping* (proprietários, planejadores, lojistas, administradores) e veiculada pelos meios de comunicação de massa, em reportagens ou informes publicitários.

O primeiro obstáculo, portanto, foi ultrapassar essa visão institucional, disseminada no nível do senso comum. E isto tendo consciência de que é a partir dessa visão institucional que os diversos atores sociais constroem seu discurso sobre o *shopping-center*. Esse discurso às vezes confirma, às vezes complementa, outras vezes contradiz essa imagem institucional. Vencido esse obstáculo, a observação de campo permitiu a realização de uma reconstituição etnográfica da apropriação social desses espaços, das formas de sociabilidade presentes nessa apropriação. E propiciou, ainda, uma interpretação mais abrangente dos significados socialmente construídos em torno desses três *shopping-centers*.



SHOPPING IGUATEMI: A MARCA DA DIFERENÇA



O Iguatemi, primeiro *shopping* brasileiro, inaugurado em 1966, atinge tradicionalmente a faixa de público de maior poder aquisitivo de São Paulo. São moradores da sofisticada zona sul paulistana, abrangendo a região dos Jardins, do Alto Pinheiros e cercanias. Trata-se ainda hoje do *shopping* de maior faturamento por metro quadrado em todo o Brasil. Sua administração imprime, por conta do alto poder aquisitivo de seu público, grande ênfase no lazer como atrativo para as compras. O movimento é ancorado no poder de sedução das próprias lojas, de suas vitrines, de suas etiquetas. Encravada no eixo da avenida Faria Lima, a paisagem urbana circundante

se compõe de um comércio refinado, que divide ruas e alamedas com escritórios de multinacionais, clubes de elite, instituições bancárias, enfim toda espécie de serviços exigidos por consumidores de posses.

Boa parte desse público, predominantemente feminino, responde eficazmente ao apelo desse consumo sofisticado. Na maioria das entrevistas, os freqüentadores apenas reiteram a imagem veiculada pela propaganda institucional. Os entrevistados tributam a preferência pelo *shopping* às facilidades e comodidades oferecidas em meio às grandes campanhas promocionais. O público enfatiza exatamente o que as estratégias de *marketing* pretendem realçar. No Shopping Iguatemi, a eficiência não está apenas na venda do produto, mas se encontra, sobretudo, no consumo da imagem do *shopping* pelos seus freqüentadores.



Tomem-se como exemplo os depoimentos que ressaltam a facilidade de circulação, em comparação com o comércio de rua. “Olha, o *shopping* é um lugar protegido, com lojas concentradas e que oferece todas as opções para quem está na cidade a passeio, e mesmo para quem mora em São Paulo”, comenta uma professora, de 41 anos. “Aqui é um ponto de referência para encontros, com várias possibilidades: cinema, café, compras etc. É um lugar onde a gente pode vir só, numa boa, sem se sentir inibida”, esclarece outra entrevistada, vitrinista, de 27 anos.

Depoimentos deste tipo são bem conhecidos pelos proprietários de *shopping-center*. O empresário cearense Carlos Jereisati, proprietário do Iguatemi, demonstra ter plena consciência de que o seu público é predominantemente feminino. Numa entrevista ao caderno ‘Veja São Paulo’, da revista *Veja* de 22 de outubro de 1986, o empresário fez a seguinte declaração, a propósito de suas técnicas de *marketing*: “Um bom *shopping* precisa conhecer a fundo a técnica de seduzir uma mulher. Este é um dos nossos maiores segredos.”

Nesse cenário, cujo *ethos* (caráter) é a criação de um pacto seletivo excludente, o público se restringe a uma camada social de elite. Membros de outras camadas sociais também freqüentam o Iguatemi, mas

não chegam a criar no seu interior redes de sociabilidade nas quais se identifiquem ou se reconheçam. Há toda uma ordem interna ao *shopping* visando exatamente a impedir que essas redes se formem. O sistema de segurança, sem qualquer alarde, tem por tarefa barrar a entrada de mendigos, pedintes, menores de rua. E sua ação não se resume aos marginalizados sociais. Há também a ordem de retirar da circulação interna aqueles que exibem um desvio do padrão de freqüentador habitual. São também alvo da ação dos seguranças os *punks* — ainda que o indivíduo seja de camada social abastada e prefira o visual *punk* como um estilo — e os vanguardistas da moda (que usam, por exemplo, roupas rasgadas ou acessórios exóticos por estilo). Os dois tipos de freqüentadores são tão indesejáveis quanto os consumidores mal vestidos de camadas populares.

Essa rigorosa seleção de público não resulta, porém, na procura do *shopping-center* apenas como um centro de consumo de bens e serviços. Há também freqüentadores em busca de consumo simbólico e, na ausência de um naipe de consumidores de diversas camadas sociais, este consumo simbólico deve ser procurado nos grupos jovens. São eles que elegem o Iguatemi como um centro de lazer e sociabilidade. E ainda que os seus hábitos sejam perfeita-

mente detectados pelos censores da ordem interna, os grupos de jovens não são alvos do sistema de segurança porque o Iguatemi, por meio deles, desenvolve uma estratégia de formação de público. Dada a sua ordem social privilegiada, esses grupos serão os futuros consumidores que agora, por conta da sua situação geracional, se inserem de forma apenas parcial no perfil do público-alvo. Daí a manutenção de atrativos para esses grupos, como lanchonetes e cinemas.

Esse público jovem já mereceu inclusive as atenções da imprensa paulistana, que os batizou de ‘igua-boys’. A denominação, não por acaso, ressalta o radical da palavra Iguatemi e reforça a idéia de uma igualdade entre os membros desse público restrito e diferenciado. O nome já diz: são grupos de iguais, cujos membros se extraem de uma mesma camada social e que, portanto, parecem dividir as mesmas expectativas. Os ‘igua-boys’ realizam uma iconoclastia leve, uma contestação perfeitamente aceitável dos códigos de bom gosto e elegância vigentes no interior do *shopping*. Aderem com moderação aos delírios da moda e aos caprichos das *griffes*. E revestem o interior do *shopping* de uma certa imagem de tolerância com grupos de freqüentadores que escapam ao perfil do consumidor-alvo. Servem para imprimir



uma certa aura de democratização interna, aura que o *shopping* precisa preservar, como símbolo de uma sociedade moderna, arejada, aberta aos novos tempos.

As redes de sociabilidade se intensificam nos fins de semana. É quando os grupos de jovens se concentram em espaços como o corredor da 'ala nova', situada no piso Faria Lima, com várias butikues jovens e arrojadadas, ou nas diversas lanchonetes do terceiro piso, recém-reformado. Os grupos não se limitam às áreas comuns: chegam a marcar encontros no interior de certas lojas, como a Hi-Fi, um concorrido ponto de venda de discos. Essas redes de sociabilidade são mapeadas facilmente pelos frequentadores habituais. Como explica uma estudante e jogadora de vôlei, de 15 anos: "O Iguatemi tem suas panelas, um grupinho aqui, outro ali. Eu vou mais com o pessoal do Clube Pinheiros. Tem um pessoal sempre ali pelo Mc Donald's, tem o pessoal do Clube Hebraica, de judeus, que é difícil de chegar, tem o grupo de *darks*... No sábado é mais movimentado, tem mais gente, é mais cheio, daí de repente você tá com um, aí conhece outro, fica com a turminha do outro, então vai se conhecendo mais gente."

Há, dentre os jovens, aqueles que só frequentam o *shopping* nos fins de semana. É o caso deste estudante, de 17 anos, que

faz o seguinte comentário: "Dos cinemas de São Paulo, acho que o mais agitado é o do Iguatemi. Sei lá, é o ponto. Acho que o pessoal mais jovem, da nossa idade, costuma ir lá. Sempre quando tem lançamento de filme, essas coisas, eu vou lá porque é o lugar mais cheio mesmo, aquela bagunça, neguinho gritando no meio do filme. Acho que isto é um astral mais legal."

Para os jovens, o *shopping* se marca pela formação de certas redes de sociabilidade que operam com determinados padrões de seletividade e de sofisticação. Aquele que deseja conviver num desses grupos precisa corresponder a determinadas expectativas, a uma certa imagem que cada um espera encontrar em si mesmo e no outro. Essa identidade coletiva se traduz nas roupas, no comportamento, na escolha do vocabulário etc. Os jovens do Iguatemi, ainda que não sejam os consumidores típicos do *shopping*, constroem, assim, uma espécie de demarcação simbólica de cada grupo e de suas diferenças socioculturais.

A última grande reforma do Shopping Iguatemi, ocorrida entre 1988 e 1989, modificou um pouco essa divisão do espaço em áreas demarcadas simbolicamente. A expansão das dependências, com a inauguração de novas praças, novos corredores e lanchonetes, trouxe para o interior do Iguatemi um público mais diversificado, que

aos poucos vem alterando a fisionomia de sua ocupação.

Em idas recentes ao Iguatemi foi possível observar um aumento de grupos frequentadores, notadamente entre jovens, havendo uma relativa aproximação com o padrão de ocupação social de outros *shoppings*. Um artigo publicado no ano passado pela *Folha de São Paulo* (08/10/89), com o título de 'Brigas de *gangs* tumultuam sábado no Iguatemi', revela um evento antes verificado apenas em *shoppings* marcados por uma grande variedade de usuários.

A diversificação do público, no entanto, está longe de representar uma popularização desse *shopping*. Continuam intactas as regras de seletividade impostas pela segurança, por sua arquitetura interior, pela imagem veiculada na mídia. Graças a essas regras de seletividade, o Iguatemi se mantém como uma das paradas da moda, parte de um roteiro urbano de lazer sofisticado. O Iguatemi, no entanto, representa um caso à parte no cenário paulistano e brasileiro. A expansão de novos *shoppings* não significa que estejam se multiplicando espaços demarcados pelo mesmo patamar de sofisticação e de padrão de consumo. Dada a sua peculiaridade, este *shopping* representa uma exceção ao modelo que se pode extrair de uma comparação entre os demais *shoppings* aqui pesquisados.

CENTER NORTE: O NOVO 'CENTRO' DA CIDADE

Inaugurado em 1984, o Center Norte foi o primeiro grande *shopping* a ter um apelo popular eficiente, transformando os hábitos de consumo e de lazer de boa parte da população da zona norte paulistana, além de abarcar um grande público da imensa zona leste e de vários municípios da Grande São Paulo. É atualmente o *shopping* com maior volume de freqüentadores e de faturamento global em todo o Brasil.

Além de uma complexa estrutura de consumo, o Center Norte possui diversas op-

viam recusado participar do investimento, apostando no fracasso da empreitada. Até então a palavra *shopping-center* parecia ser sinônimo de consumo sofisticado, de consumidores de alto poder aquisitivo. Afinal, num *shopping*, o investidor não arca apenas com os custos de seu negócio. Há toda uma infra-estrutura sustentada pelos lojistas, desde a manutenção da limpeza até a veiculação da propaganda. No interior de um *shopping*, portanto, o comércio exige necessariamente um investimento muito mais elevado do que em lojas de rua. Há uma espécie de 'custo social', para a manutenção de uma infra-estrutura urbana paralela, que incide sobre o preço do produto. Daí a conclusão de que *shopping* e

Além disto, há diferenças marcantes na própria estrutura do Center Norte. O *shopping* é o carro-chefe de um empreendimento muito maior, que envolve um outro prédio com um hipermercado, outro *shopping* contíguo especializado em móveis e artigos de decoração, uma praça ao ar livre para eventos culturais e esportivos, sem falar da construção de um futuro pólo atacadista, nos moldes do Ceasa. Trata-se, portanto, de uma área gigantesca, composta de terrenos do *shopping* que foram sendo adquiridos ao longo de 40 anos, sendo que parte da construção pode ter sido feita em terras públicas, conforme denúncia feita por Luísa Erundina, atual prefeita de São Paulo, no início de 1989.



ções de lazer. Localizado no cruzamento da Avenida Marginal Tietê com a linha norte-sul do metrô, junto à estação e terminal rodoviário Tietê, o *shopping* é servido por uma vasta rede de transporte coletivo, um fator essencial para os milhares de consumidores que acorrem às suas dependências. A imensa maioria dos freqüentadores não tem meios próprios de transporte. O Center Norte parece uma ilha em meio à paisagem urbana circundante, repleta de indústrias, de imensos depósitos e grandes supermercados, às margens do rio mais poluído da cidade.

Quando foi inaugurado, o Center Norte tinha por desafio demonstrar sua viabilidade aos lojistas e empresários que ha-

público de alto poder aquisitivo eram parceiros inevitáveis.

O Center Norte se levantou contra essa lógica e implantou uma nova era na história dos *shoppings* brasileiros. Em pouco tempo reverteu a descrença generalizada quanto à viabilidade do projeto. Como isto foi possível? Com uma inovadora estratégia de *marketing*. Ao contrário dos outros *shoppings*, que buscavam uma imagem de sofisticação e diferença, o Center Norte investiu firmemente no slogan 'um *shopping* para todos', buscando inclusive formas de propaganda recusadas por outros *shoppings*, como as transmissões de jogos de futebol pelo rádio, de grande penetração popular.

E as diferenças não se resumem à situação geográfica. Também no seu interior, o Center Norte tem características especiais. O projeto arquitetônico incorporou signos presentes no centro tradicional. No Center Norte existem calçadões, quiosques, pequenos balcões, corredores externos que reproduzem o pequeno comércio próximo às estações e terminais rodoviários. Elementos de uma paisagem urbana foram reciclados e rearrumados numa nova síntese, no intuito de criar um novo centro para a cidade, mais familiar aos moradores da zona norte. O slogan do Center Norte, criado por seu proprietário, Curt Baumgart, aliás, é exatamente este: 'Center Norte, o novo centro de São Paulo'. Retoma-

se aqui a idéia de uma simulação urbana, da criação de um novo centro, destituído de miséria, de marginalidade, poluição e deterioração, que o centro tradicional só evidencia. Daí o seu êxito em conquistar outras faixas de consumidores.

O perfil dos freqüentadores do Center Norte vai das camadas médias às populares. E, como não podia deixar de ser, esse público tem hábitos bastante distintos daquele que freqüenta o Iguatemi, realizando compras de menor valor, mais adequadas às suas possibilidades e tendo muitas vezes como alternativa o comércio tradicional das ruas. Nos fins de semana, além de famílias inteiras que circulam pelas dependências, turmas de jovens ocupam significativamente o espaço e se diferenciam sobretudo pelo tipo de roupas que usam — de um lado os *punks*, do outro a banda *heavy metal*, do outro ainda os *office-boys*, as *gangs* de motos e outros.

“Aqui é o *shopping* do povão, pela população que vem aqui e pelo tipo de mercadoria vendida”, diz um funcionário de loja, de 25 anos. “Num sábado desses, eu fiquei em São Paulo, e falei: ‘Vamos lá conhecer...’ Mas tinha um acúmulo de gente! Eu fiquei maluca! É um pessoal que compra que não é brincadeira, uma loucura!”, comenta uma freqüentadora dos *shoppings* Iguatemi e Morumbi, de 40 anos, em visita ao Center Norte.

A imagem veiculada pela propaganda é referendada pela maioria dos freqüentadores. Uma senhora de Itararé, interior de São Paulo, por exemplo, prestou o seguinte depoimento: “Este *shopping* é bem de gente do interior, mais simples. Para eu ficar em outros *shoppings* aqui de São Paulo eu precisaria estar melhor vestida...”

Os grupos de jovens, em sua grande maioria, não se incluem no circuito de consumo de mercadorias, exceto por pequenos gastos com cinemas, lanchonetes etc. São grupos que apontam para uma apropriação social do espaço, especialmente nas noites de sexta e sábado. Nesses horários, o Center Norte se torna uma espécie de praça interbairros, para onde confluem grupos de partes diferentes da cidade, da zona norte ou da zona leste. As turmas, marcadas pela diversidade, disputam, assim, a geografia interna do *shopping*. Mais do que um local de consumo, o Center Norte se transforma, na ótica desses freqüentadores, num cenário urbano moderno que é contraposto à atmosfera restrita e sufocante do bairro, da escola, do centro da cidade. O *shopping* é o acesso simbólico a um espaço urbano marcado pela modernização.

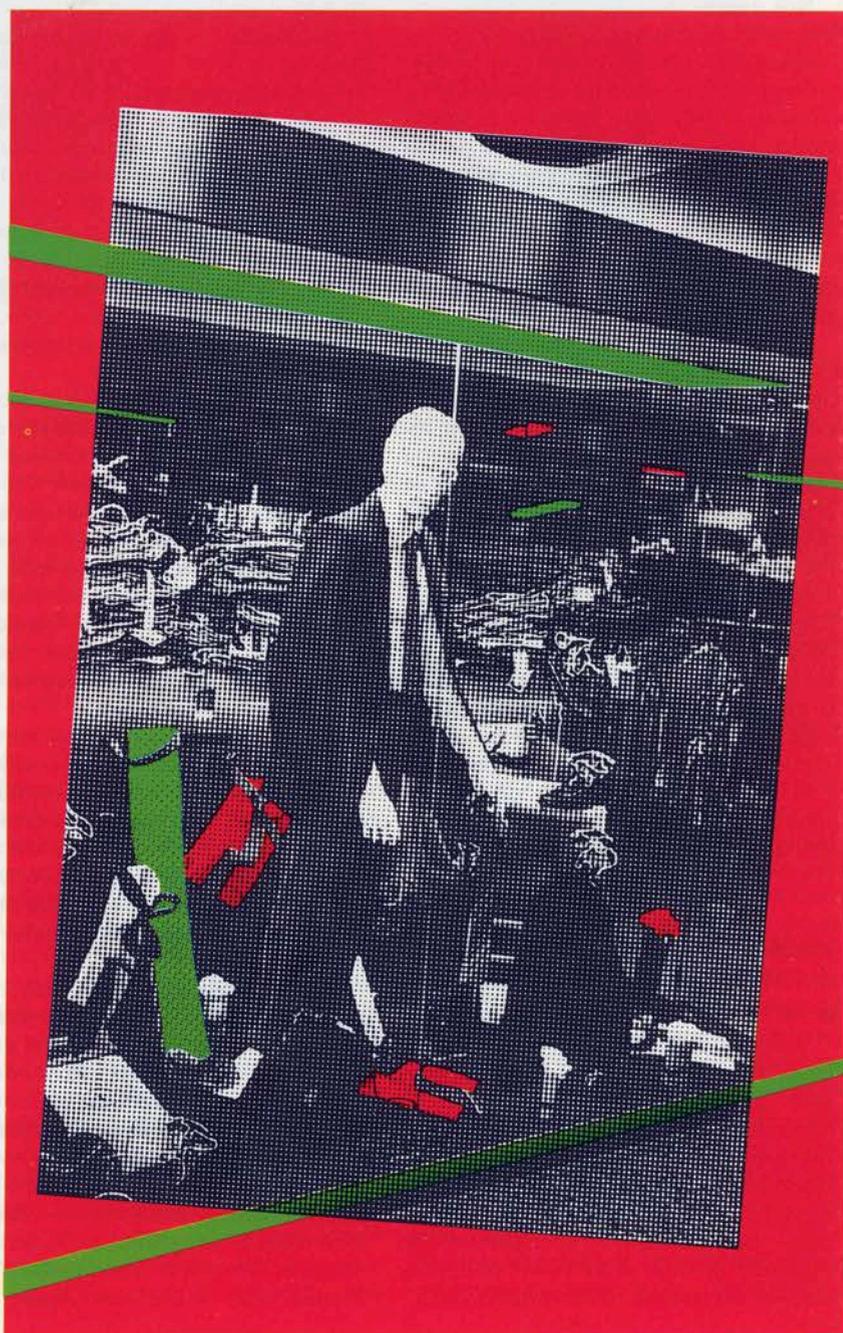
A disputa interna entre os grupos cria territórios específicos para cada um deles, em geral em torno de uma certa atividade de lazer, do cinema ao fliperama, da lan-

chonete ao bar. Esses grupos de jovens, aliás, circulam pelo *shopping* de forma bem diferente dos consumidores de mercadorias. Ao invés das vitrines, esses freqüentadores preferem observar os transeuntes. Fazem percursos marcados à deriva, pelo olhar atento em busca de encontros, pela prática de leves transgressões grupais. Na linguagem de grupos de jovens, o *shopping* é definido como um lugar de ‘zoar’.

“Eu venho bastante aqui porque é um lugar gostoso, tem muita gente de fora, de outras regiões, e eu procuro o meu pessoal aqui de vez em quando”, declara um *office-boy* de 16 anos. “Venho todos os sábados, conversar, encontrar o pessoal, fazer rodinha. Nós formamos um grupo de

mais ou menos umas 20 pessoas”, confirma uma estudante, também de 16 anos.

A freqüência popular do *shopping*, porém, não impede que haja um rígido sistema de segurança, dedicado inclusive a disciplinar os hábitos dos freqüentadores costumeiros. “Quando a gente está em grupo e entra todo mundo no banheiro, entra guarda também. Aí eles ficam só olhando para ver se você não vai ‘zoar’ no banheiro, se você não vai escrever na porta, jogar papel, molhar o banheiro”, avisa um estudante de 15 anos, pertencente a uma das turmas do Center Norte. Ao seu lado, outro estudante, de 16 anos, acrescenta: “A gente sentava no chão, escorregava, bazuçava, dormia até lá, tinha vez que es-



tava com sono, não estava com vontade de ir para a escola, se ficasse em casa a mãe não deixava, então ia pro *shopping*, ficava encostado no banco e dormia.”

Muitos funcionários jovens reafirmam a importância dos jogos de sociabilidade desenvolvidos no local, percebendo a esfera do consumo como algo secundário ou inalcançável. “Eu trabalho aqui no *shopping* de balconista, lá no Village. E também venho aos domingos à tarde, fico perto do cinema ou do parque, pra ganhar as meninas”, diz um vendedor de 21 anos. Já um funcionário que trabalha como segurança de uma das butiques, a Wrangler, de 21 anos: “Comprar lá (no Center Norte) não dá, porque lá é onde tem mais etiquetas, roupas mais caras, então aquilo para mim é só uma vitrine...”

Nos grupos de jovens frequentadores, boa parte, especialmente entre os homens, conhece bem a geografia das ruas, por lazer ou por obrigação profissional, como é o caso dos *office-boys*. São personagens da modernidade urbana que trafegam durante a semana por diversos territórios da cidade e aos sábados e domingos preferem os *shoppings*. Esta, aliás, é a marca da juventude que transita no Center Norte: sua opção pelo *shopping* não se dá necessariamente por exclusão ao uso das ruas.

Muitas vezes, o corpo de segurança do Center Norte acaba por interpor limites ao tipo de apropriação feita por esses grupos, evitando badernas coletivas e brigas em lojas, lanchonetes, banheiros e corredores, ou reprimindo as danças em frente às lojas de discos. Nesse caso, ocorre uma negociação de espaço entre os grupos de frequentadores e a segurança — que se volta às vezes contra os próprios usuários. Nessa negociação, que se passa cotidianamente, define-se o que vai ser tolerado e o que vai ser reprimido. A negociação se passa, desse modo, no cruzamento entre uma destinação privada da instituição e seu amplo acesso público sob a marca da diversidade e da tolerância. A prática do ‘zoar’ é uma forma de testar ocupações de espaço, de delimitar as áreas em que atua a segurança.

MORUMBI SHOPPING: A INVERSÃO DO PÚBLICO

Voltando, agora, à zona sul, depois de uma passagem pela utopia urbana do *shopping* popular, uma visita ao Morumbi Shopping pode revelar também uma forma surpreendente de apropriação social. Situado próximo à Marginal Pinheiros e à extremidade da avenida Luís Carlos Berrini, novo pólo financeiro e importante eixo de expansão urbana, o Morumbi Shopping abrange um público bastante diferenciado.

Entre os usuários estão moradores do bairro Morumbi, parte da região de Santo Amaro e do Ibirapuera, moradores dos bairros de classe média mais próximos, como o Brooklin, ou de perfil mais popular, como Vila Cordeiro.

O surpreendente nessa apropriação do espaço é a diferença entre o público que frequenta o Morumbi Shopping durante a semana e aquele que prefere os sábados e principalmente os domingos. Durante a semana, transitam consumidores de camadas médias, de razoável poder aquisitivo (sem, no entanto, chegar ao patamar do Iguatemi). Já nos fins de semana, o Morumbi é procurado também por turmas de jovens provenientes de camadas populares. Ao contrário dos jovens com maior poder aquisitivo, que tendem a realizar um uso mais individualizado do local, utilizando-se aos domingos dos cinemas, das lanchonetes ou dos equipamentos de lazer mais caros, como as salas de boliche, os membros de camadas populares circulam pelo *shopping* em pequenos grupos, sendo que vários deles trabalham no *shopping* durante a semana. Estes grupos têm fortes vínculos de sociabilidade, aglutinam-se sobretudo em torno da pista de patinação, equipamento de lazer que permite contatos fortuitos, aproximações casuais, exibições de perícia, além da gozação e do escárnio aos desajeitados.

Conta um frequentador de 17 anos, que ganha a vida diariamente como artesão (e de noite como cantor): “Tem esta turma que vai todo o fim de semana. Não muda porque não tem outras pistas aqui em São Paulo. O pessoal vem pra curtir a pista, sabe patinar. Eles acham que é uma forma fácil de ganhar as meninas e tal. Todo mundo gosta de gelo, entendeu? Quando tem grana, vem, patina, se não tem, vem, empresta um do outro, então todo santo fim de semana a turma está aí.”

Com determinadas regras de admissão, de ajuda mútua e aliança nos conflitos externos, essas turmas de jovens contrabalançam a falta de poder aquisitivo com um tipo de uso do espaço que os transforma em atores privilegiados do espaço que ocupam, ao menos nas horas de lazer, quando as vitrines apenas compõem um cenário de circulação e paquera.

Outros *shoppings* mais foram rapidamente observados, como o Ibirapuera, que era utilizado, anos atrás, em sua área externa por jovens amantes do Sol e da natureza, área esta batizada de ‘praia da Moema’. Esta utilização da área externa, aliás, originou em seu interior um uso por parte de grupos *darks*, contrapostos aos jovens de fora. Além do Ibirapuera, o Center 3 — uma espécie de galeria estrategicamente ocupada por grupos homossexuais —, o Mappin ABC — em Santo André, usado

pela ‘galera’ dos ‘skatistas’ — e o Interlago — palco de novas apropriações jovens de perfil nitidamente popular — ampliam o campo investigado, apontando para novas formas de apropriação social cuja riqueza não pode ser apressadamente reduzida a padrões tipológicos.

Assim, os *shopping-centers*, entre os vários centros de consumo e lazer da metrópole, constituem espaços privilegiados para a análise de diversas formas de sociabilidade presentes no contexto urbano. Transcendendo a esfera do consumo, para o qual são basicamente destinados, os *shoppings*, do ponto de vista dos múltiplos usuários que o utilizam, vão se tornando espaços comunicacionais, onde se redefinem simbolicamente as diferenças socioculturais entre os frequentadores.

A expansão desses estabelecimentos nas metrópoles e mesmo nas cidades de médio porte brasileiras está interferindo decisivamente nas formas tradicionais de lazer e sociabilidade. Além disto, esses não são mais espaços ocupados apenas por grupos das elites e das camadas médias, mas também por membros das camadas populares, moradores de regiões periféricas, turmas de *office-boys* e outras, principalmente à medida que os *shoppings* vão se expandindo pelas metrópoles e cidades de médio porte. Ao incorporar novos frequentadores e admitir uma apropriação simbólica da sua geografia interna, o *shopping* provoca uma espécie de reurbanização do cidadão. O usuário dessa cidade em miniatura, reverso utópico da cidade real, se torna ele próprio um outro cidadão, com uma imagem diferente de si mesmo, dos seus limites e dos seus direitos.

Sínteses refratárias dos modelos norte-americanos e europeus, os *shoppings* brasileiros merecem uma reflexão mais sistemática quanto ao seu impacto na trama do urbano. Do ponto de vista antropológico, eles fornecem farto material de investigação enquanto condensadores de padrões de consumo e de socialização. Os *shoppings* abrem várias sendas para reflexão enquanto emblemas da modernidade, cuja temática apresenta uma complexidade altamente desafiante em nosso país.

SUGESTÕES PARA LEITURA

LAFONT, H., ‘As turmas de jovens’ in ARIES, P. e BÉJIN, A. (org.), *Sexualidades ocidentais*, São Paulo, Brasiliense, 1985.

LEFEBVRE, H., *O direito à cidade*, São Paulo, Documentos, 1969.

SENNETT, R., *O declínio do homem público*, São Paulo, Companhia das Letras, 1988.

SIMMEL, G., ‘Sociabilidade — um exemplo de sociologia pura ou formal’ in MORAES FILHO, E. (org.), *Simmel*, São Paulo, Ática, 1983.

EDIÇÃO DE TEXTO MARÍLIA MARTINS

O SEGREDO DOS SHOPPINGS

Por que, nos últimos 20 anos, os *shopping-centers* mudaram a paisagem das metrópoles brasileiras? A pergunta não parece muito fácil de responder. Nos anos 70, quando os *shoppings* iniciaram o seu processo de disseminação, não havia demanda do mercado consumidor nesse sentido. Os primeiros chegaram a enfrentar certa resistência dos consumidores, acostumados ao comércio de rua e desabitados de um ambiente tão asséptico e fechado. E, além dessa resistência do público, houve, de início, uma falta de interesse dos próprios comerciantes. As vendas em lojas de rua iam muito bem e, por isto, não havia necessidade de um investimento tão alto. Se não havia um substancial aumento da demanda nem interesse do comércio varejista, como foi então que os *shoppings* se tornaram um sucesso, transformando os hábitos de compra e lazer de consumidores de diferentes classes sociais e até de regiões interioranas? Qual o segredo dos *shopping-centers* brasileiros?

Para começar a responder, é preciso levar em conta que essa alta do consumo em *shopping-centers* não se fez num dia. O primeiro *shopping-center* brasileiro foi inaugurado em 1966. Nos anos 70, houve um aumento progressivo do número de *shoppings*, mas o *boom* só ocorreu na década de 1980. Houve, portanto, uma explosão longamente preparada, para a qual concorreram vários fatores. O processo de formação dos *shopping-centers* foi uma resposta a importantes transformações do capitalismo brasileiro, que mudaram o perfil do público consumidor, provocando uma reorganização do comércio e do próprio espaço urbano. A política intervencionista do Estado nos anos da ditadura militar provocou a implantação de novas estruturas de produção, liberando recursos para grandes obras, de molde a favorecer monopólios e oligopólios.

Houve no Brasil um lento mas progressivo crescimento dos setores de bens de capital, de bens intermediários e de bens de consumo durável. Em 1950, os três setores representavam 26% do Produto Interno Bruto (PIB), passaram a 50% em 1970 e a 60% em 1980, de acordo com o IBGE. E nesse período se instaurou no Brasil uma dinâmica plenamente capitalista de acumulação que garantiu uma revolução sistemática da relação capital-trabalho, de forma a retirar dessa relação, por meio de uma tecnologia sofisticada, o elemento de subjetividade. O vendedor da esquina, que mantinha uma relação pessoal com o seu freguês, se viu impelido a ceder espaço para as grandes redes

de lojas, em que o freguês é apenas um número num gigantesco banco de dados.

Nos anos da ditadura militar, o Estado, com uma política deliberada de arrocho salarial, conseguiu restringir o comércio de bens de consumo, garantindo uma poupança que se concentrou nas mesmas instituições financeiras que eram encarregadas do repasse de recursos do mercado internacional. Assim, nas linhas de crédito previamente aprovadas pelo governo, uma soma gigantesca de recursos foi destinada à indústria de bens de produção. Entre esses grupos privilegiados estava o setor de construção civil, que teve sua expansão financiada pela política governamental e se manteve nas mãos de poucos empresários.

Por outro lado, essa nova estrutura industrial, inflada pelo crescimento das empresas estatais, empregou largos contingentes de mão-de-obra, aumentando o poder aquisitivo das populações urbanas. Assim, o incentivo a grandes obras, a capitalização do setor de construção civil, a entrada no mercado de trabalho de maiores contingentes de população, além da ênfase dada pela propaganda oficial a uma 'nova mentalidade modernizadora', provocaram uma transformação radical na geografia urbana, nas formas de vida comunitária e nas expectativas dos seus habitantes. No rastro dessas novas demandas, apareceram os condomínios fechados, os supermercados, os arranha-céus repletos de escritórios. Se não houve um aumento de demanda, houve, isto sim, uma mudança de estrutura no mercado consumidor. Nessa mudança, o *shopping-center* encontrou espaço para a sua expansão.

Aparentemente, *shopping* é apenas um empreendimento comercial. Mas a novidade começa na junção de um comércio bastante diversificado (do vestuário à decoração, da alimentação ao eletrodoméstico) e se mantém no porte do empreendimento, no caráter planejado e centralizado (que antecede a construção e que permanece no seu funcionamento), na definição, seleção e controle sobre os lojistas. O *shopping* pressupõe um relacionamento especial entre a administração e os lojistas. Entre os dois lados costuma haver uma relação locatícia especial, que divide a participação no faturamento e na responsabilidade sobre as áreas comuns. O grande empresário é o proprietário do edifício, que na maioria das vezes costuma ser o próprio incorporador.

O *shopping*, nesse sentido, foi mais uma peça na estratégia de expansão da indústria da construção civil (e dos grupos

financeiros ligados ao setor), que durante muitos anos se beneficiou da política do Estado, por meio dos recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e das cadernetas de poupança. A falência do sistema nacional de habitação se tornou um incentivo para que a indústria da construção civil investisse maciçamente em prédios comerciais, conglomerados de escritórios, hotéis ou lojas.

Uma percepção histórica do processo de formação dos *shopping-centers* brasileiros descarta, portanto, o primado do mercado como causa principal desse fenômeno urbano. O mesmo modelo econômico de concentração de rendas, que impulsionou o redirecionamento da construção civil, favoreceu também o surgimento das grandes empresas varejistas. E o *shopping* fez com que esses conglomerados comerciais redefiniram suas estratégias locais.

No Brasil, em última instância, é o desenvolvimento da indústria de bens de produção que explica o aparecimento dos *shoppings*, sobretudo por conta dos grandes investimentos no setor de construção civil. Mesmo quando os dados empíricos não apontam para uma equação tão simples que relacione, diretamente, o incremento da construção civil à multiplicação dos *shoppings*, as transformações provocadas nas estratégias de ocupação urbana são enormes.

A partir da construção e disseminação desses novos centros de consumo, há uma mudança de escala na dinâmica das grandes cidades. Rompem-se os esquemas estritamente locais. Mudam os conceitos de próximo e distante. A valorização dos espaços obedece a novos parâmetros. O ponto de esquina, o movimento das ruas, a proximidade do antigo centro da cidade deixam de constar entre as formas de valorização de um ponto de comércio. O capital se autonomiza frente à herança da localização, ou seja, os investimentos alcançam um patamar que lhes permite desconsiderar (ou considerar apenas se for de seu interesse) o espaço urbano ao redor do empreendimento visado. Não há qualquer preocupação, por exemplo, com a localização do comércio tradicional. A organização do espaço se torna cada vez mais gerenciada e monopolizada.

ANTONIO CARLOS GAETA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA



A VISÃO DE CORES DAS ABELHAS

DORA FIX VENTURA

Departamento de Psicologia Experimental,
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

RANDOLF MENZEL

Departamento de Neurobiologia,
Instituto de Zoologia da Universidade Livre de Berlim

A descoberta de que a abelha é capaz de discriminar cores e nuances, mesmo iluminadas por fontes tão diferentes como o Sol e uma lâmpada elétrica (propriedade antes creditada apenas ao homem), tornou-a um excelente sujeito experimental para a investigação da correspondência entre mecanismos neurais e comportamentos. Com infinita paciência, cientistas brasileiros e alemães, trabalhando em conjunto, treinaram abelhas de espécies nativas do Brasil e da Europa para verificar, entre outras coisas, em que a visão que elas têm das cores se assemelha ou se distingue da visão humana. A pesquisa constatou que a abelha percebe nuances na faixa de luz ultravioleta, indistinguíveis ao olho humano. Tais nuances (que podem ser vistas na fotografia, feita com filtro ultravioleta), somadas à absorção das demais faixas de luz, formam a visão de cores das abelhas.

Para descobrir se as abelhas são capazes de ver cores, o etólogo alemão Karl von Frisch realizou um experimento simples, mas bastante engenhoso. Ele treinou um desses insetos a buscar mel numa flor artificial colorida. Depois colocou a flor num tabuleiro, entre várias outras, de diferentes tonalidades de cinza. Se a abelha treinada não fosse capaz de distinguir as cores, tudo lhe apareceria em tons de cinza. Nesse caso, deveria escolher, além da flor com que foi treinada, todas as flores do tabuleiro que tivessem, para ela, um tom de cinza equivalente, em intensidade de luz refletida, à cor da primeira flor. Mas, se fosse capaz de ver cores, responderia somente à flor do treino. E foi exatamente isto que von Frisch constatou há quase cem anos: as abelhas distinguem as cores.

A partir dessa descoberta, que deu ao cientista o prêmio Nobel em 1973, numerosos estudos foram empreendidos para investigar outros aspectos dessa capacidade das abelhas. Sabemos hoje que, além de ver cores, elas são também capazes de discriminar as formas, o movimento, a posição no campo visual e a profundidade dos objetos. E, no caso da visão de cores, não somente são capazes de discriminar diferentes cores, como podem também perceber diferentes saturações (ou graus de pureza) de cada cor. Mais ainda: apresentam 'constância de cor', propriedade do sistema visual antes creditada apenas ao ser humano, através da qual os objetos à nossa volta mantêm a mesma cor, ainda que iluminados por fontes de luz de composição espectral muito diferente, como a luz solar ou a de uma lâmpada. A importância dessa propriedade fica evidente se lembrarmos, por exemplo, que, para fotografar uma cena dentro de casa com iluminação artificial, precisamos de um tipo de filme diferente do que é usado fora, porque a máquina fotográfica não é capaz de fazer o ajuste que o sistema visual faz.

Esses estudos comportamentais revelaram que a abelha é tão bom sujeito experimental que os pesquisadores passaram a se interessar por ela também para estudar problemas de aprendizagem e memória (ver 'Insetos inteligentes', em *Ciência Hoje* n.º 27). A grande vantagem de trabalhar com abelhas consiste em ter um animal de laboratório que vive dentro de sua própria colméia, da qual cuida sem ajuda nem ônus para o pesquisador, e que é disponível em grande quantidade, podendo ser treinado facilmente em várias tarefas e com diferentes estímulos.

Tais circunstâncias tornam a abelha um organismo muito atraente para associar estudos sobre o comportamento com a investigação dos mecanismos neurais correspondentes. Isso porque o seu sistema nervoso,

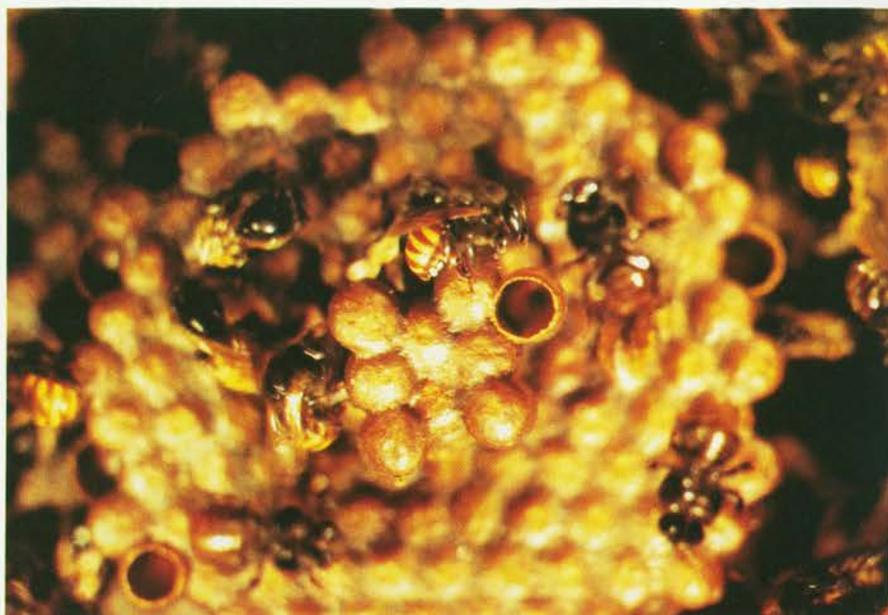
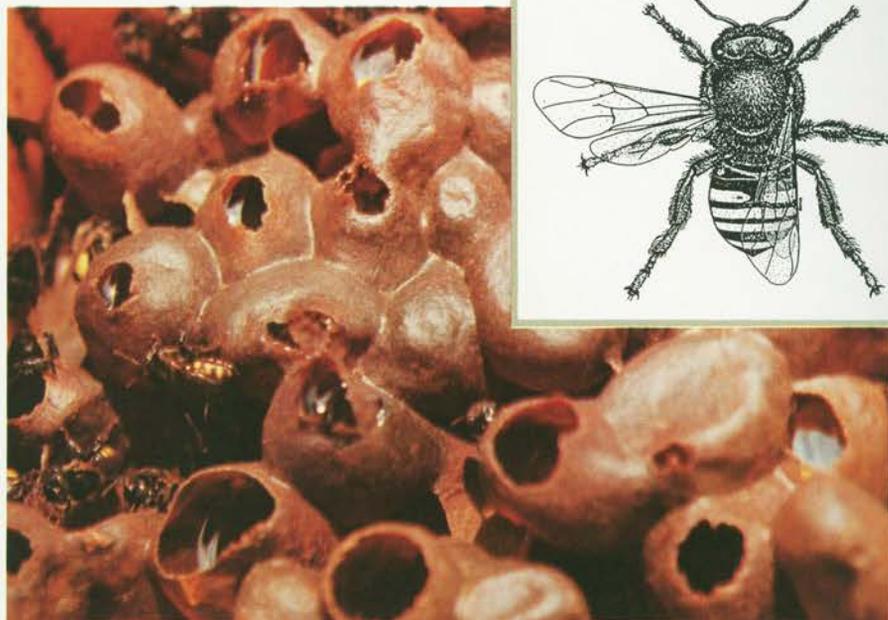


FIGURA 1 No destaque, operária *Melipona quadrifasciata*. Esta espécie constrói 'potes' (foto superior) para armazenar o mel e usa os favos (foto inferior) apenas para a procriação.

embora complexo, é ainda muito mais simples que o dos vertebrados. Assim como a lesma marinha *Aplysia* tem sido o invertebrado mais usado para o estudo da aprendizagem e da memória, a abelha tornou-se o organismo-modelo para o estudo da visão de cores. Com um cérebro muito mais complexo que o da *Aplysia*, ela favorece o estudo de aspectos também muito mais complexos nos níveis comportamental e neural, como por exemplo a propriedade de constância das cores.

Admita-se que tenha havido e continue havendo uma interação evolutiva entre as flores e a visão de cores. Os órgãos reprodutivos das plantas precisam ser encontrados pelos insetos e outros animais (como

pássaros e morcegos) para que a polinização possa se processar; ao mesmo tempo, os animais precisam encontrar as flores para sua alimentação (ver 'Flores pedem morcegos', em *Ciência Hoje* n.º 61). Sem cor, as flores não ofereceriam contraste entre as folhagens, a areia ou a terra, especialmente para um animal em pleno voo.

Parece razoável, portanto, imaginar que a habilidade de discriminar cores possa diferir em espécies que vivem em diferentes habitats e convivem com flores de diferentes colorações. Estas possíveis variações na habilidade de discriminar cores podem ser o resultado de uma variação no tipo de células fotorreceptoras do olho, ou na forma de processamento da informação cromática pelo cérebro.

DESENHO E FOTOS: CÉCIDIOS POR VERA, IMPERATRIZ FONSECA/IBUSP

Um trabalho em comum com o Laboratório de Psicofisiologia da Universidade de São Paulo e o Laboratório de Neurobiologia do Instituto de Zoologia da Universidade Livre de Berlim está permitindo conhecer, com métodos fisiológicos e morfológicos, os mecanismos da visão de cores na retina e no cérebro de abelhas brasileiras *Melipona quadrifasciata* e européias *Apis mellifera*, estas já bastante estudadas desde os experimentos de von Frisch.

Existem mais de 200 espécies de abelhas brasileiras, e sua relação filogenética com as abelhas européias e africanas é próxima. Todas elas pertencem à mesma subfamília (apídeos), mas a tribos distintas: as abelhas sem ferrão, como *Melipona quadrifasciata*, aos meliponíneos, enquanto o gênero *Apis* constitui a tribo dos apídeos. Tal como *Apis*, *Melipona quadrifasciata* é social, mas suas colônias são construídas de forma diferente. Ela faz uma separação entre as partes da colméia destinadas à procriação e aquelas reservadas ao armazenamento do mel. Este é guardado em 'potes' grandes, enquanto as larvas são mantidas em favos de cria, semelhantes aos de *Apis* mas cilíndricos e dispostos em andares (figura 1). Em *Apis*, uma só estrutura — o favo hexagonal — serve às duas funções.

Em nossos laboratórios em São Paulo e Berlim, treinamos abelhas das duas espécies a obter água açucarada atrás de um disco de vidro colorido preso a um painel vertical cinza, no jardim ao lado do prédio (figura 2). Para chegar à água açucarada, o inseto precisava atravessar um orifício no vidro colorido. A abelha aprende rapidamente essa tarefa e passa a obter o néctar dessa forma, e não em flores; leva-o à colméia e volta em intervalos de aproximadamente um minuto, se o ninho estiver a cerca de dez metros do painel de testes. A não ser por essa mudança na forma de abastecimento, suas atividades na colméia prosseguem inalteradas.

Se a cor de treino for comparada a uma outra cor, fixando-se ao painel cinza um segundo disco colorido (discriminação simples), sem que a água açucarada (que funciona como estímulo reforçador) seja oferecida em nenhum dos dois, a abelha se dirige à cor para a qual foi treinada. Se, contudo, a cor alternativa for semelhante à do treino, ela se dirigirá também a esta. Se as duas cores forem muito semelhantes ou idênticas, ela visitará ambas com igual frequência. A fim de obter mais rapidamente os dados de discriminação, ao invés de apresentarmos apenas uma cor alternativa na situação de teste, apresentamos simultaneamente 12 cores, uma das quais sendo a do treino (discriminação múltipla). É justamente a frequência das visitas a cada uma das cores que evidencia a capacidade da abelha de discriminá-las.

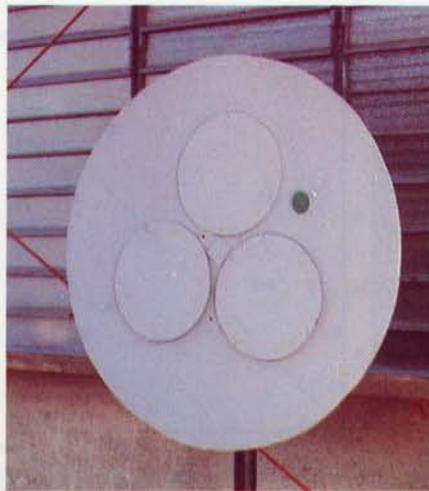


FIGURA 2 Painéis de cores usados nas situações de treino (esquerda) e teste (direita).

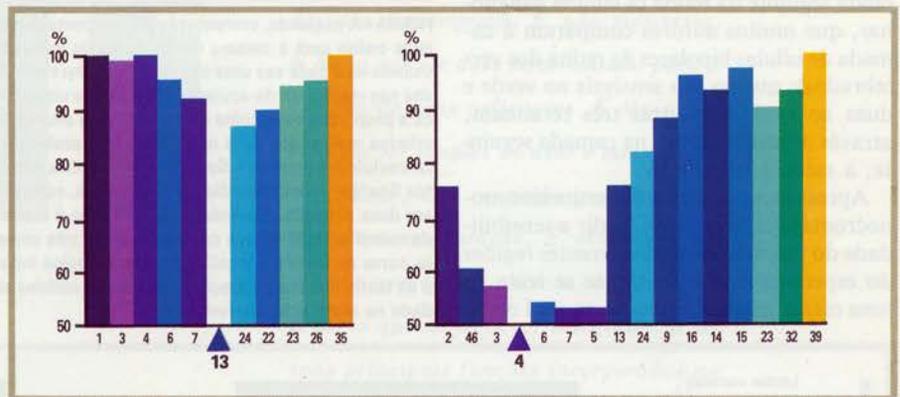


FIGURA 3 Exemplos de testes de discriminação simples de cores aplicados em *Melipona*. Cada coluna fornece a proporção de respostas ao estímulo de treino, quando outro estímulo é apresentado no teste como alternativa (os números indicam cores de teste, que correspondem a diferentes filtros Schott). No primeiro caso (à esquerda), o estímulo de treino foi um filtro verde-azulado (13), e durante o teste a abelha realizou um total de 2 207 escolhas; no segundo caso, o estímulo foi um ultravioleta (4), com 4 040 escolhas. Quando o estímulo de teste é igual ao de treino (colunas marcadas com setas), a abelha se dirige 50% das vezes para cada um; quando o alternativo difere do de treino, a abelha se dirige preferencialmente ao de treino. Os testes mostraram que, após treino no verde-azulado, a discriminação entre a cor de treino e as cores de teste próximas é muito superior à verificada após treino no ultravioleta.

Essa experiência foi feita com *Melipona quadrifasciata* em São Paulo e com *Apis mellifera* em Berlim. Na figura 3, referente a dados de *Melipona*, cada coluna fornece a proporção de respostas ao estímulo de treino, quando se apresentam à abelha estímulos alternativos de diferentes cores. O gráfico da esquerda indica que a abelha foi treinada a um estímulo verde-azulado, e quase sempre o preferiu (seta), mesmo quando a cor dos alternativos era muito parecida. No gráfico da direita, a cor do treino era o ultravioleta, e os valores baixos das colunas próximas à da cor do treino indicam que a abelha se dirigia tanto a esta quanto à cor alternativa. Sua capacidade de discriminar no ultravioleta era, portanto, inferior à mostrada no verde-azulado.

Tanto *Melipona* quanto *Apis* mostraram variação na capacidade de distinguir cores ao longo do espectro. A brasileira *Melipona* discrimina melhor que *Apis* na região verde-azulada, enquanto a européia discrimina

melhor os amarelos, violetas e ultravioletas. Conseguimos ainda demonstrar que a capacidade de discriminar cores não se restringe à tarefa de buscar alimento: contribui também para a localização da entrada do ninho. Se o acesso à colméia for feito através de um estímulo colorido, é possível mostrar que as abelhas o discriminam das cores alternativas, da mesma forma como ao serem treinadas com água açucarada, embora o desempenho seja ligeiramente melhor na última situação (figura 4). Pode ser que os fotorreceptores de cada espécie absorvam de modo distinto a radiação luminosa, cada um em diferentes regiões do espectro de cores, ou que o cérebro de cada espécie processe de forma diferente os sinais cromáticos. Portanto, para compreender essas variações, é necessário estudar a organização biológica do sistema de processamento de cores, a partir das características de absorção espectral dos fotorreceptores.

O olho de uma abelha, assim como o de uma mosca e dos insetos em geral, é constituído por muitos omatídeos (do grego, 'olho pequeno') — aproximadamente 5 100 na abelha operária. Cada omatídeo é uma pequena unidade visual, contendo a córnea e o cone cristalino, meios transparentes que atuam como lentes convergentes, e nove células retinulares (figura 5). Por isso, diz-se que é um olho composto. No olho dos insetos, o que se chama retina é o conjunto de omatídeos contendo as células retinulares e delimitado pela membrana basal. As fibras nervosas (axônios) das células retinulares atravessam a membrana basal para levar as informações visuais aos gânglios ópticos, e daí ao cérebro. Das nove células retinulares, seis projetam suas fibras à camada seguinte da retina (a lâmina ganglionar, que muitos autores comparam à camada de células bipolares da retina dos vertebrados); quatro são sensíveis ao verde e duas ao azul. As outras três terminam, através de seus axônios, na camada seguinte, a medula (figura 6).

Apresentando-se ao olho estímulos monocromáticos, é possível medir a sensibilidade do fotorreceptor às diferentes regiões do espectro, e saber então se se trata de uma célula sensível ao verde, ao azul ou ao

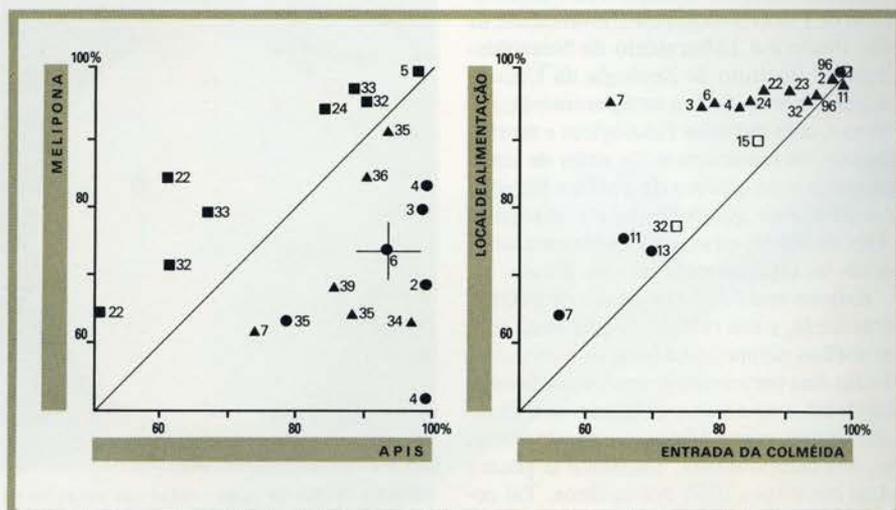


FIGURA 4 À esquerda, comparação do comportamento de escolha (discriminação simples) de *Melipona* e *Apis*, após treino com a mesma cor de estímulo marcando a entrada da colméia (experiência feita duas vezes, usando-se a cada vez uma cor de treino diferente). Os números indicam as diferentes cores de teste, incluídas nas regiões verde-azulada (■), violeta e ultravioleta (▲) e amarela (●), e a localização dos símbolos indica a proporção de escolha da cor de treino em relação à de teste. Os resultados mostram que *Melipona* discrimina melhor que *Apis* na região verde-azulada e que *Apis* discrimina melhor nos extremos do espectro (ultravioleta e amarelo). Se ambas as espécies escolhessem as cores de teste com igual frequência, os pontos ficariam próximos à diagonal. À direita, comparação das escolhas (discriminação simples) de *Melipona* em duas situações: quando a cor de treino é associada à água açucarada e quando é associada à entrada da colméia. Os símbolos correspondem a três cores de treino: 13 (▲), 53 (●) e 96 (■). Os números indicam as cores de teste e a localização dos símbolos indica a proporção de escolha da cor de treino, em relação à de teste, nas duas situações. Os valores obtidos são aproximadamente os mesmos, com ligeira superioridade na motivação alimentar.

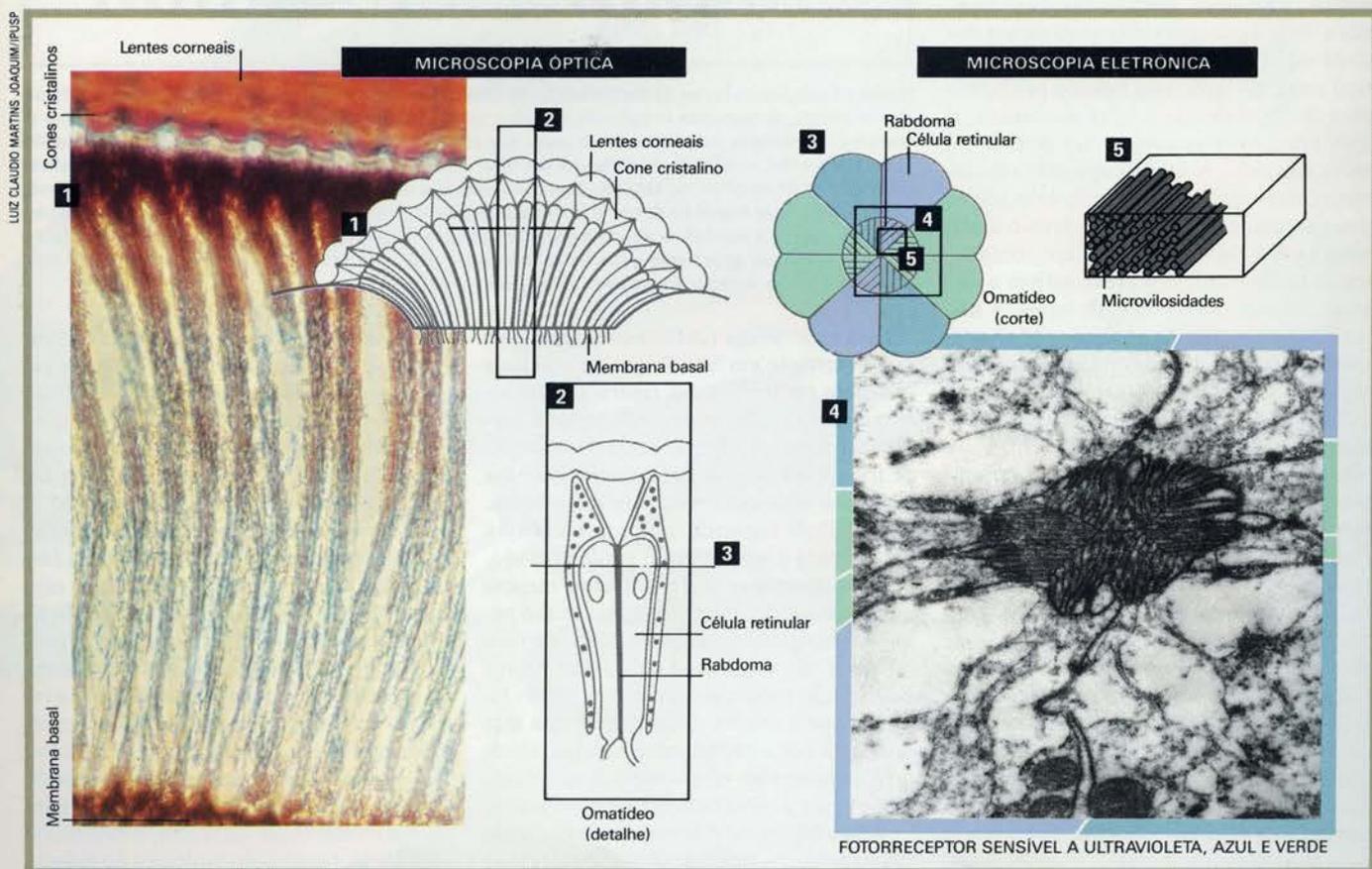


FIGURA 5 Esquema e fotografia do olho composto das abelhas (1), constituído por unidades denominadas omatídeos. Cada omatídeo (2) compõe-se de elementos dióptricos (lente corneal e cone cristalino) e fotorreceptores (células retinulares). O corte transversal (3) do omatídeo mostra que oito das células retinulares, em detalhe na fotografia (4), encontram-se em uma área central, denominada rabdoma (5). Há uma nona célula, mais curta, próxima ao limite interno da retina e também sensível ao ultravioleta.

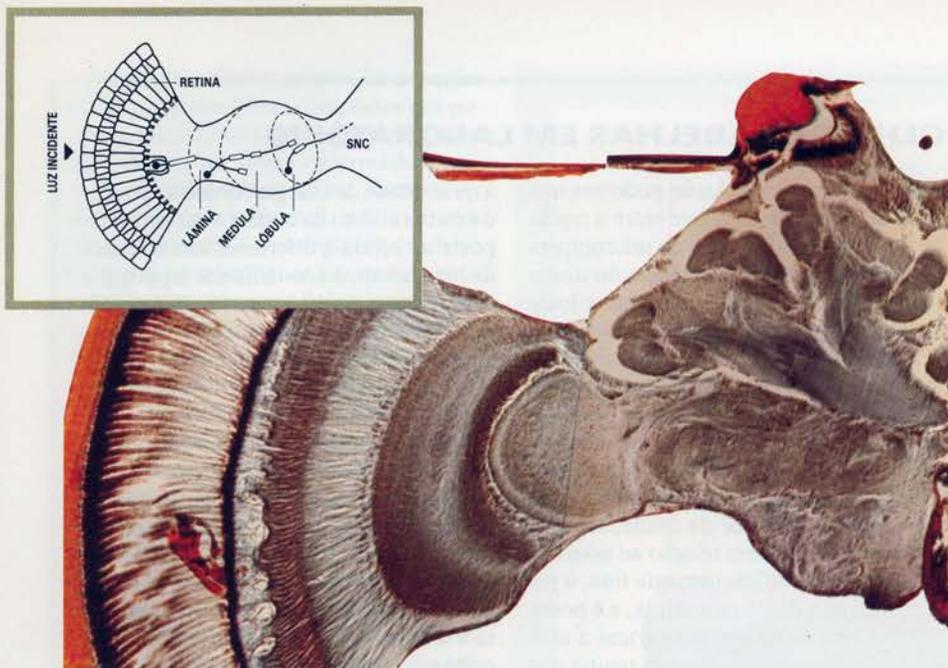


FIGURA 6 Microfotografia (montagem) da retina, gânglios ópticos e cérebro de *Melipona quadrifasciata* e esquema simplificado, mostrando as conexões neurais no sentido retina-cérebro.

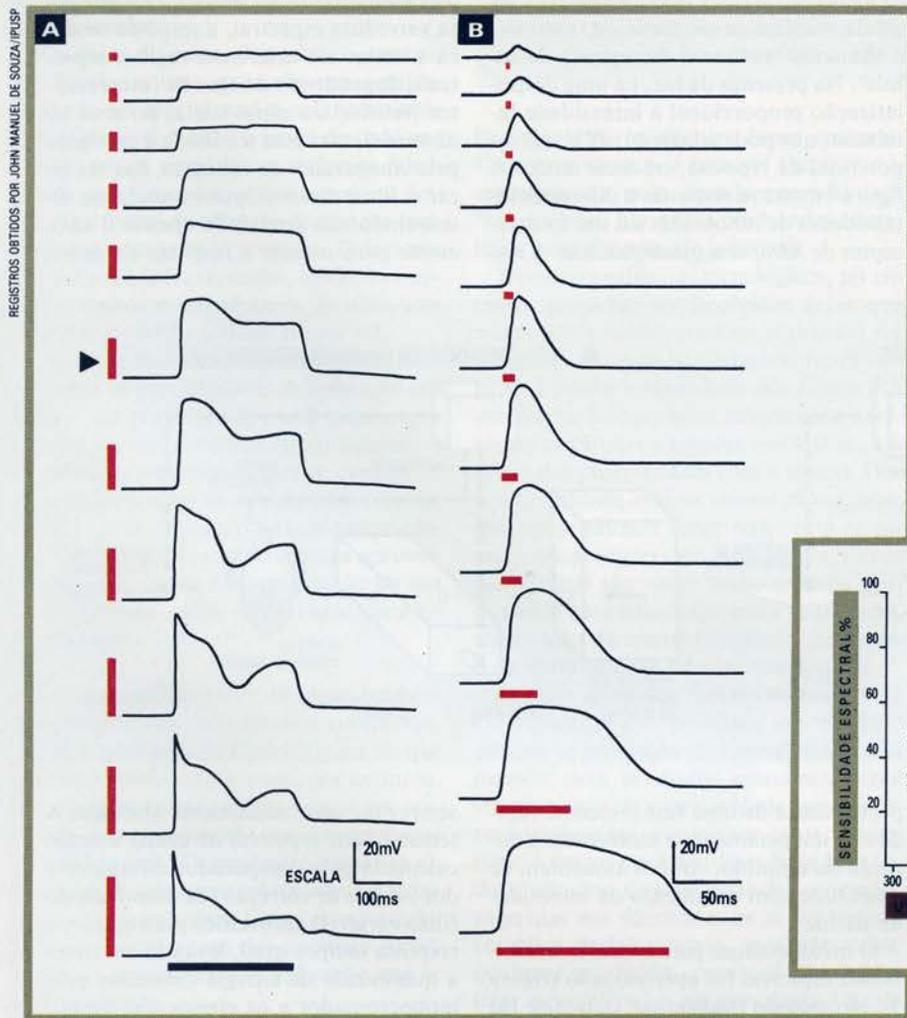


FIGURA 7 Registros eletrofisiológicos das respostas de um fotorreceptor sensível ao verde, de *Melipona*, a estímulos luminosos de diferentes intensidades e mesma duração (a) e diferentes durações e mesma intensidade (b). No primeiro caso, a intensidade variou em intervalos de aproximadamente 0,5 log e a duração foi de 300 milissegundos. No segundo caso, a duração variou de 0,1 a 120 milissegundos e a intensidade foi a mesma do registro central da primeira coluna.

ultravioleta. Estes são os três tipos geralmente encontrados em fotorreceptores de himenópteros, ordem a que pertencem as abelhas. Descrever a curva de sensibilidade espectral característica de um tipo de célula não era um problema de fácil solução, dada a variabilidade das curvas obtidas em diferentes células. A técnica comumente usada era a de expô-las a estímulos luminosos de curta duração (pulsos) e diferentes cores (comprimentos de onda diferentes em dez ou 20 nanômetros), para depois calcular a sensibilidade espectral, a partir do tamanho da resposta obtida, levando-se em conta a quantidade de luz apresentada e a curva de resposta da célula à intensidade da luz. A figura 7 ilustra as respostas elétricas produzidas por uma célula fotorreceptora, e a figura 8 mostra que células do mesmo tipo, com sensibilidade máxima ao verde, apresentam curvas de sensibilidade espectral diferentes.

A obtenção, em muitas células, de curvas com dois e até três picos (como se pode ver na figura 8) permeou a literatura desta área durante 15 anos, desafiando a imaginação dos pesquisadores, que tentaram vários tipos de hipóteses para explicá-las (acoplamento elétrico entre células, filtragens de vários tipos, dois pigmentos fotossensíveis na mesma célula). Foi, entretanto, o desenvolvimento de um novo procedimento de medida que resolveu o impasse. Tornou-se possível mostrar que curvas de sensibilidade espectral colhidas num curto período de tempo, com o olho adaptado sempre para a mesma intensidade de luz, na verdade não exibiam picos duplos ou triplos. Além disso, as curvas então obtidas coincidiam perfeitamente com aquelas originadas pela medida da absorção da cor pelo fotopigmento em solução (ver 'Estudando o olho das abelhas em laboratório').

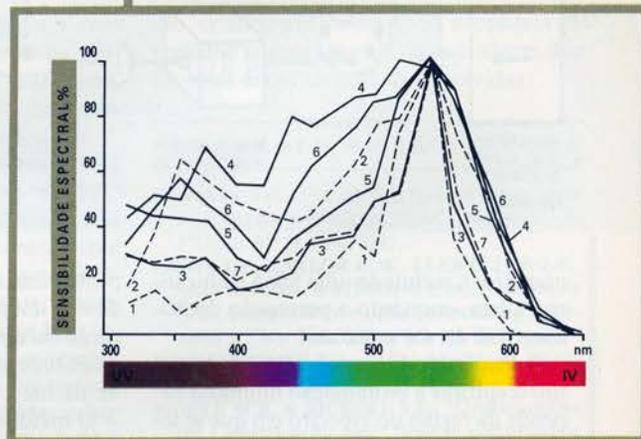


FIGURA 8 Curvas de sensibilidade espectral de sete células fotorreceptoras sensíveis ao verde, do olho de *Melipona quadrifasciata*. Apesar das diferenças, todas as células apresentam sensibilidade máxima ao verde (cerca de 540 nanômetros). São também sensíveis à faixa de luz ultravioleta (UV), que o olho humano não vê.

ESTUDANDO O OLHO DAS ABELHAS EM LABORATÓRIO

A visão de cores é um fenômeno psicofísico: depende das características físicas da luz que chega ao olho e do processamento dessa luz pelo sistema visual. A luz ativa simultaneamente dois ou mais canais sensoriais, um para cada região do espectro visível, e, portanto, só pode ser processada onde esses canais interagem, isto é, no cérebro. É estranho pensar que as cores tão vívidas e reais que vemos sejam um produto do nosso cérebro.

Ao iluminar os objetos, a luz é por eles refletida e chega à retina, onde excita células receptoras especiais, ou fotorreceptores: os três tipos de cones da retina dos vertebrados, e os três tipos de células retinulares, na dos invertebrados. Os três tipos de cones reagem com maior sensibilidade respectivamente para o azul, o verde e o vermelho, apesar de responderem a quase todo o espectro visível. Mas eles são apenas coletores de *quanta* de luz, e o fato de serem só de três tipos torna surpreendente a sutileza da discriminação de nuances que somos capazes de distinguir. Mais surpreendente ainda é a constatação de que os insetos são também dotados dessa percepção, essencial para sua sobrevivência, embora neles a do espectro visível se estenda de 300 a 650 nm (na-

plificação e registro. Assim podemos medir a diferença de voltagem entre a região em contato com a ponta da micropipeta e qualquer ponto de referência do inseto (geralmente na cabeça), no qual colocamos outro eletrodo. A ponta da micropipeta (diâmetro inferior a um micrometro; resistência elétrica de 70 a cem megohms) rompe a membrana da célula ao penetrá-la, momento em que a medida da voltagem indica uma diferença de potencial da ordem de 40 mV (milivolts) entre o interior e o exterior da célula, sendo o interior negativo com relação ao exterior. Se a ponta for suficientemente fina, a penetração não danifica a célula, e é possível obterem-se respostas elétricas a estímulos luminosos durante um tempo que pode variar de segundos a horas.

Na ausência de estimulação, a diferença de potencial entre interior e exterior da célula mantém-se em torno de -40 mV, o chamado 'potencial de repouso da célula'. Na presença da luz, há uma despolarização proporcional à intensidade luminosa, que pode atingir 60 mV acima do potencial de repouso, ou mais ainda. A figura 7 mostrou respostas a diferentes intensidades de luz obtidas em um fotorreceptor de *Melipona quadrifasciata*. A res-

a quantidade de energia fornecida em cada comprimento de onda e a curva de resposta da célula a diferentes intensidades de luz. Assim, a sensibilidade espectral é definida como a recíproca (o valor numérico inverso) da quantidade de energia necessária para provocar na célula uma resposta de amplitude igual à metade da resposta máxima.

Na nova técnica, cujo equipamento foi desenvolvido em Berlim por nossos grupos de pesquisa, o método de fixação de voltagem funciona da seguinte forma: acende-se a luz num extremo do espectro e ajusta-se o filtro de densidade variável de modo que a resposta da célula exposta à luz atinja um determinado valor (da ordem de alguns milivolts). Em seguida, o computador avança o monocromador de 300 a 700 nm em passos de quatro nm (em menos de 20 segundos). Durante essa varredura espectral, a resposta tenderá a variar em diferentes regiões espectrais, dependendo do tipo de fotorreceptor (sensível ao ultravioleta, ao azul ou ao verde), mas essa tendência é corrigida pelo comparador de voltagem, que faz girar o filtro variável, aumentando ou diminuindo sua densidade apenas o suficiente para manter a resposta da célula

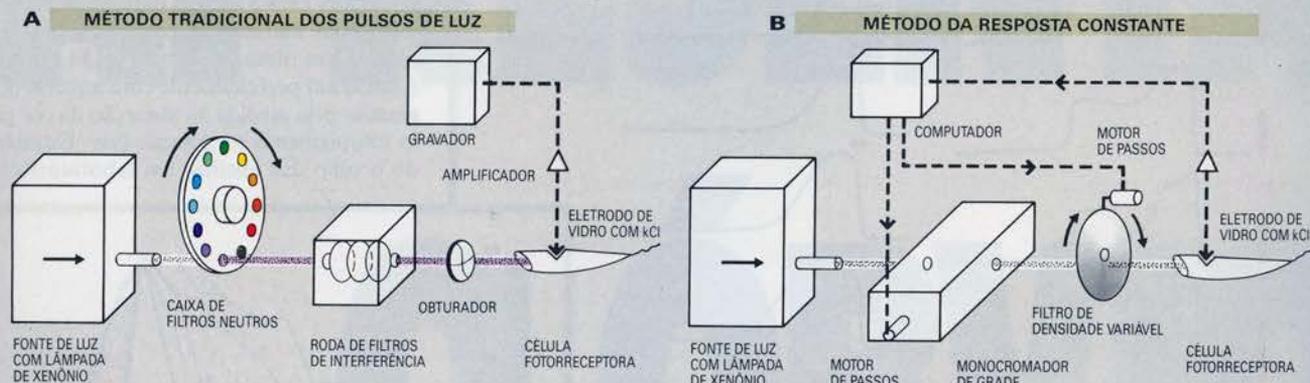


FIGURA 9

nômetros), incluindo uma faixa de luz ultravioleta, enquanto a percepção do homem vai de 400 a 700 nm.

A amplitude da resposta das células fotorreceptoras à estimulação luminosa depende da região do espectro em que se localiza a radiação e pode ser medida como uma variação de voltagem. Para medir essa resposta, inserimos na célula uma micropipeta de vidro com solução eletricamente condutora (cloreto de potássio concentrado), ligada a um sistema de am-

posta consta de uma fase crescente rápida e de um patamar que acompanha a duração do estímulo. Ambos aumentam de amplitude com o aumento da intensidade da luz.

O método usual para medir a sensibilidade espectral foi aperfeiçoado (figura 9). No método tradicional, pulsos de luz de diferentes comprimentos de onda são apresentados a uma célula fotorreceptora, e a resposta desta é medida. A sensibilidade é calculada levando-se em conta

sempre no valor inicialmente ajustado. A sensibilidade espectral da célula é então calculada pelo computador diretamente dos valores de correção (da densidade do filtro variável) necessários para manter a resposta sempre igual, levando em conta a quantidade de energia fornecida pelo monocromador e os efeitos dos demais componentes do sistema. Os dados assim conseguidos constituem as curvas mais próximas de curvas de pigmentos já obtidas com registros fisiológicos.

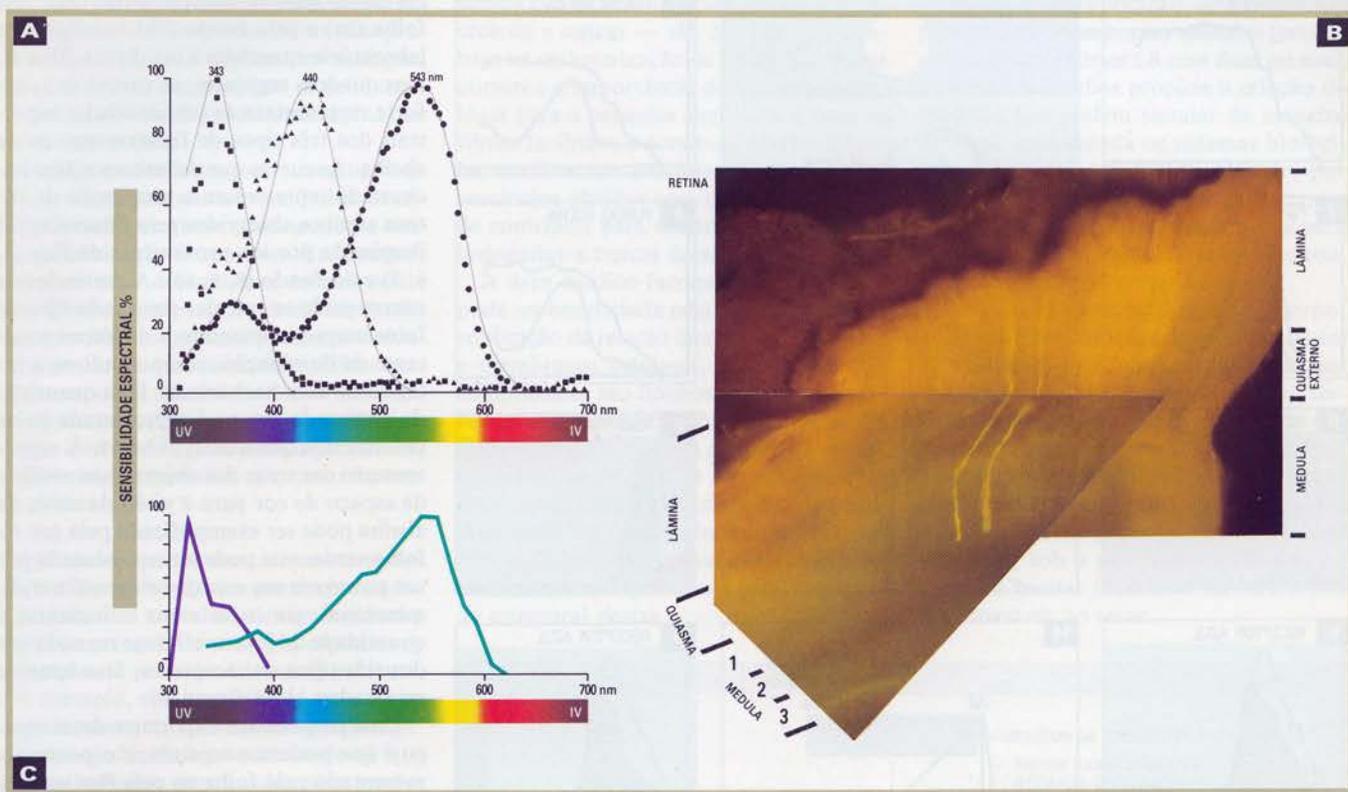


FIGURA 10 Curvas médias de sensibilidade espectral (a) determinadas com o método de resposta constante em células retinulares de *Apis mellifera* (em *Melipona* as curvas são muito semelhantes, com máximos em 356, 424 e 532 nm). As linhas na cor cinza indicam, para comparação, as curvas teóricas de absorção para o pigmento rodopsina, com máximos que correspondem aos receptores de azul e verde, e a curva teórica de absorção de pigmento ultravioleta (obtida no olho da mariposa *Ascalaphus*). A microfotografia (montagem) mostra exemplos de dois axônios de fotorreceptores (b), pertencentes a diferentes omatídeos, marcados por meio de injeção intracelular do pigmento fluorescente *Lucifer yellow*. As curvas de sensibilidade espectral desses axônios (c) mostram máximos no ultravioleta e no verde. Os axônios penetram a lâmina, cruzam o quiasma externo (quando mudam de trajetória) e terminam na camada distal 1 da medula.

Os primeiros dados com a nova técnica (figura 10) foram colhidos por John M. de Souza em *Apis mellifera*. Mais tarde, Dagmar Peitsch coletou curvas de sensibilidade espectral em várias espécies de himenópteros em Berlim, e Horst Hertel alcançou o mesmo resultado em várias espécies brasileiras sem ferrão. Dora Fix Ventura obteve dados semelhantes para *Melipona quadrifasciata* e para a abelha solitária *Callonychium* sp.

Depois de medida a sensibilidade espectral, o fotorreceptor em estudo pode ser anatomicamente identificado. Para isso, injeta-se nele um corante fluorescente, preparam-se a retina e os gânglios ópticos segundo um procedimento simples (o tecido é preservado quimicamente, desidratado e diafanizado) e é possível visualizar o fotorreceptor e seu axônio em montagem do cérebro inteiro no microscópio de fluorescência (figura 10).

Ao compararmos as diferentes espécies de abelhas que estudamos, chama a atenção a grande semelhança entre as curvas de sensibilidade espectral de seus fotorreceptores (figura 11). A maioria das espécies tem três tipos de pigmentos fotossensíveis

e os máximos de cada tipo caem, aproximadamente, em 340 nm (ultravioleta), 440 nm (azul) e 540 nanômetros (verde). Duas espécies de abelhas solitárias e duas de vespas destoam desse padrão: curiosamente, elas têm um quarto fotorreceptor na região do vermelho (por volta de 620 nm), além dos outros três semelhantes aos das demais espécies. Uma das abelhas solitárias é a *Callonychium* sp, espécie recentemente estudada no Rio Grande do Sul pelo zoólogo alemão Diether Wittman, que observou sistematicamente seu comportamento de forrageamento, concluindo que ela colhe néctar apenas em um tipo de flor, a petúnia.

Na busca de um modelo para representar a totalidade das cores visíveis para o homem, o psicólogo norte-americano Tom Cornsweet, em 1971, e o neurofisiologista inglês William Rushton, em 1972, foram os primeiros a imaginar um espaço tridimensional baseado nas curvas de absorção espectral dos fotorreceptores. Espaços propostos antes tinham como origem os dados psicofísicos de mistura de cores e têm grande utilidade prática até hoje em colorimetria.

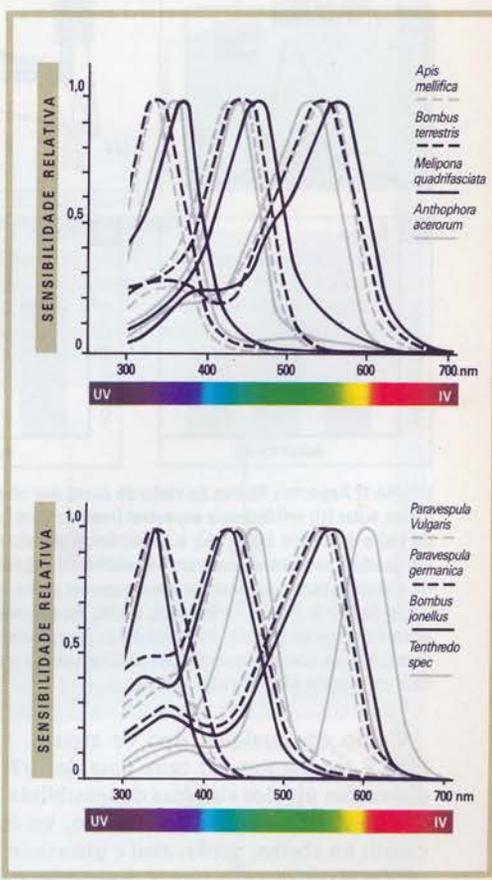


FIGURA 11 Curvas de sensibilidade espectral dos diferentes tipos de fotorreceptores dos olhos compostos de vários himenópteros que visitam flores. Abelhas: *Apis* e *Melipona*. Vespas: *Anthophora*, *Paravespula* e *Tenthredo*. Mamangavas: *Bombus*.

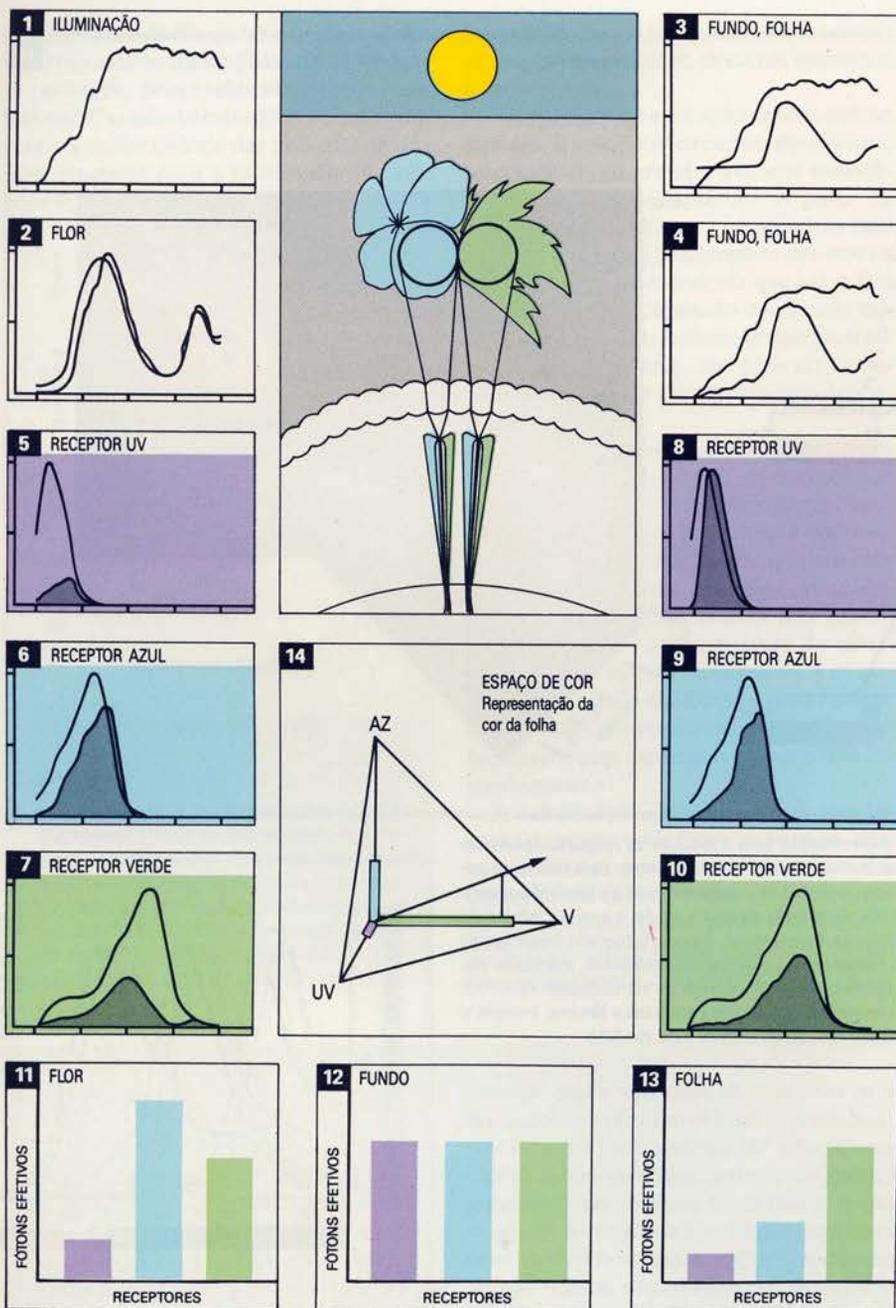


FIGURA 12 Aspectos físicos da visão de cores das abelhas. Os primeiros quadros mostram emissão espectral da luz solar (1); reflectância espectral (medida com luz artificial em laboratório) da flor azul (2a), da folha verde (3a) e do fundo cinza (3b); e reflectância espectral à luz do dia da flor (2b), da folha (4a) e do fundo (4b). Os quadros seguintes mostram sensibilidade espectral (curvas maiores) e a proporção dos *quanta* efetivos de energia absorvidos (curvas mais escuras) pelos três tipos de fotorreceptores, quando iluminados por luz vinda da flor (5, 6 e 7) e do fundo (8, 9 e 10). As colunas dos quadros 11, 12 e 13 representam os *quanta* efetivos absorvidos pelas células, em cada caso. No quadro 14, a cor da folha verde é representada (em um modelo de espaço de cor para a visão das abelhas) como um ponto em um espaço tridimensional, cujos eixos indicam os *quanta* efetivos absorvidos.

Como em qualquer tipo de espaço, a idéia é representar em cada uma das três dimensões um dos sistemas de sensibilidade espectral: no homem, vermelho, verde e azul; na abelha, verde, azul e ultravioleta. Os eixos representam a proporção de absorção de fótons efetivos em cada sistema. Assim, se representarmos a ativação produzida pela cor de uma folha ou de uma flor em cada um dos sistemas da abelha,

teremos pontos diferentes para os dois objetos no espaço. A figura 12 detalha essa idéia. Dois omatídeos do olho da abelha são estimulados, um por uma flor azul, outro por uma folha verde, e iluminados pela luz do Sol. Cada omatídeo tem três tipos de receptores para cores: ultravioleta, azul e verde. As curvas dos gráficos 1 a 10 mostram a dependência, com relação ao comprimento de onda, dos componentes de

cor da luz solar refletida pela flor (2a), pela folha (3a) e pelo fundo (3b), medidos em laboratório e também à luz do dia (2b e 4). Nos quadros seguintes, as curvas de traço forte representam as sensibilidades espectrais dos três tipos de fotorreceptores da abelha. As curvas que delimitam a área hachuriada representam a proporção de fótons efetivos absorvidos pelo fotorreceptor iluminado por luz proveniente da flor (5, 6, 7) e do fundo (8, 9, 10). A partir dessas curvas pode-se calcular para cada tipo de fotorreceptor a quantidade de fótons resultante da iluminação, computando-se a integral da área hachuriada. Esta quantidade efetiva de fótons é representada pelas colunas dos quadros 11, 12 e 13. A representação das cores dos objetos num modelo de espaço de cor para a visão de cores da abelha pode ser exemplificada pela cor da folha verde: esta pode ser representada por um ponto em um espaço ortogonal e tridimensional, em cujos eixos se indicaria a quantidade de fótons efetivos em cada um dos três tipos de receptores. Isso aparece no quadro 14 da figura 10.

Uma propriedade importante desse espaço é que podemos reproduzir o ponto representado pela folha ou pela flor usando comprimentos de onda diferentes dos originais, desde que o número de unidades de absorção em cada um dos sistemas permaneça igual. É nesse princípio que se baseia o fato de podermos reproduzir com poucas cores a riqueza de tons existente na natureza. A propriedade de mistura de cores, conhecida na visão humana há muito tempo por pintores e bem estudada pela psicofísica, foi também demonstrada no sistema visual da abelha em 1956 pelo pesquisador alemão Karl Daumer, um discípulo de Karl von Frisch.

O modelo de receptores para a visão de cores, ao considerar cada fotorreceptor como um detector de fótons, permite, portanto, representar a localização de cada estímulo cromático no espaço. Permite também prever que o estímulo assim representado será indistinguível para o organismo, seja ele produzido com os comprimentos originais ou com outros quaisquer. Esta conclusão se baseia no fato de que os receptores determinam a entrada cromática e, se esta for a mesma para um objeto natural e para a sua reprodução, não existirá nenhuma maneira pela qual o sistema possa diferenciá-los.

Entradas cromáticas de objetos muito semelhantes para o sistema visual humano podem ser totalmente diferentes para o da abelha. O exemplo da figura 13 mostra duas flores que são brancas para nós, mas que exibem uma diferença acentuada na absorção e reflexão da luz ultravioleta, diferença esta que seguramente contribui para contrastá-las dos fundos em que ocor-



FIGURA 13 Duas flores — *Hibiscus trionum* (a) e *Platicodon grandiflorum* (b) — fotografadas com filme normal (visão humana) e com iluminação ultravioleta em 369 nanômetros (permitindo visualizar os contrastes obtidos pelo receptor ultravioleta do olho das abelhas, inexistentes para o olho humano).

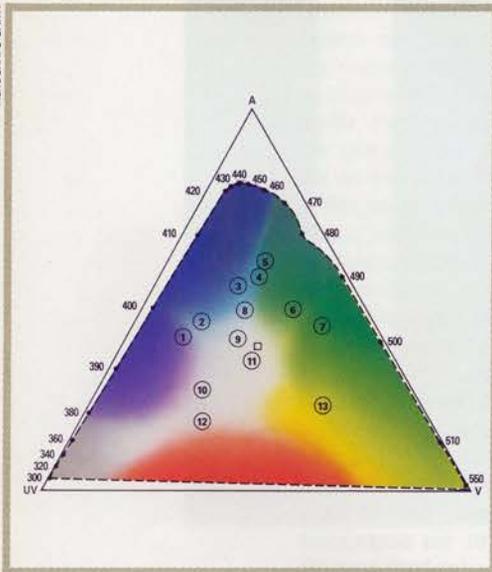


FIGURA 14 O triângulo de cor para *Melipona*, calculado a partir das curvas de sensibilidade espectral das células fotorreceptoras, permite representar tanto as cores puras, ditas espectrais, quanto quaisquer objetos. Na figura estão indicados alguns objetos frequentes no mundo visual da abelha: isopor (1), pedra (2), flor de *Ornithogallum trichophyllum*, branca ao olho humano (4); flores de *Allium neapolitanum* (4) e *Allium trifolium* (5), também brancas; terra (6); flor de *Anemone coronaria*, vermelha (7); flor de *Salvia lanigera* (8); outra flor do gênero *Salvia*, rosa-violeta (9); flor de *Ranunculus marginatus*, amarela (10); folha de ranúnculo (11); parte externa da flor de *Launea nudicaulis* (planta européia), amarela (12); e parte interna da mesma flor, também amarela (13).

rem, quando vistas pelos insetos ou outros animais que possuam receptores para o ultravioleta. *Hibiscus trionum*, que absorve muito no ultravioleta, é característica de uma região rochosa no Mediterrâneo, na qual o fundo reflete muito ultravioleta.

Ao considerar as entradas cromáticas específicas de cada organismo, o modelo de receptores permite construir o espaço cromático daquele organismo. Representamos na figura 14 um plano de espaço cromático da abelha *Melipona quadrfasciata*, ou o seu triângulo de cor, mostrando onde se localizam alguns objetos comuns. A importância do contraste entre flor e fundo (folhagem), ou mesmo entre diferentes partes da flor, pode ser vista nos casos do ranúnculo (10 e 11), ou das partes internas e externa de uma flor européia amarela (*Launea nudicaulis*). Para se ter uma idéia da comparação com o espaço cromático humano, deve-se lembrar que o centro do triângulo é o 'branco da abelha' e que a linha que liga o extremo verde-amarelo (550 nm) ao ultravioleta (300 nm) constitui o locus dos 'púrpuras da abelha', equivalente ao que é para nós a mistura dos extremos azul e vermelho.

Este modelo não permite, contudo, responder à pergunta sobre a capacidade de discriminar objetos diferentes. Ou seja: será que distâncias iguais entre dois pares de pontos no triângulo de cor correspondem

a igual capacidade de discriminar? A resposta é: não. Uma descrição quantitativa da habilidade de discriminar sinais de cores depende do conhecimento de como as excitações dos três tipos de receptores espectrais são processadas no cérebro da abelha. Precisamos ainda de outro modelo, que leve em conta não só os receptores, mas também o processamento das diferentes cores no cérebro.

Recentemente foi demonstrado por Werner Backhaus, do grupo de Berlim, que as abelhas têm duas dimensões perceptuais na visão de cores, e não três, como o homem. Essas duas dimensões refletem dois tipos de neurônios que processam a cor no cérebro da abelha, cuja atividade foi registrada já há dez anos. Cada um dos dois sistemas neuronais combina as três entradas espectrais vindas dos fotorreceptores e codifica qualquer estímulo colorido de forma antagonista, excitatória e inibitória. Num dos sistemas, a entrada UV (ultravioleta) antagoniza a entrada azul-verde combinada; no outro, a entrada UV antagoniza a entrada verde-UV combinada. Backhaus derivou as fórmulas para estes sistemas de oposição de cores, criando um modelo neuronal de oposição que podemos utilizar para prever com que eficiência os estímulos coloridos serão discriminados.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- BACKHAUS W. e MENZEL R., 'Color distance derived from receptor model of color vision in the honeybee', *Biol. Cybern.*, nº 55, 1986.
- DAUMER K., 'Reizmetrische Untersuchungen des Farbsehens der Bienen', *Z. vergl. Physiol.*, nº 38, 1956.
- FRISCH K. VON, 'Der Farbensinn und Formensinn der Biene', *Zool. Jahrb. Abt. Allgem. Zool. Physiol.*, nº 35, 1914.
- HERTEL H., 'Chromatic properties of identified interneurons in the optic lobes of the bee', *J. Comp. Physiol.*, 1980.
- HERTEL H. e VENTURA D.F., 'Spectral sensitivity of photoreceptors in the compound eye of stingless tropical bees', *J. Insect Physiol.*, nº 31, 1985.
- KIEN J. e MENZEL R., 'Chromatic properties of interneurons in the optic lobe of the bee', *J. Comp. Physiol.*, nº 113, 1977.
- MENZEL R., VENTURA D.F., WERNER A., BACKHAUS W. e JOAQUIM L.C.M., 'Spectral sensitivity of single photoreceptors and color vision in the stingless bee, *Melipona quadrfasciata*', *J. Comp. Physiol.* nº 166, 1989.
- SOUZA J.M. e VENTURA D.F., 'Comparative study of temporal summation and response form in the hymenopteran photoreceptors', *J. Comp. Physiol.*, nº 165, 1989.
- VARELA F., *Los ojos de los insectos*, Ed. Alhambra, Espanha, 1974.

AS FUNDAÇÕES ROBERTO

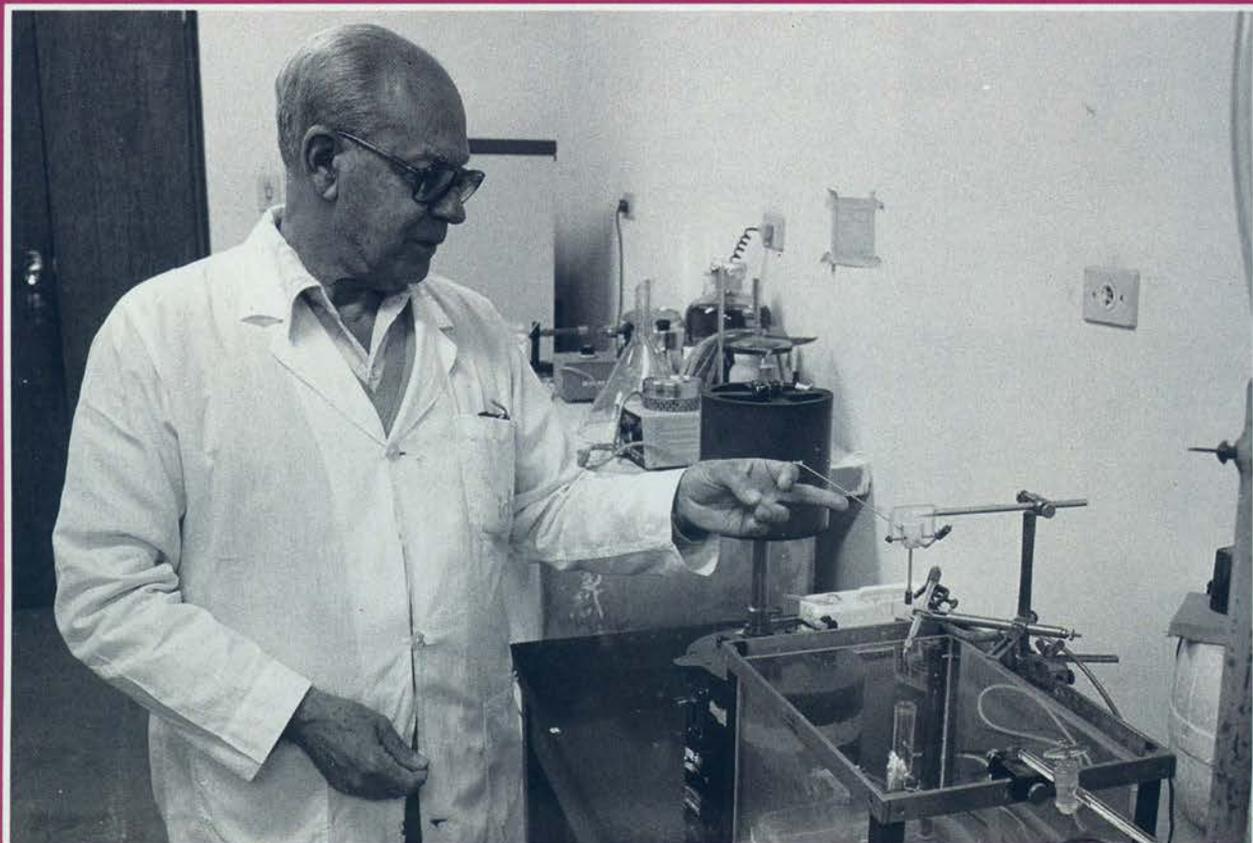


Há 10 anos esta marca faz parte de um sem-número de projetos que vêm ajudando a transformar pouco a pouco a realidade da Educação, Cultura, Ciência e Ecologia em nosso país.

DAÇÕES MARINHO.



Esta é a nova marca que vai fazer parte de um sem-número de projetos que vão continuar a transformar a realidade da Educação, Cultura, Ciência e Ecologia em nosso país nos próximos 10 anos e nos muitos outros 10 anos que virão.



Paixão PELO LABORATÓRIO

ENTREVISTA CONCEDIDA A LINEU FARIA-MAIA INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS E MARISE MUNIZ CIÊNCIA HOJE

Ao reproduzir, em sua edição de 10 de julho de 1988, matéria distribuída pela agência de notícias UPI atribuindo a pesquisadores alemães a origem da bradicinina, o jornal *Estado de Minas* subtraía inadvertidamente à ciência brasileira uma de suas mais importantes descobertas. Na verdade, a bradicinina — substância envolvida na regulação da pressão arterial, cuja descoberta revolucionou as pesquisas biomédicas — foi identificada pelos cientistas brasileiros Maurício Rocha e Silva, Gastão Rosenfeld e Wilson Teixeira Beraldo, após experiências com a liberação de histamina, a partir do veneno de cobras. Em dezembro de 1947, movido pela obstinação de aprendiz dedicado, Wilson Beraldo acabou por precipitar a descoberta da nova substância, ao repetir os testes com amostra que já havia revelado resultados negativos. “Tudo não passou de um acaso”, teima em dizer o pesquisador.

Não pensem, porém, os desavisados que sua participação nessa valiosa descoberta tenha acendido nele a fogueira da vaidade. Wilson Beraldo jamais trocou a postura de aprendiz pela de mestre, ao longo de sua brilhante carreira de professor e pesquisador. A ele se devem a introdução da parte experimental e a implantação do método não-diretivo de ensino no Departamento de Fisiologia e Biofísica da Universidade Federal de Minas Gerais, onde, na década de 1960, instalaria o primeiro laboratório de fisiologia dessa universidade e organizaria, pouco depois, seu curso de pós-graduação na área. Mas ao dedicar-se a essas

tarefas cuidou de não preterir os iniciantes: até bem pouco tempo atrás podia ser visto dando aulas a alunos recém-admitidos, exemplo tomado do velho mestre Baeta Vianna, que o influenciou decisivamente na adoção da carreira de pesquisador, contra o desejo do pai de vê-lo agrônomo ou veterinário.

Sócio-fundador da SBPC, hoje Beraldo é seu presidente de honra. Das 42 reuniões anuais promovidas pela entidade, desde sua criação, em 1948, ele participou de nada menos que 39. Interinamente, assumiu sua presidência num momento delicado, no período da ditadura militar. A esse gesto político soma-se outro, entre os raros episódios dessa natureza em que se envolveu ao longo de sua vida. Em 1987, surpreendeu a comunidade científica ao desafiar ninguém menos que o então governador de Minas Gerais, Newton Cardoso, em plena solenidade pública. “Pode parecer absurdo”, ironiza, “mas isso me conferiu mais popularidade do que minha participação na descoberta da bradicinina”.

Aos 73 anos, com mais de 150 trabalhos publicados, Beraldo ainda se mostra com vigor para desacatar a condição de inativo imposta nos contracheques dos aposentados, e faz da atividade de pesquisa sua principal motivação. Envolvido atualmente em projeto que busca verificar os efeitos da radiação no útero de rata, chega à universidade às nove da manhã e só deixa o laboratório às seis da tarde. “Ao invés de procurar psicoterapeuta, dedico-me ao trabalho, que rende juros altos à minha saúde”, recomenda.

— *O que o levou a estudar medicina?*

— Decidi estudar medicina por influência do doutor José Brigação Ferreira, que, na minha juventude, era o único médico de minha cidade natal, Silvianópolis, no sul de Minas. Por ser muito amigo de minha família, acabei me aproximando dele. Ele era muito simpático, inteligente, uma pessoa entusiasmada. Os enormes benefícios que prestou à minha cidade me estimularam a seguir a carreira de medicina.

— *Por que o senhor desistiu de clinicar em sua cidade, como havia planejado, e decidiu dedicar-se à pesquisa?*

— No segundo ano da Faculdade de Medicina, cursei a cadeira de química fisiológica com o professor Baeta Vianna, que exerceu uma influência muito grande não apenas sobre mim, mas também sobre meus colegas Carlos Diniz, Leal Prado, Sebastião Baeta Henriques e Olga B. Henriques. Os alunos faziam estágio no laboratório do professor Baeta e lá aprendíamos, por exemplo, a titular ácido clorídrico do estômago. Colhíamos as amostras introduzindo uma sonda no estômago de um colega e elaborávamos a seguir a curva de acidez. O professor Baeta dava uma orientação experimental ao ensino de bioquímica. Ele gostava muito dos alunos, passava o dia na faculdade e trabalhava até aos sábados. Como fazíamos experimentos também com animais, tínhamos que ir à escola nos fins de semana para dar-lhes ração. Foi o professor Baeta que despertou em mim o gosto pela pesquisa.

— *O professor Baeta acabou levando-o para o laboratório. Ele foi importante também na sua formação científica?*

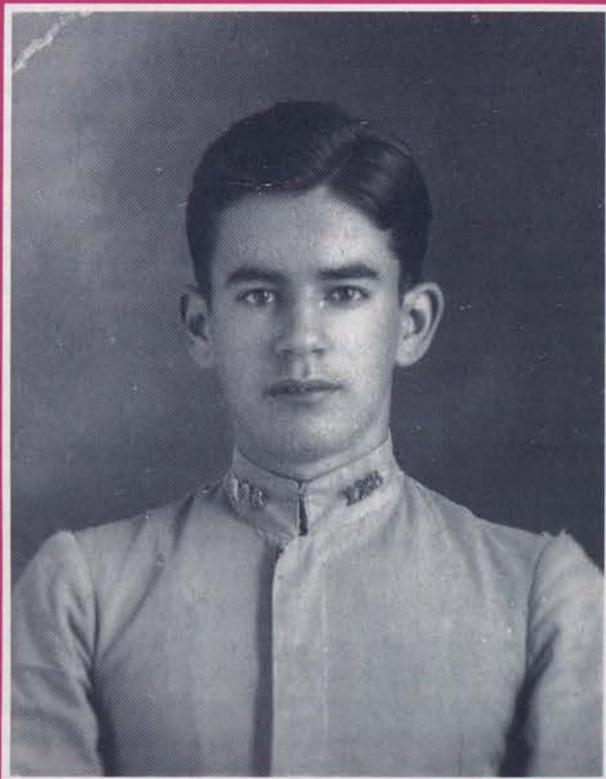
— Foi muito importante porque seu método experimental e quantitativo era muito rigoroso. Com ele, aprendi a pesar em balança analítica e adquiri disciplina no laboratório, onde tínhamos hora certa para chegar e de onde saíamos só quando terminávamos o que deveria ser feito. Foi ele quem propiciou meu primeiro contato com o método experimental. O professor Baeta não só dava ênfase à parte quantitativa da química fisiológica como também nos proporcionava uma visão geral da ciência que pretendíamos fazer. Ele não foi propriamente um investigador; foi acima de tudo um formador de recursos humanos.

— *Em que período o senhor cursou a Faculdade de Medicina?*

— Entrei na Faculdade em 1937. Antes, havia feito dois anos do chamado curso complementar, que funcionava na Faculdade de Medicina. Só depois é que se fazia o vestibular para o curso médico. Nessa época, as cadeiras eram feitas separadamente. No primeiro ano, tínhamos anatomia e histologia; no segundo, fisiologia e química fisiológica; no terceiro, patologia geral e assim por diante. O aluno não fazia, como hoje, um aglomerado de cadeiras de uma só vez.

— *Nessa época havia pesquisa na Faculdade de Medicina?*

— Não me lembro de haver pesquisa na Faculdade de Medicina nessa época; na fisiologia e na bioquímica, pelo menos, não



Ao prestar o serviço militar, em 1938, Wilson Beraldo já cursava a Faculdade de Medicina em Minas Gerais

havia. Mas posso dizer que o professor Amílcar Vianna Martins fazia alguma coisa na parasitologia, embora seu verdadeiro laboratório de pesquisa estivesse no Instituto Ezequiel Dias, onde se destacavam também os trabalhos sobre escorpionismo feitos pelo professor Octávio Magalhães.

— *Que lembranças o senhor tem da época em que morava na pensão da Dona Marucas?*

— A casa onde funcionou a pensão ainda está de pé, atrás do Colégio Arnaldo. Dos companheiros que tive, me lembro bem da Iracema Bacarini, que depois foi professora de patologia na Faculdade de Medicina, e do Darcy Ribeiro, mais interessado em literatura e sociologia. Ele já era muito agitado e irônico, levantava e deitava tarde. Naquela época, muitas pensões acolhiam estudantes vindos do interior. Eu vim do sul de Minas, o Darcy de Montes Claros, a Iracema Bacarini de São João del Rei. Tenho lembranças saudosas desse tempo.

— *Por que o senhor se mudou para São Paulo ao concluir o curso?*

— Fui para São Paulo com um grupo de pessoas interessadas em fazer pesquisa. Não queríamos fazer clínica e aqui havia pouca oportunidade de emprego para pesquisadores. Resolvemos nos aventurar, em São Paulo, conhecer um centro maior e ver em especial o que estava sendo feito no Instituto Butantã.

A convite do Ribeiro do Vale, o Leal Prado acabou ficando no Butantã. O Carlos Diniz, que sempre teve muita visão das coisas, foi o primeiro a viajar para São Paulo e lá conheceu o Butantã e o Instituto Biológico, que estavam entre os principais centros de pesquisa do país. Mas como ele voltou e ficou trabalhando com o professor Baeta Vianna, foi um dos últimos da turma a se mudar. O Butantã não podia absorver todo o pessoal que havia se deslocado para São Paulo; por isso fomos trabalhar numa indústria de produtos farmacêuticos, a Laborerápica. Lá fazíamos dosagem de vitamina A em óleo de fígado de bacalhau para preparar fortificantes. Era um trabalho mais técnico. Enquanto eu trabalhava nessa empresa, na área técnica, o Leal foi para a Escola Paulista de Medicina como professor-assistente. Quando passou a titular, convidou-me para ser seu assistente de bioquímica em tempo parcial. Comecei na Escola Paulista em 1944 e em 1945 fui convidado para trabalhar na USP. Surgiu uma vaga na fisiologia, e o doutor Dutra de Oliveira, um dos proprietários da Laborerápica e livre-docente da Faculdade de Medicina da USP, me apresentou ao professor Franklin Moura Campos para substituir um de seus assistentes, que havia se licenciado e não reassumiu. Então lá fiquei e fiz concurso para livre-docente.

— *Foi nessa época que o senhor começou a trabalhar com o professor Maurício Rocha e Silva?*

— Comecei a trabalhar com o Rocha e Silva em 1946. Quando estava na Faculdade de Medicina da USP, a linha de pesquisa do Departamento de Fisiologia era voltada para a nutrição, a avitaminose, o baixo teor de proteínas. Considerava esse trabalho muito lento. Para saber se determinado alimento tinha ou não vitamina, eram necessários dois ou três meses de trabalhos com animais de laboratório. No carnaval de 1946, fui ao Rio ver o Antônio Oliveira Lima, um alergista famoso, que havia sido discípulo do professor Baeta Vianna em Belo Horizonte. Como eu estava indeciso sobre que tipo de pesquisa fazer, ele me sugeriu estudar a asma alérgica experimental, então muito em voga, e me passou toda a literatura disponível sobre o assunto. A técnica consistia em colocar cobaias numa redoma de vidro e pulverizá-las com um pó obtido da caspa da pele de cavalo. Esse pó contém proteínas que sensibilizam as cobaias. Aproximadamente duas semanas depois, a cobaia começava a apresentar sintomas de asma, tossindo e espirrando até entrar em convulsão. Com essa técnica comecei a pesquisar ainda na USP. Como na época a histamina era o único mediador conhecido das reações alérgicas, o Oliveira Lima sugeriu que eu procurasse o Rocha e Silva para aprender a dosar histamina. Fui ao Rocha e Silva com esse propósito, mas ele me tirou a idéia da cabeça e disse que eu deveria estudar choque anafilático, sua linha de pesquisa no Instituto Biológico de São Paulo.

A experiência para produzir o choque anafilático consistia em sensibilizar animais, injetando-lhes albumina de ovo durante algum tempo. Vinte dias após a primeira injeção, o animal ficava sensibilizado. Quando o antígeno era injetado, a pressão caía, configurando-se o choque anafilático. No sangue desses animais

constatávamos altas concentrações de histamina. O Rocha e Silva estava totalmente empolgado com essa experiência e me convenceu a aderir à sua linha de trabalho. Conduzimos juntos a pesquisa do choque anafilático durante algum tempo, até sua viagem a Londres, onde ele foi trabalhar com o Hans O. Schild, no University College. Nesse período, tentei montar uma linha de pesquisa sobre histamina no Departamento de Fisiologia da USP, pois queria dar continuidade às experiências com choque anafilático em cobaias. Quando voltou ao Brasil, Rocha e Silva me chamou para continuar o trabalho, dizendo que tinha visto em Londres a liberação de histamina pela ação do veneno de cobra. Segundo ele, pesquisas feitas pelos cientistas ingleses com cobras australianas e indianas mostravam a liberação de histamina pelos venenos. Decidimos então fazer o mesmo teste utilizando venenos de cobras brasileiras.

Nessa época, apareceu no laboratório o Gastão Rosenfeld, que trabalhava com veneno de jararaca no Instituto Butantã e se interessava pela hematologia, principalmente pela coagulação sanguínea. Como ele quisesse entender por que o veneno da jararaca aumentava o tempo de coagulação, acabou unindo-se a nós. Constatou-se então que a heparina, um potente anticoagulante, estava presente no sangue de animais submetidos a choque anafilático. Como ficou demonstrado que o sangue do animal que recebia uma dose do veneno não coagulava, o Gastão achou que pudesse estar ocorrendo liberação de heparina. Para verificar essa possibilidade, fizemos uma perfusão de fígado isolado de cão com o sangue, injetando em seguida veneno de jararaca. Mas a experiência mostrou que o veneno não provocava liberação de heparina. Resolvemos então estudar o efeito do veneno da jararaca no animal inteiro, com o objetivo de verificar se ele liberava histamina, conforme indicavam pesquisas feitas em cobras australianas por pesquisadores australianos e ingleses. A primeira experiência nessa direção foi feita em um cão anestesiado, no qual injetamos veneno de jararaca. A pressão caiu, retiramos uma amostra de sangue do animal e colocamos no banho com intestino isolado de cobaia, pois a histamina contrai essa preparação biológica. Testamos então o sangue colhido antes e depois da injeção do veneno e verificamos que não ocorria liberação de histamina. Repetimos a experiência diversas vezes, mas o resultado era sempre negativo.

— Foi durante essas experiências que o senhor descobriu, ao lado do Rocha e Silva e do Gastão Rosenfeld, a bradicinina? Como se deu essa descoberta? Foi um acaso?

— Depois de uma dessas experiências de que estava falando, as amostras de sangue ainda estavam nos tubos de ensaio em cima da mesa. Era uma sexta-feira e, como em todas as semanas, havia uma reunião no Instituto Biológico para discutir resultados de suas pesquisas. O Rocha e Silva se preparava para ir à reunião, mas eu tinha decidido ficar no laboratório refazendo os testes com as amostras utilizadas em experiências anteriores. Num desses testes, fui surpreendido ao verificar contração muscular do intestino da cobaia, causada por uma amostra que havia apresentado resultado negativo. Chamei o Rocha e Silva e contei a ele o que havia observado. Ele ficou tão surpreso com o fato que desistiu da reunião e ficamos até tarde no laboratório repetindo o teste. Foi na verdade um acaso, mas isso só acontece quando se está trabalhando. A feliz coincidência foi provocada pela minha inexperiência e pela vontade de repetir os testes. Se eu tivesse ido à reunião, certamente a descoberta da bradicinina teria uma outra história.

— A descoberta da bradicinina não foi reconhecida de imediato. Por que muitos cientistas duvidaram da existência da nova substância?

— A primeira nota sobre a descoberta da bradicinina saiu na revista *Ciência e Cultura*, em 1949. No ano seguinte, foi publicado um trabalho completo no *American Journal of Physiology*, quando houve o reconhecimento oficial da descoberta pela comunidade científica internacional. Mas no Brasil houve dúvidas em torno da nova descoberta. Durante uma reunião da Sociedade de Biologia de São Paulo, por exemplo, ela chegou a ser contestada. O Rocha e Silva era um dos candidatos à vaga de professor catedrático de farmacologia da Faculdade de Medicina da USP e o Jaime Pereira, que era o titular, queria passar a cátedra para uma pessoa de sua família. Talvez por isso ele tenha contestado a descoberta, afirmando na Sociedade que a bradicinina não existia, que era uma mistura de histamina com ATP. O Jaime Pereira chegou mesmo a publicar dois trabalhos contestan-

A formatura, na UFMG, em 1943. Em seguida, Wilson Beraldo foi para São Paulo e, em 1945, entrou para o quadro da USP.



PERFIL

do a existência da nova substância. Mas ele não foi o único. Na Alemanha, disseram que a bradicinina já havia sido descoberta por pesquisadores alemães. Na verdade eles descobriram a caliceína, uma enzima que libera a calidina, semelhante à bradicinina. Mas, a partir de 1955, quando os pesquisadores ingleses Hilton e Lewis estudaram o papel da bradicinina na vasodilatação da glândula salivar, sua existência passou a ser aceita no Brasil e no exterior e não se questionou mais a origem da descoberta.

— Por que o Brasil importa o captopril, droga obtida com a descoberta da bradicinina que controla a pressão arterial?

— Com a descoberta da bradicinina, um dos discípulos do professor Rocha e Silva, Sérgio Henrique Ferreira, de Ribeirão Pre-



Beraldo retornou a Belo Horizonte em 1960: “Era um dever voltar ao meu Estado de origem e dar a minha contribuição”.

to, verificou que o veneno da jararaca contém, além da enzima que libera a bradicinina, uma substância que potencia sua ação, a que chamou BPF [*Bradykinin Potentiating Factor*]. Sérgio Ferreira descobriu esse fator ao verificar que, potenciando a bradicinina, a queda da pressão arterial aumentava. Esse fator age de duas maneiras: inibe a conversão da angiotensina I em angiotensina II, que eleva a pressão arterial, e potencia a bradicinina, que a abaixa. Daí o sucesso de sua descoberta. O BPF foi sintetizado por uma indústria farmacêutica norte-americana, que sintetizou a seguir o BPF de uso oral, denominado captopril, droga que hoje importamos. Mas de fato o captopril tem sua origem na bradicinina, em primeiro lugar, e posteriormente no BPF, ambos descobertos no Brasil. O problema é que a indústria brasileira não estava capacitada a produzir esse medicamento, pois isso exigiria um investimento fabuloso sem a certeza do retorno de lucros. As indústrias norte-americanas, ao contrário, têm recursos para arriscar num investimento incerto.

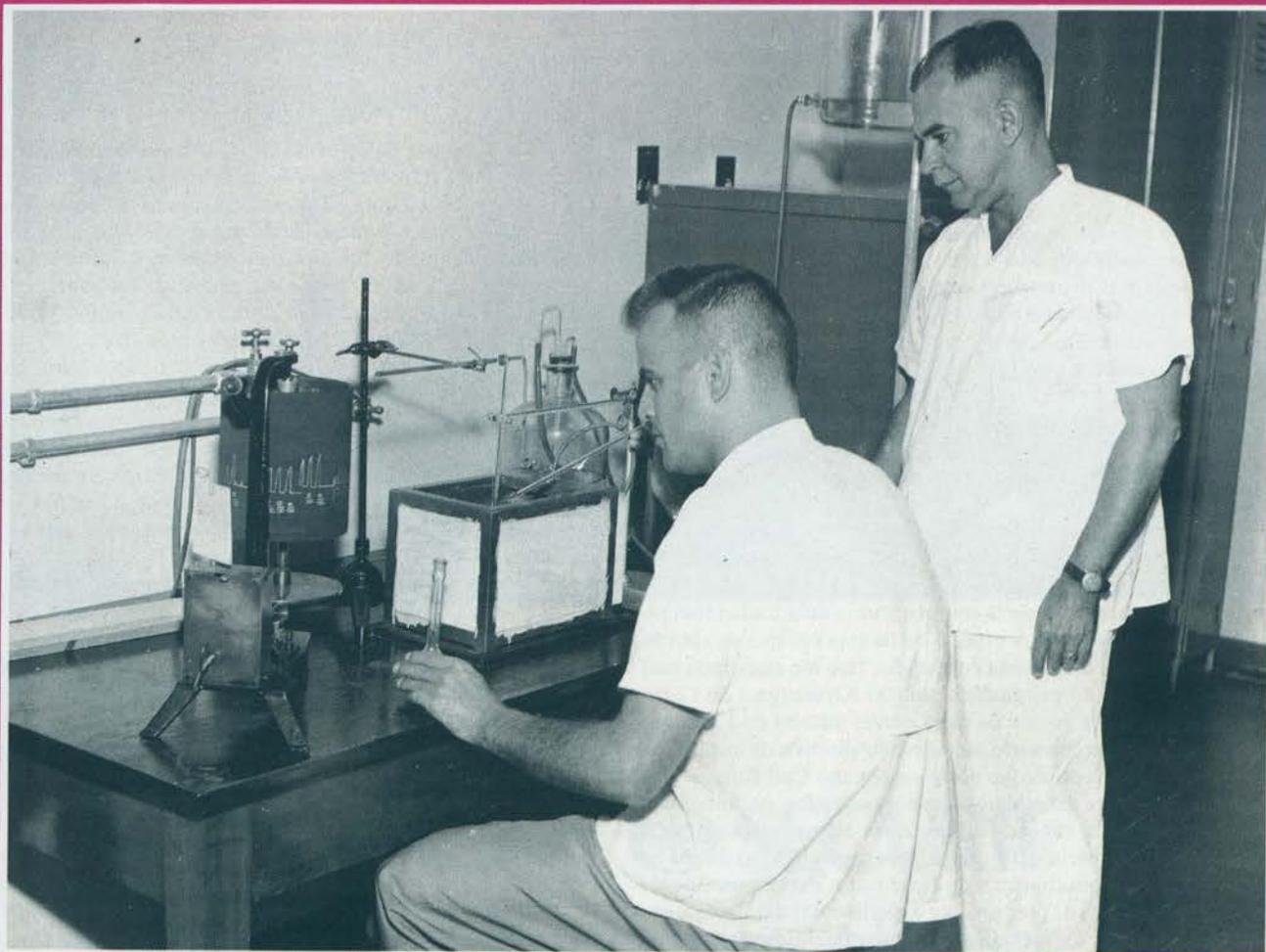
— Que cientistas o influenciaram no tempo em que o senhor esteve fora do país para aperfeiçoar seus estudos?

— Estive nos Estados Unidos de 1950 a 1951, mas lá eu me conduzi praticamente sozinho. O Rocha e Silva me encaminhou para a Northwestern University, em Chicago, onde trabalhei com o Carl Dragstedt, um especialista em histamina, quando o estudo da bradicinina ensaiava seus primeiros passos. Mas como ele estava meio doente, não pôde me ajudar muito. Ao contrário, eu é que acabei influenciando um de seus discípulos, o Van Arman, ‘desencaminhando-o’ para o estudo do sistema caliceína-cinina. Em Chicago, estudei a formação de bradicinina no choque anafilático. A viagem que de fato aproveitei foi a que fiz em 1953 à Inglaterra. Ao lado de William Feldberg, trabalhei durante um ano no National Institute for Medical Research, estudando a caliceína urinária pela perfusão de rim isolado do cão. Em 1930, os alemães E.K. Frey, H. Kraut e Schultz afirmavam que, retirando o pâncreas, não mais se observaria a caliceína na urina. Durante o trabalho, começamos a achar que essa enzima provinha do rim e não do pâncreas. Com base nessa interpretação, Feldberg sugeriu que fizéssemos uma perfusão do rim isolado do cão para verificar que órgão afinal era o responsável pela presença de caliceína na urina. A experiência mostrou que a caliceína aparecia na urina independentemente do pâncreas. Esse foi o grande proveito de meus estudos com o professor, Feldberg em Londres. Outra boa contribuição de Feldberg foi mostrar-me a importância de redigir os trabalhos científicos simultaneamente à obtenção de dados. Nesse ponto ele chegava a exagerar, sugerindo que eu trabalhasse três dias na semana e escrevesse durante os outros dois. Ele argumentava que as idéias ficam mais claras quando colocadas no papel. Hoje vejo quanto o aluno de pós-graduação retarda a conclusão de sua tese ao acumular dados durante o período experimental para só depois começar a redigi-la. Assim fica difícil lembrar detalhes das experiências. Essa foi a grande lição que aprendi com Feldberg. Ele tem atualmente 90 anos e ainda vai ao instituto para trabalhar. Por ocasião de seus 80 anos, fiz questão de ir a Londres cumprimentá-lo. Foi uma bela festa.

— Que impacto a descoberta da bradicinina provocou no campo das pesquisas biomédicas?

— A maior importância da bradicinina diz respeito à sua ação no controle da pressão arterial, envolvendo o potenciador que deu origem ao captopril. Mas a bradicinina é também um dos

Em 1962, Wilson Beraldo (à direita), ao lado do imunologista Wilmar Dias da Silva, no laboratório de fisiologia da UFMG: “Queríamos montar um curso com ênfase na parte experimental”.



mediadores do processo inflamatório, conforme temos constatado ao estudar a formação de novos vasos. A pesquisadora brasileira Sílvia Andrade, que trabalha conosco no Laboratório de Fisiologia da UFMG, está desenvolvendo em Londres um método bastante interessante de formação de novos vasos. Foi ela que nos passou essa tecnologia. Daí a importância de as pessoas saírem para o exterior: elas trazem métodos e informações que estimulam as pesquisas em curso nos nossos laboratórios. Para discutir essas experiências, temos congressos internacionais sobre o sistema caliceína-cinina. O último foi realizado no Japão, em 1987, e o próximo está programado para o ano que vem, e será realizado na Alemanha.

— *O senhor fez descobertas importantes usando técnicas simples, como a metodologia do banho do músculo liso. Essa técnica está superada atualmente?*

— Não, esta técnica foi utilizada para a elaboração de um trabalho com que colaborei, publicado este ano no *Biochemical Pharmacology*. Aliás, utilizando técnicas tidas como superadas, ainda é possível fazer muita coisa.

— *O que o trouxe de volta a Belo Horizonte na década de 1960?*
— Através do Baeta Vianna, fiquei sabendo que o professor Octávio Magalhães havia se aposentado, surgindo uma vaga na fisiologia da UFMG. Mas a pressão maior partiu da Fundação

Rockefeller, que na época tinha muito interesse em estimular o ensino e a pesquisa no Brasil. Na USP, por exemplo, a fundação deu um apoio valioso ao montar o laboratório do professor Moura Campos, com quem trabalhei. O grupo Rockefeller me procurou dizendo que daria o apoio necessário para que eu ocupasse a vaga do professor Magalhães. Esse foi seguramente o estímulo maior que recebi para voltar. Embora gostasse muito de São Paulo, onde morei 16 anos, achei que era um dever voltar ao meu estado de origem para dar alguma contribuição. E não me arrependi de ter feito essa escolha.

— *O senhor fez concurso para a cátedra em 1962, não?*

— Lembro que participaram da banca examinadora o Franklin Moura Campos, da USP, com quem trabalhei em São Paulo, o Thales Martins, catedrático da Escola Paulista de Medicina, o Paulo Galvão, também da Escola Paulista, o professor Baeta e o professor Oromar Moreira, da UFMG. Passei com nove e tanto; não chegou a dez.

— *Como era o ensino de fisiologia quando o senhor chegou?*

— A impressão que tive era de que não havia nada na parte experimental. Os professores não podiam incentivar pesquisas nessa área por não haver equipamentos adequados. Eu trazia da USP a vivência de uma parte experimental muito ativa, além de apostilas e trabalhos realizados pelos alunos. Com a chegada do equipamento da Rockefeller, foi possível montar um curso com ênfase na parte experimental.

— *O senhor introduziu também mudanças sensíveis na metodologia de ensino, não?*

— Por influência de um grupo de professores americanos convidados a dar um curso na Faculdade de Medicina da UFMG, decidi introduzir um novo método de ensino na fisiologia. O sistema que adotavam consistia em substituir a aula tradicional por grupos de discussão, uma espécie de terapia em que se abordavam vários temas da matéria em estudo. Isso me empolgou muito. Com o apoio do psicanalista Galeno Alvarenga e do Carlos Diniz, que também gostou da idéia, tentei instalar no Laboratório de Fisiologia o chamado método não-diretivo de ensino, baseado na teoria do psicólogo norte-americano Carl Rogers. Nesses grupos, em que debatíamos assuntos variados, os alunos emitiam suas opiniões, cabendo ao professor apenas estimular o debate. Na parte experimental, acho que exageramos ao deixar para o aluno a responsabilidade de fazer tudo. Percebemos depois que isso era um erro, pois a parte experimental demanda que o professor dê mais assistência aos alunos. Decidimos então aplicar o método apenas nas aulas teóricas. Fiquei tão entusiasmado com o método não-diretivo, que cheguei a exagerar na dose por ocasião de um congresso latino-americano que organizamos na UFMG em 1969. Em vez de fazer as tradicionais conferências e exposições de trabalhos, resolvi adotar as discussões em grupo. O argentino Bernardo Houssay, prêmio Nobel de fisiologia, achou tudo muito estranho e confessou-se um pouco chocado com o método. Mas o congresso funcionou muito bem.

— *Que importância o senhor atribui à SBPC no desenvolvimento da ciência brasileira?*

— Antes da SBPC, não havia no país reuniões científicas de expressão nacional. Para se ter uma idéia, à primeira reunião da Sociedade de Biologia do Brasil, realizada em Salvador por volta de 1946, compareceram apenas 12 pessoas. A SBPC foi fun-

dada em 8 de junho de 1948. Nesse ano, o Instituto Butantã passava por uma fase difícil provocada pela interferência política do então governador de São Paulo, Adhemar de Barros. O governador chegava ao ponto de proibir a pesquisa no Instituto, determinando que ali se produzissem exclusivamente soros e vacinas. Dessa crise surgiu a idéia de formar uma sociedade que defendesse a pesquisa e os pesquisadores, liderada pelo Rocha e Silva. A reunião de fundação da SBPC ocorreu na sala da Associação Médica de São Paulo e atraiu mais de cem pessoas. Eu sou o sócio número 29, logo atrás do Haity Moussatché, da Fundação Oswaldo Cruz. Hoje a SBPC tem mais de 30 mil sócios e atrai para suas reuniões cerca de três mil congressistas. É uma potência! Sua criação foi importantíssima para o país.

— *O senhor assumiu interinamente a presidência da SBPC num momento difícil...*

— Foi na época da ditadura. Eu era vice-presidente da Sociedade na chapa liderada pelo Oscar Sala. O Rocha e Silva estava na França e lá deu uma entrevista criticando um encontro ocorrido entre o Sala e o então candidato à presidência, general Figueiredo, afirmando que estava havendo certa influência do governo militar na SBPC. A notícia repercutiu na imprensa brasileira e o Sala decidiu renunciar justamente na cerimônia de abertura da 30ª reunião anual, realizada em São Paulo, em julho de 1978. Em seu discurso, ele deixou claro que não havia gostado da acusação do Rocha e Silva e que, por esse motivo, deixava a presidência da Sociedade. Eu não podia imaginar que ele teria essa atitude, deixando-me na mão em plena solenidade. Fiquei completamente surpreso, mas tive que conduzir a reunião assim mesmo. Felizmente pude contar com o apoio do professor Carlos Diniz, que na época era primeiro-secretário.

— *Dizem que o senhor é viciado em reuniões da SBPC...*

— Gosto muito dessas reuniões. Para mim, é uma excelente oportunidade para reencontrar colegas de todo o Brasil. Acho também muito bonita a participação dos jovens, sempre muito entusiasmados. Em encontros especializados, reúnem-se quase exclusivamente professores, pesquisadores e alunos de pós-graduação. Já na SBPC, a gente encontra até secundaristas, na maior animação, em seu primeiro contato com a ciência. Isso me estimula muito.

— *O senhor se recusou a cumprimentar o governador Newton Cardoso numa solenidade pública. Como foi esse episódio?*

— Pode parecer exagero, mas acho que fiquei mais conhecido por esse episódio do que pela minha participação na descoberta da bradicinina. Logo que assumiu o poder, em 1987, o governador Newton Cardoso resolveu destituir arbitrariamente todos os membros do Conselho Curador da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, a Fapemig, de que eu fazia parte. Não sabíamos qual era sua real intenção. Imagino que ele julgava que recebíamos altos salários. Na verdade, não ganhávamos nada para julgar os pedidos de solicitação de auxílio à pesquisa. O que nos disseram na época é que o governador queria colocar no Conselho pessoas de sua confiança para julgar os processos de acordo com sua conveniência. Fui destituído, assim como o professor Amílcar Martins, o Zigman Brener e todos os demais. Naquele ano, por coincidência, recebi do jornal *Estado de Minas* um prêmio de sua promoção 'Os Melhores do Ano'. Foi uma concorrida recepção no teatro Palácio das Artes, para a qual foram convidados nomes ilustres do meio acadêmico e empresarial. O Mi-

nas Gerais, órgão oficial do Estado, havia publicado naqueles dias a exoneração do Conselho da Fapemig e, por precaução, eu havia feito um xerox da matéria e guardado. No dia da cerimônia, levei o documento no bolso. Foi um ato premeditado, pois eu sabia que o governador estaria presente e deveria cumprimentar os homenageados. Quem me entregou o prêmio foi o professor Hilton Rocha, mas depois da cerimônia o governador foi cumprimentar um a um os agraciados. Na minha vez, sequer me levantei. Tirei do bolso o xerox e disse: 'Governador, lamento muito não poder receber seus cumprimentos. O senhor me destituiu do Conselho da Fapemig sem ao menos explicar por quê'. Ele ficou atordoado e criou-se aquela confusão: seus guardacostas vieram correndo e ele saiu, dedo em riste, dizendo em voz alta que eu era um moço mal-educado. Apesar da confusão criada, gostei muito do 'moço'. Na platéia todos presenciaram a cena e quando cheguei lá embaixo fui mais cumprimentado por meu gesto contra o governador do que propriamente pela homenagem que havia recebido.

— O senhor se aposentou mas continua trabalhando. Parece que o senhor resiste a se enquadrar na denominação 'inativo' que consta dos contracheques dos aposentados...

— Não gosto dessa palavra nem tenho intenção de interromper meus trabalhos. A gente descansa trabalhando; é muito mais interessante. Na UFMG, trabalho em pesquisa e tenho meus compromissos com os pós-graduandos, mas sem rigidez de horário. Chego na universidade por volta das nove da manhã e saio às seis da tarde. Tenho o maior interesse em incentivar os jovens. Com a Leonora Mata-Machado, a Gilce Oliveira e o Giovanni Braz, por exemplo, estou fazendo radiação do útero isolado de rata. Nossa intenção é verificar se a radiação age na mecânica do músculo ou nos receptores que captam a bradicinina e outros mediadores. Mesmo sem remuneração do CNPq, continuaria a colaborar nessas pesquisas, pois isso é para mim uma terapia. Ao invés de procurar psiquiatra ou ficar me queixando da vida para os amigos, vou trabalhar. Esse é o melhor investimento que faço na minha saúde. E me rende juros altos!



Wilson Beraldo, sentado no centro, cercado por colegas do departamento de fisiologia da UFMG: "Não tenho intenção de me aposentar; não gosto da palavra inativo. Eu descanso trabalhando. O trabalho é o melhor investimento na minha saúde".



FOTOGRAFIA: WILSON BERHALDO

Wilson Beraldo e pesquisadores no 9.º Congresso Latino-americano de Ciências Fisiológicas em 1969.

— O senhor poderia falar sobre sua vida antes de se mudar para Belo Horizonte?

— Meu pai foi prefeito da cidade, era comerciante. Minha mãe era de uma família religiosa. Fiz o grupo escolar em Silvianópolis numa escola muito simples, que sequer dispunha de instalação sanitária. Nessa época, fui coroinha e ajudava a rezar a missa em latim. Meu pai tinha um sítio aonde, quando criança, a gente ia apartar vaca. Já o ginásio fiz num internato de Pouso Alegre administrado por padres. Quando terminei o curso, me mandaram para Belo Horizonte para fazer o científico. Vim decidido a fazer o curso de medicina, sabendo que essa era a minha opção profissional. Meu pai queria que eu fosse agrônomo ou veterinário. Se dependesse de sua vontade, eu teria estudado em Viçosa. Ele chegou até a me oferecer um cartório na minha terra na esperança de que eu me fixasse lá, mas tudo isso foi inútil; eu não tinha nenhuma dúvida sobre o que deveria fazer.

— Além da pesquisa, o que mais o diverte?

— Gosto muito de música. Há 15 anos faço parte de um grupo que se reúne semanalmente para ouvir os clássicos. Esse grupo existe há uns 50 anos e de lá para cá vem se renovando. A princípio esses encontros musicais ocorriam uma vez por semana; hoje acontecem duas vezes, às sextas e aos sábados. As sessões começam sempre às oito da noite, com luz apagada, e ali pelas dez são interrompidas para um pequeno lanche, que não dura mais de 15 minutos. Depois as luzes voltam a se apagar e a sessão termina com uma cantata de Bach. Do grupo, eu sou o que tem menos informação musical. Os outros acompanham tudo o que está ocorrendo na área, conhecem todas

as regências, os maestros. Depois da música, vem a literatura. Gosto muito de Guimarães Rosa e atualmente tenho apreciado muito livros da área de psicanálise e comportamento. Além disto, minha segunda filha, Sílvia, dedicou-se à música, toca flauta. Tenho duas filhas e três netinhas. A primeira, Heloisa, é professora de química na UFMG. Minha mulher faleceu em 1987, de modo que hoje divido meu tempo entre a universidade, a música e as netas. Moro com a Gabriela, uma tartaruga que vive comigo há uns 30 anos.

— O senhor se interessa por política?

— Não participo da política, limito-me a votar em quem acredito que possa fazer alguma coisa pelo país. Mas, estou me lembrando, cheguei a me entusiasmar com o movimento integralista quando estava no ginásio. Na minha ingenuidade juvenil, achava aquilo muito bonito. Quando cheguei em casa e comentei com meu pai sobre o movimento, ele me deu um teco daqueles! Mas isso foi coisa de menino. Na verdade, nunca manifestei simpatia por movimentos políticos, fossem de direita ou de esquerda. No meu tempo não havia centro acadêmico e eu nunca me interessei ou participei de movimento estudantil, de organizações políticas ou religiosas. Não tenho religião e acho difícil entender o que pode vir depois da vida material. Mas há uma coisa que sempre me intrigou na religião: se Deus é o todo-poderoso, se pode ante-ter que vamos errar, sofrer acidentes, padecer, não poderia impedir que essas coisas acontecessem? Se Ele tem todas as forças, por que permitir tanta injustiça social, crianças passando fome, pessoas sem ter onde morar, abandonadas, sofrendo? Com a força que, dizem, Deus tem, eu mudava isso. Vocês não?

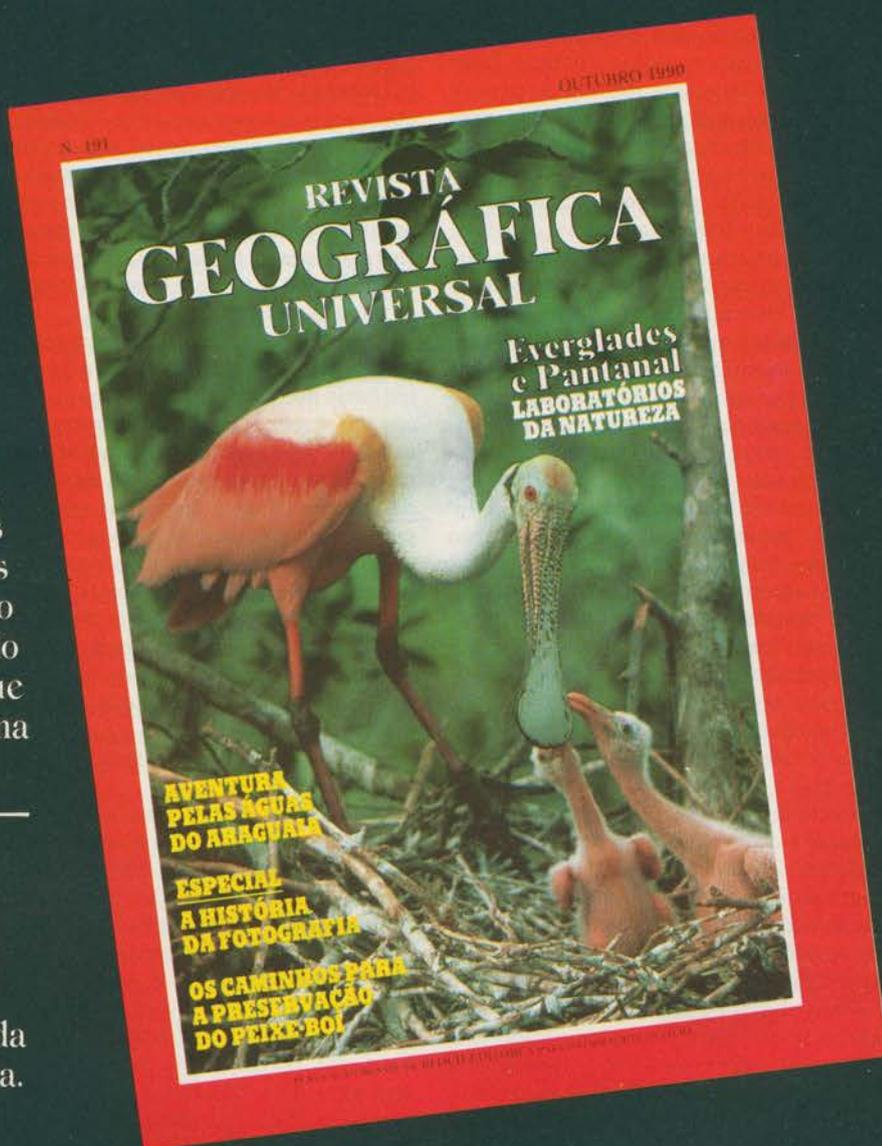
A aventura da natureza, da ciência e da tecnologia é mais emocionante que qualquer ficção científica.

A REVISTA GEOGRÁFICA UNIVERSAL, leva, a cada mês, seus leitores a todos os continentes, para conhecer terras e povos, religiões e costumes, arte e folclore, política e economia. Aos ambientes naturais, para descobrir os segredos da fauna e da flora e a importância da ecologia. Ao espaço, para acompanhar fantásticos avanços da astronáutica, desvendando os mistérios do universo. E, ainda, ao fundo dos oceanos, ao interior do corpo humano e aonde quer que possa chegar a curiosidade humana em busca do conhecimento.

Entre para o mundo da

REVISTA
GEOGRÁFICA
UNIVERSAL

Um mundo redescoberto a cada
mês com emoção e inteligência.



Viva a aventura de seus sonhos. Assine GEOGRÁFICA.

UMA PUBLICAÇÃO DE BLOCH EDITORES PARA INFORMAÇÃO E CULTURA

QUAIS OS RISCOS QUE PODEMOS ACEITAR?

Os riscos são inerentes ao mundo em que vivemos. Qualquer atividade humana, desde os atos cotidianos até os grandes empreendimentos industriais, está sujeita a perigos e acidentes, que podem resultar em doença ou morte. Mesmo com toda a sofisticação tecnológica atual, e até em grande parte por causa dela, os perigos são uma presença constante. Assim, para se fazer um corriqueiro exame médico ou para se aprovar a instalação de uma indústria, duas tarefas se tornam cada vez mais imprescindíveis: primeiro, é preciso fazer uma avaliação dos riscos, para em seguida selecionar com quais deles seria aceitável conviver.

Muitas pessoas têm a impressão de que os riscos atuais são maiores do que os do passado. Na realidade, a situação simplesmente mudou: muitos dos perigos a que estávamos sujeitos foram controlados; mas novos riscos surgiram. A medicina moderna, por exemplo, tem meios mais poderosos para controlar a disseminação de doenças. Não estaríamos hoje tão vulneráveis a uma epidemia como a da 'grande peste' de 1665, que exterminou 20% da população londrina. Hoje, porém, estamos às voltas com os agrotóxicos em nossa alimentação, e um desastre numa usina nuclear pode provocar uma tragédia de proporções até mais dramáticas do que aquela causada pela 'peste negra' no século XVIII.

A avaliação dos riscos depende de uma série de fatores incontroláveis ou pouco conhecidos e, por isto, está sujeita a uma boa margem de incertezas. Numa avaliação pessoal e objetiva, o risco pode ser traduzido por uma equação matemática, sendo definido como o produto da probabilidade de ocorrer o acidente (ou a frequência de ocorrência) por suas conseqüências previstas (número de vítimas, por exemplo).

Já a aceitabilidade dos riscos depende muito de um julgamento subjetivo, pessoal. É preciso fazer uma análise comparativa entre estes riscos e os eventuais benefícios. Um risco pequeno, com pouco ou nenhum benefício, em certas situações pode ser considerado inaceitável. O tratamento de verugas com radioterapia, por exemplo, não se justifica, assim como o uso de radiocópia dos pés para se verificar o ajuste dos sapatos. Já quando o risco é grande e o benefício também é considerável, pode-se aceitar com mais facilidade o procedimento. É o caso do uso de radioterapia intensa para o tratamento de tumores malignos.

Há situações em que os riscos são relativamente pequenos diante dos benefícios, como na implantação da indústria aeronáutica, cuja estatística de êxitos é incomparavelmente maior do que a de desastres. Mas há também situações que não propiciam uma decisão tão imediata. Frequentemente, é preciso decidir se os benefícios a serem auferidos são de tal monta que justifiquem os riscos envolvidos e, não raro, quem corre o maior risco não é aquele que vai obter os maiores benefícios. Os habitantes de uma região onde se instala um reator nuclear, por exemplo, não se expõem de livre vontade aos riscos. Os riscos da energia nuclear, nesse caso, deixam de ser voluntários e se tornam compulsórios, para aquelas pessoas.

Além disto, há uma desinformação generalizada sobre o assunto. Os adeptos da indústria nuclear argumentam que seus riscos são extremamente baixos comparados aos altos benefícios que essa indústria propicia. Contra-argumentam os adversários da energia atômica ainda que, embora a probabilidade associada a um acidente nuclear seja muito baixa, as conseqüências podem ser tão sérias que não são compensadas pelos benefícios. Diante do impasse, as respostas têm sido procuradas numa comparação entre os riscos da energia atômica e outros perigos a que estamos normalmente expostos, como a radioatividade natural ou a probabilidade de grandes incêndios.

Com muitos desses riscos os habitantes de grandes cidades se habituaram a conviver cotidianamente. Muitos, ainda que cientes de sérias ameaças, continuam a manter hábitos condenados. Já se encontra suficientemente comprovado o fato de que o hábito de fumar é uma das causas principais do aparecimento do câncer de pulmão e de várias outras doenças. Esta informação, porém, não impede que, no Reino Unido, 41% dos adultos sejam fumantes regulares. Entre eles, 10% morrem prematuramente de causas diretamente relacionadas ao fumo (são 55 mil mortes anuais) e outros 25% morrem prematuramente de doenças nas quais o fumo é o principal agente causador (dados publicados na revista *Nature* n.º 5 757, p. 587, 1980). O número de cigarros consumidos na Inglaterra, em 1978, foi superior a 125 bilhões, representando um gasto de cerca de 218 milhões de libras esterlinas.



Quando tomamos o número total de mortes por ano, numa certa região, atribuídas a determinada causa, e dividimos este número pelo total de habitantes daquela região, obtemos um número que representa a probabilidade média de morte por pessoa, por ano, em razão da causa estudada. Isto é o que se convencionou chamar de cálculo do 'risco individual'.

A rigor, para que este cálculo seja usado apropriadamente, devem ser comparados indivíduos do mesmo sexo, da mesma faixa etária, vivendo em condições socioeconômicas semelhantes e sujeitos aos mesmos perigos ocupacionais (isto é, perigos que são debitados ao exercício de uma pro-

fissão). As diferenças profissionais são muito importantes nas estatísticas. Há profissionais que trabalham mais tempo do que outros e se encontram sujeitos a atividades de maior periculosidade. As estimativas de risco, portanto, deveriam ser mais elaboradas, levando em conta grande quantidade de informações. As estimativas de riscos de acidentes rodoviários, por exemplo, deveriam indicar a probabilidade de morte por pessoa, em relação, pelo menos, ao número de quilômetros rodados, ao tipo de estrada, à hora do dia. No caso de riscos profissionais deveria ser calculada a probabilidade de morte por pessoa/hora de trabalho/tipo de serviço. Como na prática a apuração de todas essas informações costuma ser muito difícil, as estimativas de risco precisam ser analisadas com muita cautela.

Além do cálculo do risco individual, há também o 'risco comunitário'. Ele se refere à frequência com que ocorrem mortes múltiplas, isto é, n ou mais mortes numa determinada população, numa certa região. Os dados obtidos para uma determinada região não podem naturalmente ser extrapolados para outra, a menos que haja grande similaridade entre as duas. Além do mais, os padrões coletivos de riscos considerados aceitáveis em países desenvolvidos são bem mais baixos do que em nações pobres. Nos Estados Unidos, por exemplo, o risco de uma morte em mil por ano é considerado bastante elevado pela população e pela legislação vigente, sendo aceitável apenas a convivência com índices inferiores ao risco de uma morte por um milhão de habitantes.

O problema de se avaliar a aceitabilidade dos riscos se complica ainda mais quando o balanço entre perigos e benefícios não se desenha de forma inequivocamente clara. Nesse caso, talvez a melhor solução seja a comparação com procedimentos alternativos. Vamos ao exemplo da energia nuclear. Suponhamos que uma pessoa que reside próximo a uma usina nuclear resolve se mudar para um local distante, na tentativa de escapar aos riscos de um acidente na usina. Se essa mudança representar um acréscimo de distância entre a casa e o local de trabalho a ser percorrido de carro, este indivíduo pode passar a conviver diariamente com um risco muito maior de morte, decorrente de um acidente rodoviário.

Por isto, a avaliação sobre aceitabilidade de riscos ainda é um campo a ser muito debatido. Nas estatísticas, os riscos são representados de forma numérica, dando a

impressão de clareza e rigor, quando não é isto o que acontece. As estatísticas precisam ser bem interpretadas. O cálculo do 'risco médio', por exemplo, pode se referir a um grupo de pessoas que na realidade não existe. Para comentar o procedimento da estatística, tomemos como exemplo um casal, sem filhos, com renda mensal de Cr\$ 95 mil, e um outro casal, com dez filhos e uma renda mensal de Cr\$ 5 mil. Para calcular o rendimento mensal médio das duas famílias, devemos somar as duas rendas e dividir por dois. Encontraremos, portanto, uma família hipotética que tem uma renda de Cr\$ 50 mil, o que não corresponde a nenhum dos dois exemplos concretos.

É claro que o exemplo exposto acima foi conveniente porque trabalhava com duas famílias em situações extremas. Quando se encontra numa região um grande número de casos concretos que se adaptem facilmente a um perfil médio, essas disparidades não se verificam. Se determinada região apresenta o risco médio de uma morte por acidente rodoviário em cada 7 500 habitantes, isto não significa que todos os habitantes da região se encontram igualmente expostos ao mesmo risco.

Outro aspecto a ser considerado na avaliação sobre a aceitabilidade dos riscos refere-se à diferença de impacto emocional entre uma causa que provoca um único efeito e outra que distribui seus efeitos ao

longo de determinado prazo de tempo. Se, por exemplo, uma fábrica provoca a morte de 80 empregados ao longo de oito anos, o impacto emocional e social daí derivado é certamente muito menor do que o daquela que, nesse período de oito anos, causa a morte simultânea de 80 empregados. As duas situações, nas estatísticas, estão representadas pelo mesmo índice, com riscos iguais de ocorrerem. A diferença de impacto, porém, é ponderável. Da mesma forma, se a fatalidade se distribuisse por diferentes segmentos de uma população muito numerosa, o impacto seria menor do que se as mortes se concentrassem num único segmento, numa pequena área ou na mesma família.

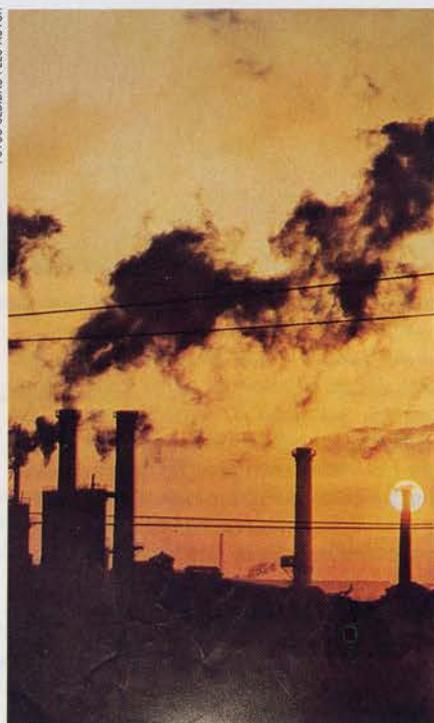
Sob certo aspecto, é muito importante que haja receio quanto à periculosidade de determinadas indústrias, porque esse receio coletivo pode levar à adoção de mecanismos de proteção e segurança mais eficientes. Entretanto, o que se observa é um impacto emocional e muita apreensão em torno de algumas indústrias, como a nuclear, e um descaso em torno das normas de segurança que regem os produtos de outras, como a indústria automobilística.

Imaginemos que um acidente grave ocorra na usina nuclear Angra 1, vitimando um único técnico com uma dose letal de radiação. Uma vez comprovado o fato, os meios de comunicação certamente darão ampla divulgação à notícia, que em poucas horas dará a volta ao mundo. Nos dias seguintes, será travado um intenso debate em torno da segurança da usina e de suas condições de funcionamento. Mais uma vez as atenções estarão voltadas para a questão nuclear, mais uma vez serão esquecidas as estatísticas trágicas dos acidentes de trânsito no Brasil, em que mais de 20 mil pessoas morrem anualmente.

Não se pretende concluir, evidentemente, que devemos aceitar com passividade os grandes riscos da energia nuclear somente porque outros riscos maiores rondam as nossas vidas. As normas de segurança precisam ser severas tanto num caso quanto no outro, com uma legislação adequada para que os riscos com os quais convivemos sejam aceitáveis. Uma criteriosa avaliação de riscos e benefícios pode apontar os casos mais dramáticos e as indústrias que necessitam de fiscalização mais rígida.

ADEMAR FREIRE-MAIA

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (Unesp)



FOTOS CEDIAS PELO AUTOR

BOTÂNICOS INVESTIGAM A ANTIGA FLORA FLUMINENSE

Como seria a vegetação original do estado do Rio de Janeiro? Para se fazer a reconstrução da paisagem antiga de uma região tão devastada pela ação do homem, é preciso estudar espécimes coletados e conservados nos herbários, recorrer a descrições feitas no passado por viajantes e botânicos, promover novas coletas para estudar a flora remanescente.

Responder a essa questão é uma das metas do Projeto Flora do Estado do Rio de Janeiro, patrocinado pelo Jardim Botânico carioca. E os botânicos que a ele se dedicam já têm um ponto de partida para sua pesquisa. Eles verificaram que, dos 67 municípios fluminenses, Parati é um dos poucos que ainda contém representantes da flora nativa em qualidade e quantidade relevantes, razão pela qual a pesquisa ali será uma prioridade no cronograma do projeto.

O levantamento da flora de uma região requer a identificação dos vegetais que a compõem e a listagem de seus nomes científicos. Esse conhecimento é proporcionado pela taxonomia vegetal, ciência que considera a morfologia externa e interna da planta, suas relações genéticas e suas afinidades (parentescos). A taxonomia reagrupa os vegetais em categorias máximas, que, por sua vez, são divididas e subdivididas até chegar-se à menor categoria — a espécie —, que é a unidade taxonômica.

Ao ser descoberta pelo pesquisador, a espécie recebe um nome científico universal e uma descrição em latim, que constitui sua descrição original ou *Obra Princeps*, a qual pode ser considerada como sua certidão de nascimento para a comunidade científica. Estabelecido este nome, nenhum outro botânico poderá dar-lhe outra denominação.

A taxonomia vegetal é a base de qualquer pesquisa vegetal, seja ela pura ou aplicada. Um fitoterápico — medicamento feito com plantas — só deveria ser posto à disposição do público depois de descrita sua morfologia externa e interna, identificados os nomes científicos das plantas que o compõem e estabelecidos seu grau de toxidez, sua composição química, ação farmacodinâmica e uma ilustração do seu hábito (isto é, seu porte, aparência exterior, enfim um retrato indicando se é erva, arbusto ou árvore, sua altura e seu aspecto). Esta é a prática nos países desenvolvidos.

O objetivo principal do Projeto Flora do Estado do Rio de Janeiro é identificar taxonomicamente todas as espécies de plan-

tas fluminenses, de forma a proporcionar uma listagem que servirá de base a qualquer pesquisa futura. Esses trabalhos foram elaborados sobretudo a partir de 1959, quando o dr. Paulo Campos Porto, então diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, iniciou o Projeto Flora do Estado da Guanabara, contando com um corpo de pesquisadores e ajuda do CNPq. Carlos Toledo Rizzini, seu sucessor, aprovou o projeto e designou a botânica Graziela Maciel Barroso como chefe da equipe.

Não se pode esquecer também a obra monumental de frei José Mariano da Con-

fíceis de serem reconhecidas, seus nomes não são considerados e ficam numa lista de nomes duvidosos.

A primeira etapa do projeto, que consistiu do levantamento do material botânico coletado no estado do Rio de Janeiro e depositado no herbário do JBRJ, está concluída. Foram preenchidas fichas-modelo para cada espécie, para exemplares identificados apenas por seus gêneros ou suas famílias. Nas fichas foram anotados o número de registro da planta, local e data da coleta, hábitat, modo de coleta (se em botão, flor e/ou fruto), nome do coletor

FOTO CEDIADA PELA AUTORA



FIGURA 1 Aspecto da vegetação na estrada Parati-Cunha, a cerca de mil metros de altitude.

ceição Vellozo, *Flora Fluminensis*, que consiste de um volume de texto e 11 de ilustrações, publicados respectivamente em 1829 e 1831. Infelizmente, os tipos usados por frei Vellozo na execução de sua extraordinária obra não foram descobertos até hoje e, na falta deles, apenas os desenhos que caracterizam bem as espécies permanecem como lectotipos. Em outras palavras: tipo é a planta na qual o botânico se baseou para descrever pela primeira vez a espécie. Se essa planta desapareceu, dela só restando um desenho ou uma fotografia, ela é chamada de lectotipo. No caso de espécies di-

e número da coleta, além de observações complementares, como nome vulgar da planta e suas utilizações. Tal levantamento permitiu não só assinalar no mapa do estado os locais de coleta e calcular o percentual fornecido por cada município, como também elaborar um catálogo para divulgação do acervo do herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

Uma conclusão interessante, decorrente já dessa primeira etapa, é que o grupo de angiospermas (plantas vasculares e floríferas, cujos óvulos e sementes estão encerrados no ovário e no fruto, respectivamente



te, como mangueiras e goiabeiras) do estado é ainda muito pouco conhecido, embora esteja registrada no herbário do RB a ocorrência de 5 347 espécies, representantes de 191 famílias botânicas. No grupo de gimnospermas (plantas vasculares e floríferas, cujos óvulos e sementes estão a descoberto, como o pinheiro) estão registradas 14 espécies, representantes de sete famílias (Podocarpaceae, Araucariaceae, Taxodiaceae, Cupressaceae, Cycadaceae, Ginkgoaceae e Pinaceae, as três últimas cultivadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro). Observou-se também que apenas Rio de Janeiro, Teresópolis e Petrópolis apresentam concentração significativa de coletas, enquanto nos demais municípios, quando as mesmas ocorreram, ou foram escassas, ou se restringiram a determinado ponto (como o planalto de Itatiaia, no município homônimo).

As famílias que tiveram mais de 50 espécies registradas são: Apocynaceae (com 77); Araceae (60); Asteraceae (424); Begoniaceae (69); Bignoniaceae (95); Bromeliaceae (166); Cyperaceae (73); Euphorbiaceae (125); Gesneriaceae (61); Gramineae (224); Labiatae (57); Lauraceae (110); Leguminosae 447 (Leg. Min. 108, Leg. Caes. 124, Leg. Pap. 215); Malpighiaceae (66); Malvaceae (65); Melastomataceae (267); Moraceae (77); Myrtaceae (198); Orchidaceae (432); Piperaceae (102); Sapindaceae (61); Solanaceae (128); Rubiaceae (250); e ainda Verbenaceae (65).

No grupo de criptógamos (vegetais que não se reproduzem por meio de flores) estão registradas 244 espécies, representantes de 58 famílias de briófitas (grupo de plantas que às vezes exibem apenas um simples cordão condutor central e carecem de sistema vascular, como os musgos), embora o levantamento bibliográfico já assinala 77 famílias com espécies ocorrentes no estado. Dezesesseis famílias de macroalgas marinhas (plantas sem vasos, com clorofila; por exemplo, a alface-do-mar) também estão representadas no herbário, restando ainda catalogar 33, além de microalgas e algas continentais.

O levantamento da coleção de pteridófitas (grupo de plantas vasculares sem flores, como samambaias e avencas) e de líquens (organismos formados pela associação íntima entre algas e fungos, como barba-de-velho) encontra-se em fase inicial. Em contrapartida, já está concluída e em breve será divulgada uma iniciativa vinculada ao Projeto Herbário: a coleção de fungos (seres vivos sem clorofila e, portanto, incapazes de produzir a matéria orgânica de que necessitam para a alimentação, motivo pelo qual não são mais considerados vegetais, como orelha-de-pau e mofo).

Ainda como resultado dessa primeira etapa, observou-se a insignificante representatividade da coleta do norte fluminense, provavelmente em função da destruição das matas da região, que ocupavam extensas áreas de baixada e se prestavam às ati-

vidades agropastoris. Sua flora foi devastada sem ter havido qualquer documentação ou estudo dos espécimens. O levantamento bibliográfico revelou que apenas 35 famílias de angiospermas haviam sido estudadas taxonomicamente dentro dos limites do município do Rio de Janeiro e 26 na flórlula do Parque Nacional de Itatiaia.

Desenvolver conhecimentos sobre a flora de uma região é também uma forma de fazer cultura. Assim, cresce a importância desse projeto, não só para o conhecimento, conservação e reconstrução da flora do estado do Rio de Janeiro, como também para a formação de novos taxonomistas, uma vez que a taxonomia vegetal — pesquisa básica por excelência — constitui um ponto de partida para o desenvolvimento de tecnologia gerada por outras áreas da ciência, como a farmácia ou a engenharia florestal e agrônoma, entre muitas outras.

Outra prioridade do projeto (aberto à participação de botânicos de outras instituições, nacionais e estrangeiras) será, além do levantamento da flora de Parati, a elaboração de monografia sobre as famílias fanerogâmicas e criptogâmicas, segundo normas definidas pela coordenação.

MARIA DO CARMO MENDES MARQUES

COORDENADORA DO PROJETO FLORA
DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO



AUTOMAÇÃO E MOVIMENTO SINDICAL NO BRASIL, de Ricardo Toledo Neder, Laís Wendel Abramo, Nair H. Bicalho de Souza, Alvaro Diaz, Gonzalo Falabella e Roque Aparecido da Silva. Editora Hucitec/Cedec, São Paulo, 1989. 270 pp.

A percepção dos efeitos da automação microeletrônica sobre o trabalho e, mais particularmente, sobre a classe trabalhadora no Brasil é o tema deste livro interessante e pioneiro. Explicitamente ele se propõe a “explorar a dimensão social e política do processo de inovação tecnológica e organizacional na indústria brasileira, sob a ótica do movimento sindical dos metalúrgicos de São Paulo, tomando como base para reflexão as experiências do movimento sindical na Europa Ocidental”.

O livro é bom e deve ser lido por todos aqueles interessados em conhecer um pouco mais sobre os impactos das chamadas novas tecnologias sobre as atividades de trabalho industrial. A parte teórica do livro insere-se em estudos e debates que já dão conta, pelo menos parcialmente, de muitas das questões em pauta. Afinal, as chamadas novas tecnologias já vinham sendo introduzidas e difundidas há bem mais tempo, e em maior ritmo que no Brasil. Por isso mesmo geraram, em vários níveis, debates teóricos que procuravam dar conta das implicações socioeconômicas (muitos conflitos concretos) decorrentes da difusão da nova base técnica e da respectiva dinâmica de acumulação, que também se modificava.

O debate é, assim, muito mais amplo e abrangente, e poderia ser delineado, *grosso modo*, como ocorrendo entre, por um lado, os otimistas pós-industrialistas, que vêem as novas tecnologias como uma re-

NÓS E AS NOVAS TÉCNICAS

denção do trabalho humano e fonte inesgotável de produção de tempo de lazer (isso, para mim, nunca ficou claro), e, por outro lado, intelectuais progressistas de esquerda, que tendem a ver este momento da história do desenvolvimento industrial e tecnológico como mais uma (e talvez a definitiva) rendição do trabalho à tendência secular de controle e exploração por parte do capital, da qual faz também parte uma inexorável tendência à degradação do trabalho e à expropriação do saber operário.

O livro evita, corretamente, enquadrar-se dicotomicamente em um dos pólos do debate. E isso até porque a própria classe trabalhadora brasileira não parece estar ainda esclarecida sobre os efeitos concretos dessas novas tecnologias sobre suas atividades profissionais e vidas pessoais. Há pelo menos duas fortes razões para esse desconhecimento. Em primeiro lugar, a revolução da (micro)eletrônica é ainda relativamente jovem e incipiente no Brasil. Apesar de terem sido introduzidas cerca de 700 máquinas com controle numérico na indústria brasileira ao longo da década de 1970, pode-se dizer que a mudança da base técnica começou a tomar contornos mais nítidos na década de 1980. Ainda assim, tal mudança de base técnica ocorreu muito aquém de seu potencial, não tivesse sido essa uma década de estagnação, perdida pela economia brasileira.

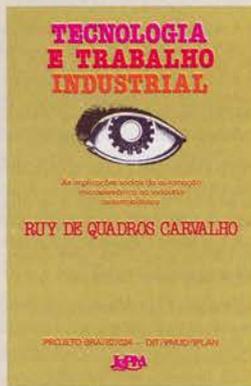
Uma parte substancial da energia gasta ao longo da década o foi em lutas primárias e fundamentais para que o movimento sindical se consolidasse e conquistasse legitimidade para algumas de suas reivindicações mais básicas, como por exemplo o direito de greve e a manutenção do poder de compra do trabalhador assalariado diante do fantasma corrosivo da elevada inflação que permeou os anos 80. Assim é que, de fato, na maioria das vezes em que a questão tecnológica (e esta é uma questão basicamente estrutural) foi incluída no rol das preocupações sindicais, o foi com prioridade relativamente baixa, sucumbida pelos avassaladores problemas conjunturais de curto prazo que assolam sistematicamente a classe trabalhadora no Brasil. E mais, muitas das vezes em que a questão tecnológica conseguiu ser levada a uma mesa de negociações, ela foi descartada no rumo dessas negociações pelo absoluto despreparo dos sindicalistas quanto a esse tipo de questão, o que resulta da inexistência de massa crítica.

Por isso, *Automação e movimento sindical no Brasil* é um livro tão importante. Pela primeira vez, com o foco no movimento sindical, fez-se uma pesquisa deste gênero e com tais dimensões no Brasil. Oportuna e mercedamente seus resultados, organizados e sistematizados, são publicados em forma de livro. Destaque especial deve dar aos capítulos que se baseiam nos resultados das pesquisas de campo. Dados primários enriquecem sobremaneira o conteúdo desta publicação, inclusive pelos singelos e até curiosos depoimentos de trabalhadores sobre sua percepção a respeito das novas tecnologias. Resulta disto tudo a conclusão de que os trabalhadores no Brasil não são, de maneira geral, contra o processo de automação na indústria, desde que possam interferir minimamente para atenuar os efeitos indesejáveis que essa forma de modernidade poderá trazer. Afinal, os trabalhadores têm tudo para desconfiar que mais uma vez lhes caberá pagar, para usar a expressão que está em moda, o ‘preço do ajuste’.

Mas isso tudo está lá, com a riqueza de detalhes e o amadurecimento de quem foi a campo e refletiu sobre tais questões durante muito tempo. Cabe agora ao leitor (particularmente àqueles interessados nas questões sindicais contemporâneas) conferir e usufruir deste trabalho, pelo qual, aliás, os autores estão de parabéns...

Em tempo: o livro é tão atual quanto poderia ser, no Brasil e na segunda metade da década de 1980. Está no limite da fronteira das preocupações dos pesquisadores brasileiros àquela época. Carece, entretanto, de discutir mais profundamente as alternativas não tayloristas/fordistas para a organização do trabalho contemporâneo no país, como parecem atestar os exemplos dos impressionantes aumentos de produtividade e qualidade industrial emanados da experiência japonesa recente, não apenas com novas tecnologias materiais, mas também da organização social da produção. E sobre essas questões é que muitos de nós estão debruçados neste momento, em busca da especificidade da contemporaneidade brasileira.

O QUE ESTÁ MUDANDO NO TRABALHO?



TECNOLOGIA E TRABALHO INDUSTRIAL, de Ruy de Quadros Carvalho. Editora L&PM, Porto Alegre, 1987. 240 pp



AUTOMAÇÃO, COMPETITIVIDADE E TRABALHO: A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL, de Hubert Schmitz e Ruy de Quadros Carvalho (org.). Editora Hucitec, São Paulo, 1988. 284 pp.

Vêm-se multiplicando recentemente os estudos sobre o que se tem denominado, com muita propriedade, de “impactos sociais da automação”. Dentre esses estudos, *Tecnologia e trabalho industrial*, de Ruy de Quadros Carvalho, tornou-se logo uma referência maior. Trata-se de tese de mestrado em Ciência Política, na qual o autor utiliza parte dos resultados de uma conhecida pesquisa PNUD/OIT (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento/Organização Internacional do Trabalho).

Na primeira parte do livro, o autor procura mostrar que compreende as mudanças dentro das fábricas não como “desdobramentos inevitáveis do progresso técnico”, mas como conseqüências de transformações sociais mais amplas. Assim, as decisões gerenciais ligadas à introdução da

automação no Brasil teriam sido marcadas por um determinado contexto de relações entre o capital e o trabalho, que se caracterizou pelo fim do regime militar e pela crise econômica. Na segunda parte, uma pesquisa na indústria automobilística serve de base para uma análise das “implicações da automação microeletrônica no uso e no controle da força de trabalho”. São examinadas as mudanças no processo de trabalho, nas qualificações, no emprego e na gestão da força de trabalho e, finalmente, nas relações industriais.

A mudança tecnológica estaria associada à substituição do “padrão predatório de utilização da força de trabalho”, que, privado de seu apoio na forte repressão política, perde toda a sua funcionalidade. Mesmo assim, as montadoras brasileiras orientariam a automação no sentido de expandir o controle técnico sobre o conteúdo e o ritmo de trabalho, em detrimento da autonomia dos trabalhadores, numa verdadeira ‘extensão’ do fordismo.

Quadros sublinha que tal conclusão está em sintonia com os trabalhos do pesquisador francês B. Coriat. De fato, é justamente a este que foi confiado o primeiro capítulo da coletânea *Automação, competitividade e trabalho: a experiência internacional*, organizada por Hubert Schmitz e pelo próprio Ruy de Quadros Carvalho. Nele, Coriat procura caracterizar a automação como um esforço de “renovação do taylorismo e do fordismo”. A “nova engenharia de produção” combinaria equipamentos e modelos de troca de informações, com o intuito de conferir integração e flexibilidade às linhas de produção. Para ilustrar essa tese, o autor elaborou uma tipologia das fábricas automatizadas; cada caso corresponderia a um ‘arranjo’ determinado dos novos equipamentos, no qual os engenheiros de produção teriam materializado uma hierarquia de objetivos específicos (na qual prima, de todo modo, o controle taylorista).

Na verdade, raros são os pesquisadores que partilham o ponto de vista de Coriat. Para a maioria deles, o controle sobre o trabalho numa fábrica automatizada não pode seguir os métodos preconizados por Taylor e Ford porque as características do processo de produção são bastante diferentes. Também a tipologia sugerida pode causar estranheza: dificilmente um engenheiro poderá admitir, por exemplo, que o Kanban (método japonês para otimização

do seqüenciamento da produção, reduzindo a necessidade de estoques ao mínimo) seja incluído numa “tipologia das novas formas de automação”.

Mas a coletânea vai além dessa tentativa de caracterização da automação segundo as formas de organização do trabalho nas fábricas. Partindo da questão “o que podemos aprender a partir da experiência internacional?”, ela reúne nos demais capítulos os pontos de vista de especialistas em economia industrial, em sociologia do trabalho, em relações industriais e em política científica e tecnológica.

No segundo capítulo, José Renato Tauile associa as tendências da automação aos padrões de competitividade da indústria dos países desenvolvidos. O levantamento e análise da situação, em cada um dos principais setores da indústria manufatureira, é, sem dúvida, um dos mais completos que já foram colocados à disposição do público brasileiro, permitindo que o autor pondere as perspectivas alarmistas anunciadas por análises mais breves.

No capítulo seguinte, H. Schmitz realiza um apanhado das principais mudanças na utilização do trabalho (nível de emprego, trabalho externo, qualificações e salários). Schmitz sintetiza as principais conclusões sobre um tema cuja bibliografia é certamente muito ampla; propõe ainda a idéia de um “salário-confiabilidade” e critica, igualmente, a “retórica de catástrofes sociais”.

A seguir, Gonzalo Falabella elaborou uma tipologia das respostas dos sindicatos europeus à introdução das novas tecnologias informáticas, segundo três fatores: os condicionantes econômicos, sindicais e políticos.

Finalmente, Célia Piragibe compara as diversas políticas tecnológicas adotadas, para o setor eletrônico, pelos “países recentemente industrializados”. O interesse maior dessa contribuição reside na comparação do caso brasileiro com outras experiências mal conhecidas em nosso país, a saber, as da Argentina, Coréia do Sul e Índia. Sob essa nova luz, a nossa ‘reserva de mercado’ pode efetivamente ser avaliada de maneira mais global.

ROGÉRIO VALLE

LABORATÓRIO DE CONTROLE NUMÉRICO E PRODUÇÃO AUTOMATIZADA, Coppe/UFRJ

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

Secretaria: Av. Veneslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290, tels.: (021) 295-4846, 295-4442, Telex: (21) 36952, FAX: (021) 541-5342.

Editores: Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), José Murilo de Carvalho (Instituto Universitário de Pesquisas/RJ).

Conselho Editorial: Alzira Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz), José C. Maia (Instituto de Química/USP, Luiz Bevilacqua (Coppe/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Sub-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa/UERJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Silvano Santiago (Departamento de Letras/UFF), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho; Alicia Palacios (assistente).

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraia Araújo (secretária); Guilherme Frederico da Silva.

Edição de Texto: Maria Ignez Duque Estrada, Marília Martins e Luiz Ricardo Menandro; Regina Ferreira (coordenadora de revisão).

Jornalismo: Alicia Ivanishevich e Luisa Massarani.

Edição de Arte: A3/Ana Luisa Escorel, Evelyn Grumach e Heiolsa Faria (direção de arte); Christiane Abbade e Claudia Fleury da R. Borges (programadoras visuais), Selma Azevedo (desenhista e arte-finalista), Marta Rodrigues (arte-finalista).

Administração: Elizabeth Guedes (gerente), Neuza Maria de Oliveira Soares, Carlos A. Kessler Filho, Cláudio Costa Carvalho, Cleber J. de Azevedo Pinto, Carmen Lúcia Gonçalves Leal, Charle Gonçalves dos Santos, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Maria José da Silva.

Assinatura, Circulação e Expedição: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lucia da G. Pereira, Moisés V. dos Santos, Luciene dos Santos Azevedo, Pedro Paulo de Souza, Carlos Henrique C. Maurity, Daniel Vieira dos Santos, Delson Freitas, Jannair do Nascimento Fonseca, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio Grozima Aguiar; tel.: (021) 270-0548.

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



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 promoção do desenvolvimento científico e tecnológico no país.

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação frangeada 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 três projetos nacionais de publicação; a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, e o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-).

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 a revista *Ciência e Cultura* e o *Jornal da Ciência Hoje*, e a obter um preço especial para a assinatura de *Ciência Hoje*.

Sede nacional: Rua Costa Carvalho, 222, CEP 05429, São Paulo, SP (C. Postal 11008 - CEP 05499), tels.: (011) 211-0495, 212-0740.

Regionais: **AC** - Depto. de Economia/UFAC, C. Postal 128, CEP 69900, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134 (Reginaldo Fernando F. de Castela); **AL** - Depto. de Biologia/UFAL, Praça Afrânio Jorge s/nº, Prado, CEP 57010, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613, r. 08 (Fábio José C. Branco Costa); **AM** - Depto. de Ciências Agrônomicas/INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083, Manaus, AM, tel.: (092) 236-9733 (Hiroshi Noda); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação,

Colaboraram neste número: Maria Luiza X. de A. Borges (edição de texto); Rachel Valença, Edna Cavalcanti, Mirian da S. Cavalcanti e Constantino Kouzmin-Korovaeff (revisores); Sonia Regina P. Cardoso (pesquisa iconográfica); Edna de Assis Ferreira (bibliotecária); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistemas); Ildeu de Castro Moreira (editor).

Capa: Fotos de Wilhelm Barthloff.

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Lilha Cintra (Hospital das Clínicas/USP), B. Boris Vargaftig (Instituto Pasteur/França), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carlos M. Morel (Fundação Oswaldo Cruz), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Darcy Ribeiro (Instituto de Filosofia e Ciências Sociais/UFRRJ), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EMP), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Leopoldo Nachbin (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Maurício Mattos Peixoto (Academia Brasileira de Ciências), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moyses Nussenzevig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Centro de Lógica/Unicamp), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Pedro Malan (Departamento de Economia/PUC-RJ), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB), Warwick E. Kerr (Departamento de Biologia/UFMA).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31160, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lúcia Maciel, Luiz Martins, Margareth Marmori - ICC, Ala Sul, sobreloja 301, Asa Norte, Campus Universitário, UnB, CEP 70910, Brasília, DF, tel.: (061) 273-4780.

Sucursal Curitiba: Glaci Zancan, Myriam Regina del Vecchio de Lima - Rua Eurípedes Garcez do Nascimento, 430, CEP 80530, Curitiba, PR, tel.: (041) 233-8619.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcusch, Cristina Teixeira V. de Mello - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área II, Cidade Universitária, CEP 50739, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal Florianópolis: Walter Celso Lima, Vania Aparecida Mattoso - UFSC, C. Postal 476, CEP 88049, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 33-9594, telex: (482) 240.

Sucursal Porto Alegre: Gilberto Carvalho Ferraz - Travessa Luiz Engler s/nº, prédio 20, sala 09, Campus Central/UFRRGS, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (0512) 27-5529.

Sucursal São Carlos: José Albertino Rodrigues, José G. Tundisi, Dietrich Schiel, Yvonne P. Mascarenhas, Nelson Studart Filho, Carlos D'Alkaine, Angelo César Piasse - Coordenadoria de Divulgação Científica e Cultural, IFQSC/USP, Rua Nove de Julho, 1277, CEP 13560, São Carlos, SP, tel.: (0162) 72-4600.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Vera Rita Costa, Wilson Racy Jr., Carmen Lúcia Visconti Weingrill, Gláucio C. Lobbão - Av. Professor Luciano Gualberto, 374, Prédio da Antiga Reitoria, Cidade Universitária, USP, CEP 05508, São Paulo, SP, tels.: (011) 814-6656 ou 813-3222, r. 2713.

Sucursal Vale do Paraíba: João Steiner, Fabioli de Oliveira - Av. dos Astronautas, 1758, C. Postal 515, CEP 12201, São José dos Campos, SP, tel.: (0123) 22-9977, r. 593.

Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330. Neste endereço pode-se adquirir *Ciência Hoje* (preço sujeito a confirmação). Na sede de *Ciência Hoje*, pode-se adquirir ou assinar *Ciencia Hoy* (preço sujeito a confirmação).

Assinaturas para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea) e US\$ 50 (via superfície).

ISS-0101-8515. Distribuição em bancas: Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **Composição:** Renart Fotolito, Fotocomposição e Editora Ltda. **Fotolito:** Grafcolor Reproduções Gráficas Ltda. **Impressão:** Bloch Editores S.A.

Para a publicação desta revista contribuíram: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); VITAE Apoio à Cultura, Educação e Promoção; e Fundação Banco do Brasil. *Ciência Hoje* conta também com o apoio cultural do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC).

Publicidade: Álvaro Roberto S. Moraes - Av. Veneslau Brás, 71, fundos, casa 27, CEP 22290, Rio de Janeiro, RJ, tels.: 295-4846, 295-9443, telex: (21) 36952. FAX: (021) 541-5342.

Publicidade: Álvaro Roberto S. Moraes - Av. Veneslau Brás, 71, fundos, casa 27, CEP 22290, Rio de Janeiro, RJ, tels.: 295-4846, 295-9443, telex: (21) 36952. FAX: (021) 541-5342.

(Abrahan Benzaquen Sicus): **PI** - Depto. Biomédico/UFPI, Campus Universitário, CEP 64000, Teresina, PI, tels.: (086) 232-3913, 232-1729 (Manoel Chaves Filho); **RN** - Depto. de Informática e Matemática Aplicada/UFRRN, C. Postal 1527, CEP 58072, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 257 (Pedro Fernandes Maia); **RS** - Campus Central/UFRRGS, Prédio 20, Sala 9A, Travessa Luiz Engler s/nº, CEP 90040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Gilberto Ferraz Carvalho); **RJ** - Depto. de Engenharia Mecânica/PUC, Rua Marquês de São Vicente, 225, CEP 22453, Rio de Janeiro, RJ, tels.: (021) 259-5197, 529-9578 (Eloí Fernandez e Fernandez); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78900, Porto Velho, RO (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **SP** (subárea I) - Depto. Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 01051, São Paulo, SP, tel.: (011) 211-5008 ou 210-2122, r. 593 (José Pereira de Queiroz Neto); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 22-3087 ou 33-0011, r. 2251 (Aline Aparecida Pizzirani Kleiner); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Genética, Instituto de Biociências/UNESP, Campus Universitário, CEP 18610, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 229 (Romeu Cardoso Guimarães); **SP** (subárea III) - Depto. de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Rodovia Carlos Tonani, Km 05, CEP 14870, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000, r. 254/255 (Márcia Justino R. Mutton); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia/UFSC, Rua Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015, Florianópolis, SC, tels.: 22-4164, 33-9491 (Tereza Cristina M. de L. Nogueira); **Santa Maria** (seccional) - CPG Extensão Rural/UFMS, Campus Universitário, CEP 97100, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 235/2165 (Gustavo Martin Quesada); **SE** - Depto. de Serviço Social/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000, Aracaju, SE, tel.: 224-1331, r. 347 (Maria Helena S. Cruz); **Viçosa** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UFV, CEP 36570, Viçosa, MG, tel.: (031) 899-2512 (Lucio Antonio O. Campos).



**ALTO DESEMPENHO.
TECNOLOGIA AVANÇADA.
MAIOR DURABILIDADE.
COMBUSTÃO LIMPA.
ENERGIA RENOVÁVEL.**



**NUNCA UM COMBUSTÍVEL
LIMPO FOI TÃO LONGE
EM TÃO POUCO TEMPO.**

Em 1975, com o lançamento do Programa Nacional do Álcool, o Brasil tirava do papel e colocava em prática um de seus mais avançados e bem sucedidos projetos na área energética.

Centros de pesquisa, universidades, Governo, produtores e a indústria automobilística se aliavam para buscar no álcool, mais do que um combustível estratégico, uma prova de avanço e ganho tecnológico da ciência brasileira, que gerou um motor a álcool 19% melhor em desempenho, colocando o álcool nacional lado a lado com a tradicional gasolina. E ajudou o País a respirar melhor, com um combustível renovável e limpo por natureza porque, comprovadamente, reduziu a emissão de monóxido de carbono em 60% e de hidrocarbonetos em 40%.

É esta ciência, avançada e desenvolvida, que pode ser usada para movimentar veículos ainda mais pesados, como ônibus e caminhões, acrescentando novos benefícios ao meio ambiente.

Quem entende de energia sabe o que isso representa.

COPERSUCAR 

SISTEMA ESTADUAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA



A UNIÃO ENTRE OS INSTITUTOS DE PESQUISA E AS UNIVERSIDADES

O Governo do Estado de São Paulo, procurando resgatar a identidade dos Institutos de Pesquisa e objetivando a criação do Sistema Estadual de Ciência e Tecnologia, acaba de enviar à Assembléia Legislativa quatro projetos de Lei destinados a garantir aos 16 Institutos de Pesquisa integrantes da Administração Direta do Estado, e aos seus pesquisadores, condições de trabalho que os capacitem a acompanhar o ritmo dinâmico da ciência moderna.

São projetos que ampliam a autonomia dessas instituições, criam novos cargos para áreas carentes de pesquisadores e possibilitam a captação de mais recursos para execução dos programas de pesquisa.

Desta forma nossos cientistas poderão aprimorar, cada vez mais, a qualidade da pesquisa e da tecnologia brasileiras, gerando benefícios para a população.