

CIÊNCIAHOJE

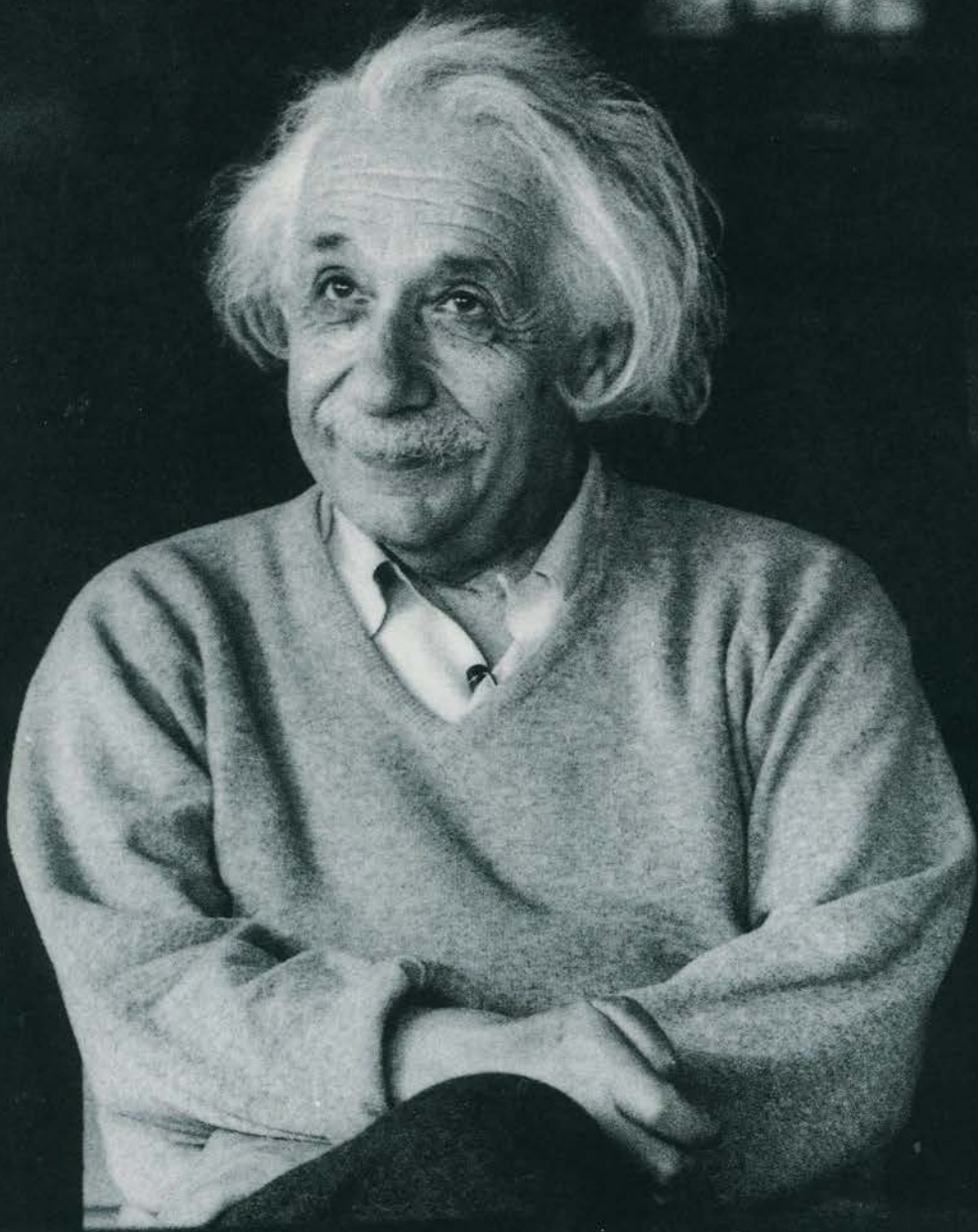
1969
**A desunião
dos militares**

**Teoria de Einstein
comprovada
no Ceará**

Mal de Alzheimer
**O ataque ao
cérebro**

*Mulheres
Cientistas*

PERFIL: CARMEN PORTINHO



**NINGUÉM
PRECISA TER Q.I. DE GÊNIO PARA
ENTENDER COMO É IMPORTANTE
APOIAR A CIÊNCIA.**



APOIAR A CIÊNCIA É GARANTIR O FUTURO.

ALARGAR OS HORIZONTES TECNOLÓGICOS DO PAÍS

Com a abertura do mercado, a indústria brasileira está desafiada a produzir bens a preços e qualidade competitivos em relação aos estrangeiros. Essa competição exigirá das empresas, para que sobrevivam e cresçam, investimentos em tecnologia e qualificação de técnicos e trabalhadores. E sobretudo capacidade de inovação. Para enfrentar essa batalha, é imperativo que haja intensa cooperação entre empresas e centros tecnológicos de universidades.

Se o desafio é dramático para as empresas de porte nacional, será questão de vida ou morte para as indústrias de caráter regional que se valem apenas do mercado local. Para essas empresas, será indispensável encontrar incentivos e formas de financiamento para a reconversão e a qualificação dos recursos humanos.

O mais grave, porém, é que o contexto geral do país não favorece essas grandes mudanças. O fim dos anos 80 e o início dos anos 90 assinalam significativa desaceleração do processo de capacitação tecnológica do Brasil, o que, em alguns setores, pode ter levado à perda absoluta da capacitação.

Estima-se que os gastos brasileiros em ciência e tecnologia sejam da ordem de 0,7% do PIB – percentual que provavelmente se reduziria à metade se adotássemos o critério internacional de P&D. Tais dispêndios são, entre 80 e 90%, de origem pública, e cerca de 80% desse montante constituem aportes da União, orientados principalmente a instituições de pesquisa e ensino. Assim, o declínio dos gastos federais no setor, especialmente a partir dos últimos anos da década passada, tem provocado a deterioração da capacidade de reprodução do sistema, que se expressa no sucateamento da infra-estrutura de C&T.

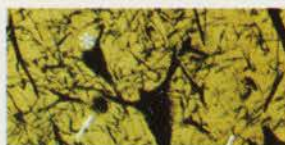
As empresas no Brasil tradicionalmente investem muito pouco em pesquisa. O Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (ver encarte *TeCHnologia*, em *Ciência Hoje* nº 104) mostra que, das 495 empresas que responderam ao quesito, 54% informaram nada ter investido nessa área em 1992. Entre as que investiram, 95% gastaram menos de 1% de seu faturamento. Dados qualitativos quanto ao comportamento tecnológico da empresa industrial brasileira sugerem que seus investimentos em tecnologia vão de um mínimo, ditado pela necessidade de atender exigências do mercado (adaptação de produtos, por exemplo), a um máximo, fixado pela própria dimensão da empresa. A crise dos anos 90 parece ter rebaixado esse 'máximo' pelo corte de pessoal e pela reorientação dos programas tecnológicos para fins mais imediatos e menos ambiciosos, como a redução de custos. A mesma orientação se revela na contratação de serviços, onde predominam as consultorias para gerenciamento, qualidade e *marketing*. Até os gastos com importação de tecnologia, da qual a indústria brasileira é estruturalmente dependente, sobretudo para atividades tecnológicas mais complexas, caíram drasticamente a partir dos anos 80, junto com o investimento industrial. Frise-se ainda a queda, nos últimos anos, dos gastos em tecnologia feitos pelos produtores de bens de capital e do complexo eletrônico, principais setores responsáveis pela geração e difusão do avanço técnico.

Nos anos 90, coerente com a abertura da economia brasileira às importações, o governo federal preferiu dar maior atenção às atividades tecnológicas relacionadas com a qualidade, abandonando os objetivos de capacitação que antes determinavam o rumo dos setores intensivos em tecnologia. Dentro desse espírito, adotou o Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade (PBPQ), que atribuiu o papel principal à demanda da iniciativa privada, estimulada pela concorrência. Claro que o aumento de qualidade e produtividade é imprescindível diante dos baixos níveis da indústria brasileira. Mas esse objetivo apenas não conduz ao essencial, isto é, à capacitação tecnológica no sentido da inovação, segundo o rigor dos novos paradigmas que exigem competência científica e técnica. Tudo isso reforça a percepção de que o Brasil optou por um horizonte tecnológico limitado, bisonho e inadequado aos novos tempos.

Incentivos fiscais e creditícios mudariam o quadro? Dificilmente. Os mecanismos existentes nesse campo têm sido relativamente pouco usados pelas empresas. Segundo dados do Boletim de Conjuntura do Instituto de Economia Industrial da UFRJ (vol. 15, nº 2), em 1994 os créditos contratados pela Finep não superaram US\$ 200 milhões e os desembolsos do sistema BNDES para tecnologia corresponderam a apenas US\$ 55 milhões. Os incentivos fiscais aprovados para o período 1994/96 não passavam de US\$ 70 milhões, envolvendo 11 projetos, com um total de investimentos de US\$ 236 milhões.

A eficácia desses instrumentos pode e deve ser bastante ampliada. Entretanto, mais do que conceder incentivos diretos aos investimentos privados em tecnologia, cabe ao Estado prover uma concepção da sociedade brasileira, bem como um clima seguro e convincente que propicie esses investimentos. A estabilidade econômica e a abertura às importações proporcionam apenas parte do contexto favorável aos investimentos em tecnologia. A falta de definições estratégicas, em termos gerais e setoriais, expressas através de uma perspectiva de toda a sociedade e de políticas de desenvolvimento industrial, agrícola etc., faz com que o horizonte de investimento dos empresários torne-se tão curto e incerto quanto o do próprio Estado.

Daí que as empresas acabam por privilegiar estratégias meramente oportunistas, imediatistas e defensivas. Em termos tecnológicos, essa orientação é fatal. Tende a eliminar os programas mais ambiciosos e dinâmicos, capazes de gerar grandes conquistas de mercado. Restringe a visão tecnológica das empresas a melhorias de qualidade e produtividade. Mesmo que necessárias, essas melhorias são absolutamente insuficientes para mobilizar os centros tecnológicos das universidades e, mais ainda, para integrar a economia brasileira na competição global.



EDITORIAL

CARTAS



TOME CIÊNCIA

Através da espectroscopia fotoacústica – método de fácil aplicação e baixo custo, que detecta a energia da luz absorvida pelas plantas – foi comprovado que as cores das plantas são determinadas por substâncias presentes em sua composição. Essa técnica é importante não só no estudo da absorção da energia luminosa como também nos processos biológicos que ocorrem nesses sistemas.

Por Cesar Amorim de Moraes e Rosemary Sanches.

UM MUNDO DE CIÊNCIA

No estudo da formação das galáxias muitas questões ainda não foram respondidas. Na galáxia em que vivemos, por exemplo, as interrogações rondam a rapidez do colapso da forma inicial dessa galáxia, a espessura do disco que esse colapso produziu e a maneira como se formou a região central desse disco, denominado bojo.

Por Beatriz Barbuy.



1 RESENHA

14

- A nova edição de *Botânica econômica brasileira* de Carlos T. Rizzini e Walter B. Mors se dirige a todos que trabalham nas várias áreas da botânica e de biotecnologia vegetal, pois reúne informações científicas que abrangem tanto a descrição geográfica e a classificação do vegetal até a situação econômica dos produtos dele extraídos.
- Por Maria Aparecida Esquibel.

- O livro *Mulheres que ganharam o Prêmio Nobel em Ciências* de Sharon McGrayne analisa a luta de 14 mulheres para ingressar na carreira acadêmica ou em equipes de pesquisa. A autora registra detalhes curiosos e reveladores da crítica sutil de suas personagens como usar provetas para servir champanhe em festas comemorativas.
- Por Mariza Corrêa.

10 1969: as fraquezas de uma ditadura

18

- João Roberto Martins Filho
- Os agitados e nervosos meses de 1969, fase crucial em que se definiram os rumos da ditadura militar e a feição política do Brasil nos anos seguintes, ficaram esquecidos entre os acontecimentos de 1968 e o período posterior ao AI-5.
- Vistos de longe, porém, aqueles meses revelam o quanto era frágil a idéia de coesão que a ditadura militar impunha ao país.

A prova cearense das teorias de Einstein 24

- Jean Einsenstaedt e Antonio Augusto Passos Videira
- Para comprovar a teoria da Relatividade Geral de Einstein, os astrônomos teriam que fotografar as estrelas próximas do sol durante um eclipse total e comparar suas posições nessa situação e em fotografias tiradas à noite. Essas fotos foram conseguidas em 1919 na cidade cearense de Sobral.



Mal de Alzheimer: o ataque de proteínas às células do cérebro

Ricardo B. Maccioni e Paula Rodrigues

Cerca de 10 a 20% da população com mais de 65 anos é afetada pelo mal de Alzheimer, doença que provoca perda progressiva da memória e de outras funções cognitivas e para a qual ainda não existe um tratamento eficiente. Pesquisadores da área de medicina molecular procuram conhecer os mecanismos do mal de Alzheimer para desenvolver novas possibilidades de tratamento.

DOCUMENTO

Em países do Terceiro Mundo a participação das mulheres na pesquisa científica é mínima. Em contrapartida elas são maioria em áreas consideradas femininas. Este ano, várias mulheres se reuniram na IV Conferência Mundial de Mulheres, em Pequim, e aprovaram uma 'plataforma de ação' para assegurar sua plena participação nos processos decisórios. Por Fanny Tabak.

PERFIL

Carmen Portinho foi a terceira mulher a se formar engenheira civil na Escola Politécnica da antiga Universidade do Brasil, numa época em que os estudos técnicos eram menosprezados e o acesso feminino ao ensino superior, uma raridade. Recém-formada, engajou-se em duas frentes de luta: a da conquista dos direitos civis e políticos e a do reconhecimento profissional para as mulheres.

Capa: reprodução de detalhe do quadro *A Medicina*, de Gustav Klimt

34 : É BOM SABER

A nova concepção dos Satélites de Sensoriamento Remoto (SSR) mudará a órbita, o sensor e o sistema de transmissão de dados nos trabalhos de coleta de imagens do território brasileiro. Fabricados pelo Brasil, esses satélites fotografarão as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Por Bernardo Friedrich Theodor Rudorff, José Carlos Neves Epiphanyo, Yosio Edemir Shimabukuro, Otávio Luiz Bogossian e Thelma Krug.



40

O crescimento da violência em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo não apenas reduz a qualidade de vida como revela a degradação da estrutura institucional. A indicação de que os índices de mortalidade violenta estão vinculados mais à degradação das condições institucionais e menos a fatores sociais traz um desafio para os que se preocupam com a vida, em especial a dos jovens. Por Alba Zaluar, Ceres Albuquerque e José de Carvalho Noronha.

CIÊNCIA EM DIA

69

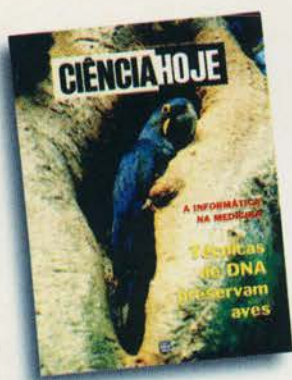
48



CH • SERVIÇOS

75

• Relatório de avaliação da Capes - 3ª parte.
• Atualização e correção de dados sobre Sociedades e Publicações Científicas brasileiras.



DNA de aves

Gostaria de parabenizar toda a equipe de CH pelo excelente trabalho que realizou em relação ao nosso manuscrito que foi publicado no nº 111 sob o título "Usando técnicas de DNA para preservar aves em extinção" e destacar, em particular, a atuação do jornalista Itamar Cavalcante, que soube, sem nenhuma ajuda de nossa parte, transcrever fielmente o conteúdo do original para uma linguagem mais compatível com os padrões dessa conceituada revista. *Profª. Anita Wajntal, Instituto de Biociências, USP, São Paulo.*

Reciclagem

Ficamos muito satisfeitos com a divulgação do trabalho do USP-RECICLA nesta conceituada revista ("USP declara guerra ao lixo", nº 111). Temos, contudo, alguns esclarecimentos a dar: 1) O objetivo primordial do projeto, da pedagogia à tecnologia, essencialmente educativo, é a minimização de resíduos dentro da Universidade. O artigo cita nossa preocupação em "reverter a cultura do desperdício", mas

simplifica um pouco o trabalho ao afirmar que "... a equipe responsável ensina como selecionar papel...". Durante esses encontros são abordados vários temas, como destinação e acondicionamento de lixo, origem de materiais, consumo e desperdício, reciclagem e compostagem, e discutidas práticas de minimização de resíduos, tanto no ambiente de trabalho como em casa. 2) Não é do interesse do Projeto arrecadar cada vez mais papel ou aumentar o "retorno financeiro" com a venda deste para indústrias recicladoras. Queremos, sim, diminuir a quantidade de lixo e também de papel coletado seletivamente, o que indicará uma efetiva redução no desperdício. 3) A foto com legendas de "bota-fora" ilustra, na verdade, os papéis enfardados na Central de Materiais para Reciclagem no campus da USP/SP. *Prof. Ruy Laurenti, Coordenador Acadêmico do USP-RECICLA, São Paulo.*

Ainda aborto

Gastar dinheiro com as sandices de um senhor que se diz presidente da Associação dos Dirigentes Cristãos de Empresas é jogar dinheiro fora. Negar a existência de correntes conservadoras dentro da Igreja Católica é desconhecer a atuação do atual Papa polonês. Essa questão de aborto, em nosso meio, é uma questão de dinheiro. A rica pode fazer o aborto com

toda segurança e conforto. Já as pobres têm que fazer de qualquer maneira e às vezes morrem. Para terminar, pergunto: O que é que Cristo tem a ver com a direção de empresas? *Mario B. Aragão, pesquisador aposentado da Fiocruz, Rio de Janeiro.*

Assinatura difícil

Tive grandes dificuldades para renovar minha assinatura de CH. Ao chegar ao prédio da antiga reitoria da USP, procurei alguém que me informasse em qual andar está a sede das revistas CH e CH das Crianças. Deram-me duas possibilidades (4º ou 5º andar). Depois de procurar, achei. Aí surgiu uma nova dúvida: qual a sala? Não há uma indicação de onde seria. Muito menos, e mais grave, do horário de atendimento ou telefone para contato.

Acredito que o Departamento de Marketing não deva ser conivente com tal atendimento. A sensação é de desleixo! (...) Só consegui renovar a assinatura, por acaso, na Bienal. Gostaria de ressaltar que eu e provavelmente muitos assinantes fomos responsáveis por várias outras assinaturas. Como professor, tenho indicado e utilizado diversos textos da revista para os alunos.

Espero que revejam esses procedimentos, especialmente tratando-se de uma cidade como São Paulo, que, garanto, poderia dar grande número

de assinantes. Creio ser necessário chegar mais próximo do leitor, mantendo um maior diálogo e oferecendo mais vantagens. *Professor Claudio R. Braghini, São Paulo, SP.*

Estamos empenhados em melhorar cada vez mais nosso atendimento aos assinantes. Esta é uma questão de fundamental importância para nós. Quanto a seu caso, especificamente, consultamos a coordenadora da sucursal de São Paulo, Vera Rita Costa, que respondeu o seguinte: "Estamos submetidos às normas de "orientação visual" da Prefeitura do campus da USP, e por isso não podemos colar cartazes nas paredes. Essas normas limitam nossa identificação de nossa sede na USP a uma placa indicativa no andar térreo, ao lado do elevador, e outra na nossa porta, da qual consta o horário de funcionamento e o número do nosso FAX. Acontece que no último mês de agosto as placas foram retiradas temporariamente, em função da reforma no prédio, o que inclui pintura nas paredes e portas do andar em que estamos instalados. Atribuímos as dificuldades pelas quais o Prof. Braghini passou à coincidência de sua busca e dessas obras. Em outro momento, ele teria sido recebido com a atenção que merece."

Irrigação

Sou engenheiro agrônomo formado pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró (RN) e faço doutorado em irrigação e drenagem a UNESP. Foi publicada em *Ciência Hoje* nº 110, no suplemento de Tecnologia, uma reportagem intitulada 'Gás carbônico em irrigação', da autoria dos srs. Pedro Loureiro Durão e Alexandre C. Galvão, do Centro Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Liquid Carbonic Ind. S/A. Achei tão interessante o processo de fertilização carbônica que gostaria que me colocassem em contato com eles, para maiores informações. *Maristêlio da Cruz Costa, Piracicaba (SP).*

Solicito a gentileza de fornecer-nos o endereço do Centro Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento da Liquid Carbonic Ind. S.A., responsável pela matéria 'Gás carbônico em irrigação', publicada no suplemento desta revista, nº 110. *Prof. Jacinto de Assunção Carvalho, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos (RJ).*

O escritório da Liquid Carbonic fica na avenida Rio Branco, 57, 13º andar, CEP 20.090-004, RJ. O Centro Internacional de Pesquisa e Desenvolvimento fica na rua Guianas, 80, Campos Elíseos, CEP 25225-170, RJ, telefones 776-1192

e 776-2437. O Diretor de Desenvolvimento Tecnológico é o sr. Mauro Saddy.

Educação Física

Sou professor universitário, com curso de licenciatura em Educação Física pela UNESP-Rio Claro e mestrado em Filosofia da Educação pela UNIMEP. Tenho trabalhos publicados em anais de simpósios e congressos, e gostaria de receber informações sobre os critérios para publicação de artigos em *Ciência Hoje*. Meus trabalhos tratam da agressividade numa visão interdisciplinar e em relação ao desempenho esportivo. *Prof. Fernando Balbino, Jundiá (SP).*

As instruções para autores estão seguindo pelo correio. *Aguarde.*

Ebola

Sou leitora assídua desta revista. Venho solicitar-lhes informações atualizadas sobre o vírus ebola e, se possível, endereços de profissionais ligados ao assunto. O objetivo é um projeto a ser apresentado na XIII Feira de Ciências do Colégio Marista de Maceió. *Ligia Lipinski Figueiredo, Maceió (AL).*

Recentemente publicamos um artigo, de autoria do jornalista Cássio Leite Vieira, sobre a família dos supervírus, à qual pertence o ebola ('Ebola à brasileira', *Ciência Hoje*, nº 111).

Crítica

Estou fazendo uma assinatura de *Ciência Hoje*: adoro a revista e a comprava nas bancas, mas atualmente essa importante revista sumiu das bancas aqui em Brasília.

Gostaria que vocês abordassem com mais destaque temas referentes a sociologia, antropologia, astronomia, informática e política internacional. A SBPC desempenhou um excelente papel de crítica ao regime militar e contra o autoritarismo, mas peço críticas mais contundentes ao atual governo e a essa perversa distribuição de riquezas em nossa nação. *Paulo Roberto Vieira, Samambaia, DF.*

Se você leu os últimos números, viu que recentemente publicamos diversos artigos sobre política internacional (os 50 anos do fim da II Guerra Mundial, a bomba de Hiroshima, a guerra da Bósnia etc.). Os outros temas se revezam sempre em nossa revista, e em breve sairão dois excelentes artigos sobre astronomia e informática. Quanto à crítica, ela nunca deixou de estar presente em nossas páginas, sempre que necessário. Veja a ênfase que damos à educação e o número especial que publicamos sobre a fome e a reforma agrária.

Elogios

Venho parabenizá-los pela alta qualidade e desempenho de sua revista, que admiro muito por seu

conteúdo superinteressante. Ao longo dos anos, venho acompanhando os assuntos publicados e cada vez me impressiona mais a qualidade da revista, que torna o produto final uma obra de arte fantástica. *Marcos José Felisberto, Santa Bárbara (MG).*

Caros amigos desta magnífica revista que tanto vem contribuindo para o aperfeiçoamento técnico-científico da sociedade brasileira: quero parabenizá-los pela qualidade do material e das pesquisas contidas nessa revista. Estou solicitando informações para que possa obtê-la, pois a dificuldade é grande aqui na minha cidade. *João Ferreira Damião, Camudos (BA).*

Obrigado pelos elogios. Ao leitor João Ferreira Damião, informamos que já seguiu pelo correio a ficha para pedido de assinatura. É só preencher e nos devolver, conforme as instruções.

Correção

O Parque do Varvito de Itu, em São Paulo, citado como "em instalação" no artigo 'Geleiras no Brasil', publicado em *Ciência Hoje* nº 112, já havia sido inaugurado no mês da edição. No mesmo artigo, a legenda da figura 5 ficou truncada. A legenda correta é: "Perfil de geleira escavando vale glacial em forma de U".

UM JEITO DE 'OUVIR' AS CORES DA NATUREZA

As cores de folhas e flores das plantas são determinadas por substâncias – os pigmentos – presentes em sua composição bioquímica, que absorvem determinadas faixas da luz visível e refletem o restante. O colorido que vemos é a luz refletida, que apresenta uma coloração complementar à absorvida pela planta. Com a utilização da espectroscopia fotoacústica, técnica que detecta a energia da luz absorvida por amostras que podem ser opacas, é possível identificar esses pigmentos sem a necessidade de sua extração.

Cesar Amorim de Moraes e **Rosemary Sanches**, do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, comprovaram que essa técnica, de fácil aplicação e baixo custo, é importante no estudo da absorção da energia luminosa pelas plantas, e pode ser aplicada em estudos de vários processos biológicos que ocorrem nesses sistemas.

A multiplicidade de cores dos objetos, substâncias e seres vivos, que encanta o olho humano e inspira artistas há milênios, só ganhou sua primeira explicação científica no século XVII, através de Sir Isaac Newton. Estudando o espectro obtido com a passagem de um raio luminoso por um prisma, o físico inglês concluiu – acertadamente – que as cores eram determinadas por diferenças na absorção da luz.

Para entender esse processo é preciso lembrar que a luz branca, como a luz do Sol ou das lâmpadas comuns, é na verdade a mistura de todas as cores possíveis. Se uma dessas cores é removida da luz branca (ou seja, é absorvida por um

objeto), a luz restante (refletida por esse objeto e vista pelo olho humano) adquire uma coloração complementar à removida. Quando, por exemplo, a luz alaranjada é filtrada da luz branca, a luz resultante mostra uma tonalidade azul. Da mesma forma, quando a luz azul é absorvida, a luz refletida tem coloração alaranjada. A todas as cores do espectro da luz, portanto, estão relacionadas cores complementares (figura 1).

As cores presentes na luz podem ser identificadas também por seus diferentes comprimentos de onda, propriedade física que permite medir sua energia. Quanto menor o comprimento de onda, que pode ser expresso em nanômetros ($1 \text{ nm} = 10^{-9}$ metros), maior é a energia. Quando um objeto ou uma substância absorvem luz, utilizam a energia desta para passar de um estado de menor energia para outro de maior energia. Uma característica das substâncias coloridas é que elas só podem absorver luz de certos comprimentos de onda. Se a diferença de energia entre os estados inicial e final é mínima, a substância absorveu a luz carmim, a de menor energia (e maior comprimento de onda). Sob luz incidente branca, a luz refletida

por essa substância será verde. Se uma substância precisa absorver muita energia para mudar para outro estado, então ela absorve somente luz de comprimento de onda curto (cor roxa), que corresponde a maior energia. Nesse caso, a luz refletida será verde-amarelada. O verde apresenta uma condição interessante na escala das cores, pois é a cor complementar tanto do carmim quanto do roxo. Portanto, é refletida na absorção da luz de mais baixa energia e da luz de mais alta energia, ou de ambas.

O COLORIDO DAS PLANTAS

Muitas das cores que vemos nas plantas dependem da presença, em folhas e em pétalas de flores, de moléculas de substâncias denominadas pigmentos (em alguns casos, a estrutura do tecido das pétalas causa um espalhamento favorável da cor azul, mesmo fenômeno que dá cor ao céu). A mudança da cor das folhas de diversas espécies de plantas, no outono, acontece exatamente em função de alterações nesses pigmentos. A maior parte das colorações amarelas e alaranjadas presentes na natureza está relacionada aos carotenóides, uma classe de moléculas formadas por uma ca-

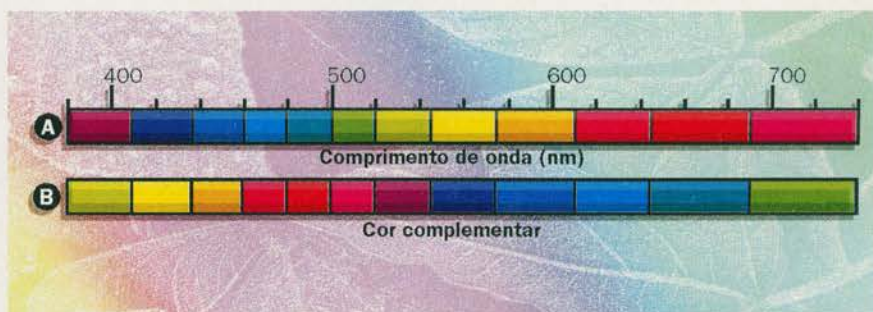


Figura 1. Escala de cores (A), relacionadas a seus comprimentos de onda (expressos em nanômetros), com a respectiva escala de cores complementares (B).

deia em que se alternam ligações simples e duplas. Um exemplo é o beta-caroteno (figura 2-A), que ao absorver luz na faixa do azul dá à cenoura a sua coloração alaranjada. A cor da parte central da cenoura, mais amarelada, resulta da xantofila, uma forma ligeiramente oxidada do caroteno.

Os carotenóides também são encontrados nas folhas de diversas plantas, mas sua presença é encoberta pela grande quantidade de outro pigmento, a clorofila. A molécula de clorofila (figura 2-B) é o pigmento que, ao absorver luz nas faixas do carmim e do roxo, reflete a cor verde que vemos nas folhas. A energia absorvida pela clorofila através da luz é utilizada no processo de fotossíntese, no qual o dióxido de carbono e a água se combinam para formar carboidratos, que têm papéis estrutural e nutricional nas plantas.

Outra classe de pigmentos é composta pelos flavonóides, presentes em folhas e pétalas e principais responsáveis pela variada coloração das flores. Já foram caracterizados quimicamente mais de três mil flavonóides, divididos em subclasses como as *antocianidinas* e os *flavonóis*. Além da classificação química básica, os flavonóides podem sofrer, durante sua síntese, modificações como hidroxilação, metilação ou glicosação, que alteram a maneira como absorvem luz. Essa enorme diversidade de pigmentos, aliada às combinações geradas pela presença simultânea de diferentes pigmentos nas várias partes das plantas, explica a infinita variedade de cores encontrada na natureza.

As antocianidinas são responsáveis pela maior parte das cores vermelha, roxa e azul que vemos nas flores. Os três pigmentos principais dessa subclasse são a pelargonidina (que reflete luz vermelha), a cianidina (que reflete luz carmim) e a delphinidina (que reflete luz roxo-azulada – figura 2-C). A acidez do meio em que se encontram as antocianidinas também pode influir na co-

loração que refletem.

Além das antocianidinas, várias espécies de plantas possuem em suas flores os flavonóis (figura 2-D), pigmentos que absorvem somente luz ultravioleta (com comprimento de onda menor que 380 nm), e por isso não apresentam aos olhos humanos uma das cores do espectro – têm aparência branca ou creme. No entanto, tais pigmentos podem formar complexos com antocianidinas e com íons metálicos, gerando outros pigmentos, encontrados em algumas flores azuis. No outono, junto com a decomposição da clorofila, os flavonóis são convertidos a antocianidinas, contribuindo para a coloração fantástica da estação.

As plantas produzem esses pigmentos por diversas razões. Gerado principalmente pelas antocianidinas, o belo colorido das flores, por exemplo, age como

estímulo visual para atrair insetos polinizadores, que garantirão a reprodução e a sobrevivência das espécies vegetais. Já os flavonóis, por absorverem muito da radiação ultravioleta presente na luz do sol, funcionam como um protetor solar, evitando danos ao DNA das plantas.

COMO OUVIR AS CORES

Se a cor das substâncias depende da energia luminosa que elas absorvem, é possível identificar os pigmentos de cada planta obtendo-se seu espectro de absorção, ou seja, determinando-se, entre todas as cores de luz possíveis, quais as absorvidas pela planta. A maneira usual é detectar a luz transmitida através da substância (um líquido, por exemplo). Se a luz transmitida, em um certo comprimento de onda, for menos intensa que a luz incidente sobre a amostra, então houve absorção de luz. Nesse

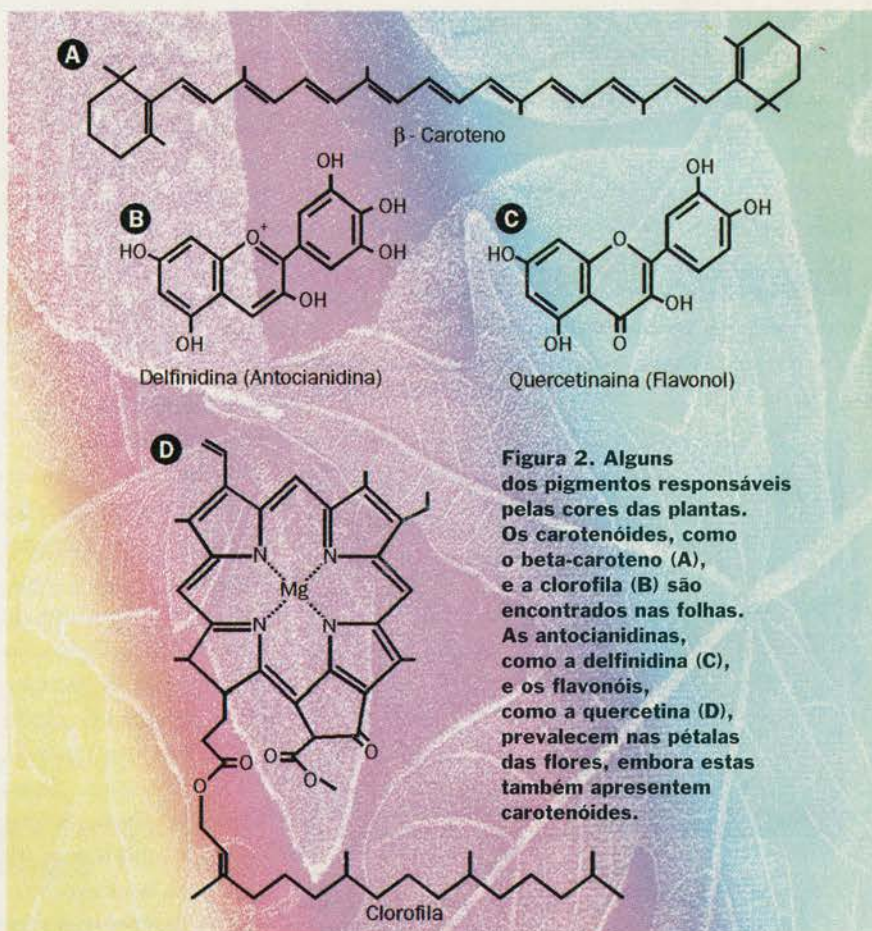


Figura 2. Alguns dos pigmentos responsáveis pelas cores das plantas. Os carotenóides, como o beta-caroteno (A), e a clorofila (B) são encontrados nas folhas. As antocianidinas, como a delphinidina (C), e os flavonóis, como a quercetina (D), prevalecem nas pétalas das flores, embora estas também apresentem carotenóides.

caso, o espectro de absorção mostra um pico para aquele valor de comprimento de onda.

No caso de folhas e flores, entretanto, não é possível detectar a luz transmitida através das amostras, pois elas são opacas. Mas uma técnica diferente, denominada 'espectroscopia fotoacústica', permite determinar o espectro de absorção dessas amostras, e também de amostras não-opacas, pois detecta um sinal acústico e não-ótico. Nessa técnica, a amostra é colocada em um compartimento bem isolado acusticamente e conectado a um microfone sensível (figura 3). Quando essa amostra se aquece, ao absorver luz, o calor é em parte transferido para o ar confinado no compartimento e pro-

Figura 3. Esquema da câmara onde é colocada a amostra para a espectroscopia fotoacústica. Se houver absorção da luz incidente, um sinal será detectado no microfone, obtendo-se dessa forma o espectro de absorção de uma amostra opaca.

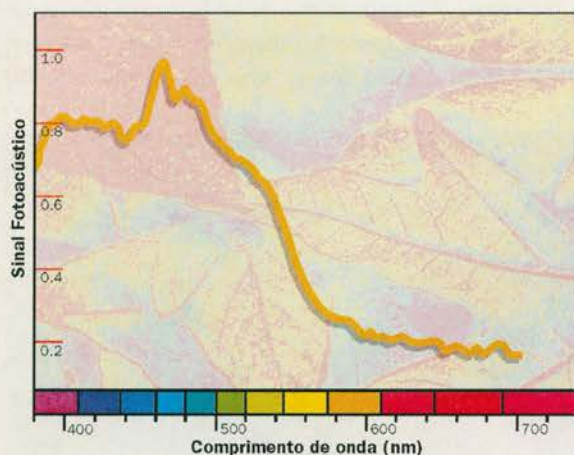
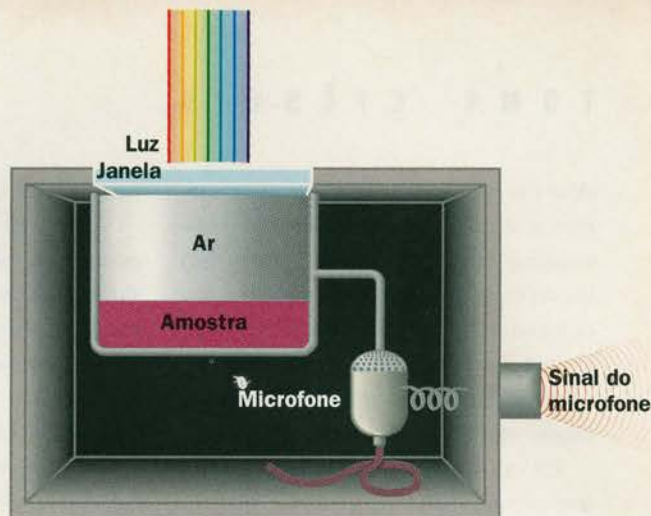


Figura 4. Espectro de absorção obtido de cenoura ralada.

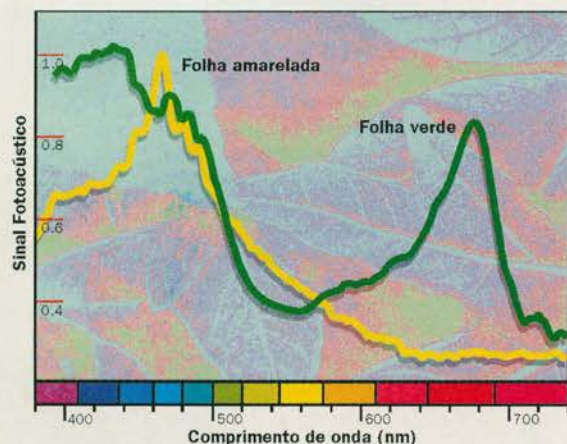


Figura 5. Espectros de absorção obtidos de pedaços de folha verde e de folha amarelada.

voca uma pequena variação de pressão, imediatamente detectada pelo microfone.

O que se faz, então, é incidir luz de diferentes cores na amostra, em condições controladas, e observar quais dessas cores produzem um sinal no microfone, indicando que houve absorção de luz pela amostra. Essa técnica, que tem sido amplamente utilizada no estudo de gases, líquidos e sólidos, pode fornecer, além dos parâmetros óticos das amostras, também os parâmetros térmicos, já que o sinal detectado depende da propagação da onda térmica dentro da amostra.

A DIVERSIDADE DOS PIGMENTOS

Com a técnica da espectroscopia fotoacústica foram obtidos, no Departamento de Física e Informática, do Instituto de Física de São Carlos, da Universidade de São Paulo, os espectros de absorção da cenoura (figura 4), de folhas verdes (figura 5) e de pétalas de violetas de cores diferentes (figura 6-A). No caso da cenoura, são observados pi-

cos na faixa de 450 a 500 nm, que corresponde à tonalidade de azul. Tais picos indicam a presença de carotenóides, que absorvem a luz azulada e refletem a luz alaranjada que a cenoura apresenta aos nossos olhos.

No espectro da folha, além dos picos característicos dos carotenóides, podem ser vistos ainda picos em torno de 410 e 670 nm, que correspondem respectivamente às tonalidades roxa e carmim e indicam a presença de clorofila. A absorção de luz por esse pigmento, muito intensa, mascara as outras cores, como o alaranjado refletido pelos carotenóides, e faz com que a folha apresente cor verde. No outono, porém, ao ser acionado o mecanismo biológico de troca das folhas, a molécula de clorofila se decompõe e o caroteno pode exibir a sua coloração.

Para as pétalas de violetas, os espectros de absorção são mais complexos, apresentando, além dos picos característicos dos carotenóides, vários outros, devidos aos pigmentos antocianídicos. Para identificar melhor as diferenças nos pigmentos encontrados nas pétalas rosa e roxa, o espectro da pétala rosa foi subtraído do espectro da pétala roxa (figura 6-B), deixando claro que esta tem uma absorção muito maior na região de 500 a 640 nm (abrangendo faixas que vão do verde ao alaranjado, passando pelo amarelo). O pigmento responsável por essa absorção é a delfinidina, que reflete cores entre o roxo e o azul (com-

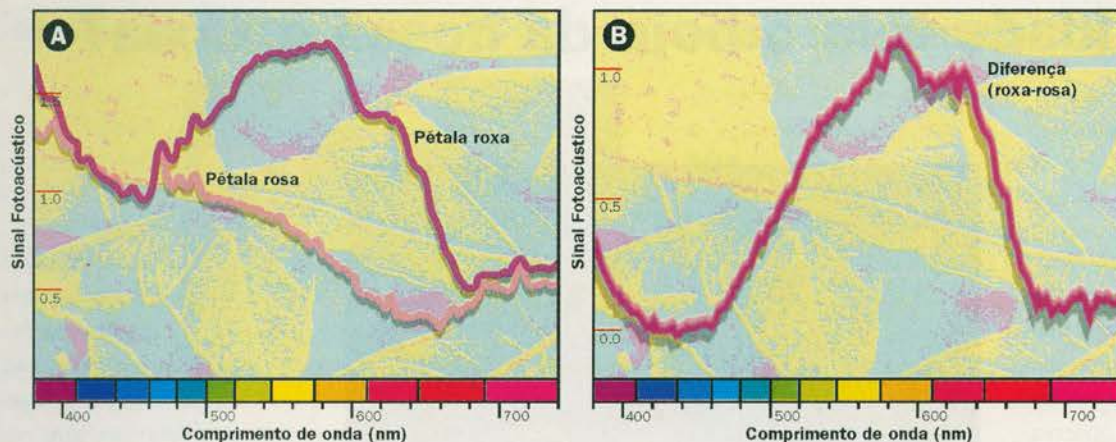


Figura 6. Espectros de absorção obtidos de pétalas de violetas de cores roxa e rosa (A) e diferença entre os dois espectros (B).

plementares às faixas absorvidas). Nas duas pétalas, há também evidências de absorção de luz na faixa do ultravioleta (abaixo de 380 nm), indicando a presença de flavonóis.

OUTRAS APLICAÇÕES

O estudo dos pigmentos vegetais através da espectroscopia fotoacústica permite apontar que a introdução dessa técnica pode ser de grande utilidade em numerosas áreas de pesquisa. A possi-

bilidade de aplicação a uma grande variedade de amostras (em forma de pó, filme, solução ou outras), a grande facilidade na aquisição dos dados e o baixo custo do equipamento são fatores que tornam a espectroscopia fotoacústica acessível à grande maioria dos centros de pesquisa.

Talvez o interesse maior dessa técnica esteja na possibilidade de fazer as medições em sistemas *in vivo*. No caso das plantas, não é necessário retirar um pe-

daço da planta, já que a câmara fotoacústica pode ser montada diretamente sobre uma folha ou uma flor, por exemplo. Isso permite que a integridade dos pigmentos seja relacionada com vários processos, biológicos ou artificiais, como a desidratação, o aquecimento, o congelamento e o envelhecimento de plantas, produzindo informações que certamente terão utilidade nas diferentes áreas de pesquisa que envolvem o reino vegetal.

BOAS FESTAS

O presente deste Natal: uma assinatura de **Ciência Hoje**



Envie seu pedido para **CIÊNCIA HOJE**: Av. Venceslau Brás 71, fundos, casa 27 • Botafogo • Rio de Janeiro • CEP 22290-140. Anexe cheque/vale postal no valor de R\$ 60,00 (por 11 números) ou autorize o débito no seu cartão pelo telefone (021) 295-4846 ou 270-0548 • Fax: (021) 541-5342.

Que idade tem o bojo da nossa galáxia?

No estudo da formação das galáxias, um dos principais temas da astrofísica atual, muitas questões ainda não foram adequadamente respondidas. Um exemplo está na observação de que, em grandes conjuntos de galáxias, a razão entre a quantidade de galáxias elípticas e a de galáxias espirais é numericamente maior do que a mesma razão fora desses conjuntos, o que leva à hipótese de que uma galáxia elíptica se forma pela fusão de duas galáxias espirais. Em relação à formação da galáxia em que vivemos, as principais questões em debate dizem respeito à rapidez do colapso da forma inicial dessa galáxia, à espessura do *disco* que esse colapso produziu e à maneira como se formou a região central desse disco, denominada bojo.

Os três principais componentes da galáxia (figura 1) são o halo, região de baixa densidade de estrelas que conserva a forma esferoidal – a de esfera ligeiramente ‘achatada’ – que a galáxia tinha ao surgir; o disco, uma região circular e chata produzida pelo colapso do halo (esse disco concentra as estrelas jovens da galáxia, incluindo o Sol e seu sistema de planetas); e o bojo, região esferoidal situada no centro do disco.

Este trabalho apresenta resultados de estudos recentes

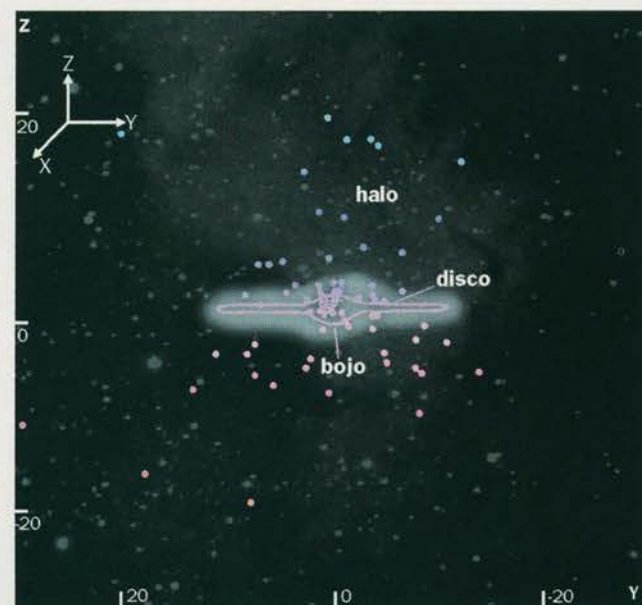


Figura 1. Esquema da galáxia em que vivemos, em duas dimensões (coordenadas Y e Z), com seus principais componentes: o halo, contendo aglomerados pobres em metais; o disco, contendo estrelas jovens (onde se encontra o Sol); e o bojo central, contendo aglomerados ricos em metais.

sobre a idade do bojo da galáxia em que vivemos e sobre as implicações dos resultados obtidos para os modelos existentes de formação dessa galáxia. O cálculo da idade do bojo da galáxia – resultados publicados na revista *Nature** – foi efetuado com base em imagens de aglomerados de estrelas obtidas através do Telescópio Espacial Hubble. Tais aglomerados contêm entre 100 mil e um milhão de estrelas, todas situadas a uma mesma distância da Terra e com essencialmente a mesma composição química e a mesma idade.

Há duas hipóteses diferentes para explicar a formação do bojo: uma diz que, no início da vida da galáxia, a preci-

pitação de material tornou a região central desta mais e mais densa, provocando a formação de estrelas. Isso teria levado a explosões de supernovas, que rapidamente enriqueceram o gás inicial, ao formar novos elementos químicos, explicando a grande abundância de metais nas estrelas do bojo observadas hoje, embora tais estrelas tenham se formado já naquele início.

A hipótese mais recente afirma, a partir de evidências observacionais, que o bojo da galáxia é atravessado por uma ‘barra’ formada por gás e estrelas, situada no plano do disco. Simulações numéricas realizadas por N. Raha, J.A. Sellwood, R.A. James e F.D.

Kahn (*Nature* nº 352, 1991) mostraram que essas barras se formam facilmente em discos de galáxias espirais e são instáveis, pois as estrelas que as formam adquirem altas velocidades, deslocando-se perpendicularmente ao plano do disco, o que poderia ‘dissolver’ a barra (pelo afastamento das estrelas), mas poderia também gerar a forma esferoidal do bojo (pela expansão da barra). Nesse caso, as estrelas do bojo da galáxia não seriam estrelas do disco e teriam se formado alguns bilhões de anos após as estrelas descritas na primeira hipótese.

Na astrofísica, a idade das estrelas é calculada a partir de algumas características dos aglomerados de estrelas. Esses objetos constituem, portanto, excelentes ‘laboratórios’ para estudo da evolução estelar, permitindo determinar a idade de diferentes componentes da galáxia (no halo e no bojo, que contêm aglomerados velhos). O instrumento básico para esse cálculo é o diagrama de Hertzsprung-Russel (H-R): um gráfico em que as estrelas são posicionadas segundo suas luminosidades (ou magnitudes), em um dos eixos, e segundo suas temperaturas (ou cores), no outro, permitindo determinar o estágio evolutivo de cada uma delas. O diagrama H-R de aglomerados de

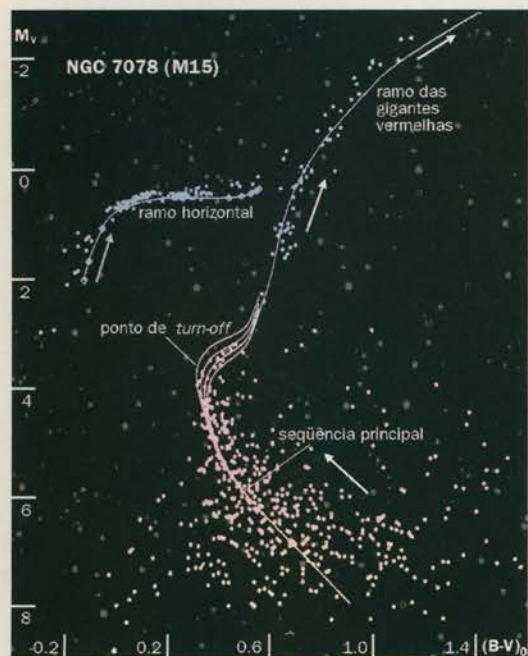


Figura 2. Diagrama H-R do aglomerado M15, do halo, publicado por G.G. Fahlman, H.B. Richer e D.A. Vandenberg (*The Astrophysical Journal Supplement Series* nº 58, 1985). As setas indicam o sentido em que uma estrela evolui, e as linhas diferentes, junto ao ponto de turn-off, representam (da esquerda para a direita) os cálculos de evolução estelar para 12, 14, 16 e 18 bilhões de anos.

estrelas apresenta pontos distribuídos por todos os estágios, já que as estrelas de cada aglomerado situam-se em diferentes etapas de evolução, embora tenham basicamente a mesma idade. Essa aparente contradição ocorre porque todas as estrelas de um aglomerado 'nasceram' na mesma época, mas com massas diferentes, e a rapidez com que evoluem depende da massa: quanto menor a massa, mais lenta é a evolução.

A trajetória evolutiva de uma estrela (figura 2) inclui diversas fases. Na primeira, uma proto-estrela torna-se uma estrela ao entrar na 'sequência principal', queimando hidrogênio (H) para produzir hélio (He), até que seu núcleo tenha aproximadamente 10% de hélio (percentual conhecido como limite de Schemberg-Chandrasekhar). O limite máximo dessa fase, quando a estrela torna-

se mais azul, é chamado de ponto de turn-off. Na segunda fase, a estrela expande-se e ao mesmo tempo esfria, tornando-se uma gigante vermelha, enquanto continua a queimar hidrogênio em suas camadas. Na terceira fase, o núcleo da estrela entra em degeneração. Os gases, nessa condição, não obedecem à lei que estabelece a proporção entre pressão, volume e temperatura – a pressão cresce sem causar aumento de volume, o que faz a temperatura do núcleo subir até o nível em que ocorre a ignição do hélio. Daí em diante, a temperatura interna sobe rapidamente e a estrela evolui no 'ramo horizontal', transformando hélio em carbono (C) no seu interior. As fases posteriores dependem da massa da estrela: as de alta massa passam por outras etapas de nucleossíntese – queimas de carbono, neônio (Ne), oxigê-

nio (O) e silício (Si) – e as de baixa massa passam por uma etapa de nebulosa planetária e finalmente acabam como anãs brancas.

Hoje, é possível calcular a evolução estelar, reproduzindo-a em computador com o uso de vários 'ingredientes': dados de nucleossíntese, equações hidrodinâmicas que descrevem o comportamento do material estelar, equações de transporte de energia do centro ao bordo e outras informações. Após realizar esse cálculo para um conjunto de estrelas com determinada quantidade de metais e com diferentes idades, monta-se um diagrama H-R teórico. Comparando esse resultado teórico com o diagrama H-R observado para um aglomerado de estrelas real, deduz-se a idade desse aglomerado. A comparação, por exemplo, do diagrama H-R do aglomerado M15 com os cálculos de evolução estelar indica que aquele grupo de estrelas tem cerca de 16 bilhões de anos. Em geral, todos os aglomerados do halo, pobres em metais, mostram essa mesma idade.

Observar aglomerados do bojo da galáxia, porém, é muito mais difícil do que observar aglomerados do halo, em função da enorme quantidade de grãos de 'poeira' existente no espaço entre as estrelas, que se adensa em direção ao centro da galáxia, reduzindo acentuadamente a luz das estrelas ali situadas. A alta concentração de estrelas na direção do bojo – com aglomerados diferentes se

sobrepondo – também atrapalha a observação.

O uso do Telescópio Espacial Hubble para obter as imagens necessárias ao cálculo da idade do bojo da galáxia havia sido aprovado em 1990, mas a descoberta de defeitos no espelho desse telescópio, após seu lançamento no espaço, adiou o trabalho. Em fevereiro de 1994, após a instalação de equipamentos corretivos (por astronautas, em dezembro de 1993), as observações foram realizadas. Após o tratamento das imagens, foi possível construir diagramas H-R dos aglomerados do bojo NGC 6528 e NGC 6553 (figura 3). Além da autora, participaram do trabalho Sergio Ortolani (Universidade de Padova, Itália), Alvio Renzini e Gianni Marconi (Universidade de Bologna, Itália), Ro-

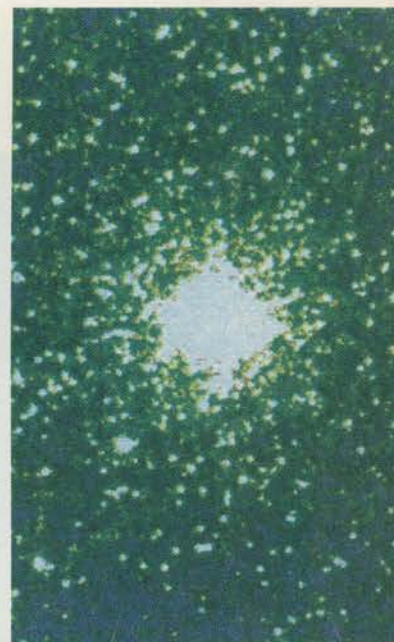


Figura 3. Imagem do aglomerado NGC 6528, do bojo, situado em região bastante próxima do centro da galáxia.

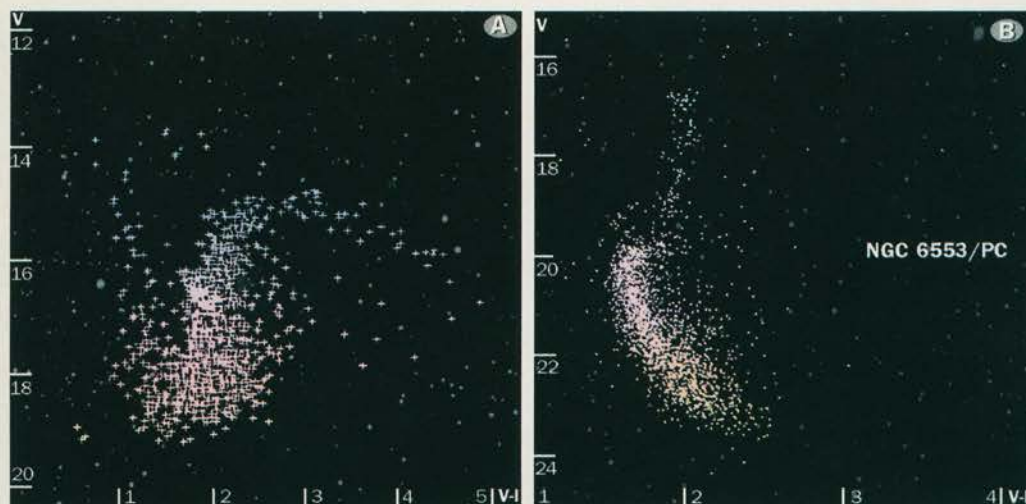


Figura 4. Diagramas H-R do aglomerado NGC 6553, do bojo, obtidos a partir de observações com o telescópio do European Southern Observatory (A), com *seeing* de um segundo de arco, e com o Telescópio Espacial Hubble (B), com *seeing* de 0,1 segundo de arco. A distorção da atmosfera terrestre é responsável pela imprecisão dos pontos em A e pela diferença na magnitude (V) máxima das estrelas observadas ($V \approx 19$ em A e $V \approx 23,5$ em B). Quanto maior a magnitude, mais fraca é a estrela. No diagrama B, as estrelas mais brilhantes (V menor do que 17) mostraram-se saturadas na imagem e por isso estão ausentes.

berto Gilmozzi (Instituto do Telescópio Espacial, EUA), Eduardo Bica (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) e Michael Rich (University of Columbia, EUA).

A importância das imagens do Telescópio Espacial Hubble pode ser avaliada pela comparação (figura 4) com resultados obtidos com o telescópio do European Southern Observatory (ESO), instalado no Chile. A turbulên-

cia natural da atmosfera terrestre provoca distorção da imagem, conhecida como *seeing*, que dá a um objeto pontual aparência difusa e estendida. O Hubble minimiza essa distorção, formando imagens mais nítidas e tornando possível observar estrelas de magnitudes (brilhos) bem menores.

A idade do aglomerado é determinada basicamente pela diferença de luminosidade,

ou magnitude, no diagrama H-R, entre o 'ramo horizontal' e o ponto de *turn-off*, deduzida a partir dos cálculos de evolução estelar. A comparação entre as linhas médias dos diagramas H-R dos dois aglomerados estudados (NGC 6528 e NGC 6553), traçadas com base na posição das diferentes estrelas nesse diagrama, e a linha média do aglomerado 47 Tucanae (do halo), de 16 bilhões de anos, indicam que, nos três casos, a diferença de luminosidade entre o 'ramo horizontal' e o ponto de *turn-off* é quase idêntica. Isso revela que as idades desses aglomerados são aproximadamente iguais. A idade do aglomerado 47 Tucanae já havia sido calculada pela comparação entre o diagrama H-R teórico e o observado. No caso dos aglomerados NGC 6528 e NGC 6553,

ambos com grande abundância de metais, cálculos precisos ainda serão efetuados.

Esses resultados representam as primeiras evidências de que o bojo da galáxia em que vivemos seria tão velho quanto o halo dessa galáxia – o aglomerado 47 Tucanae, usado para comparação, situa-se no halo, onde estão os objetos mais velhos da galáxia. Tal conclusão descarta, portanto, a hipótese de que esse bojo teria se formado através da barra de gás e estrelas.

**Nature*, vol. 377, p. 701, (1995).

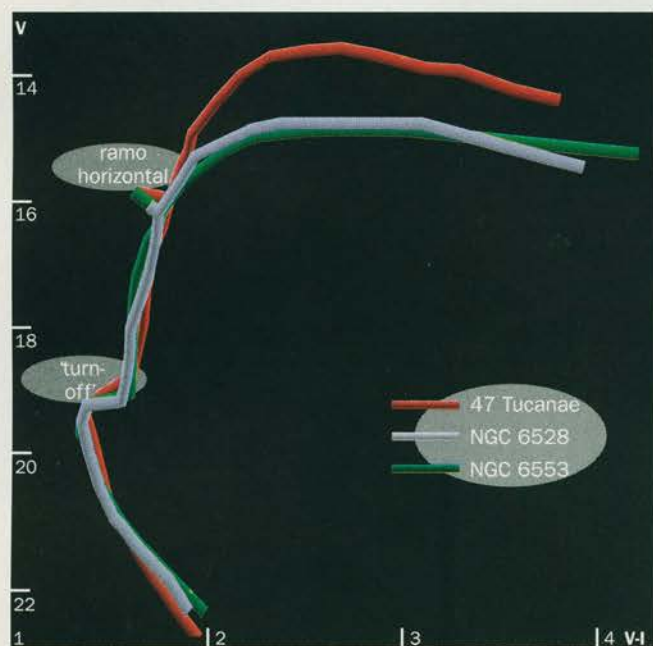


Figura 5. Linhas médias dos diagramas H-R para os aglomerados do bojo observados com o Telescópio Espacial Hubble (NGC 6528 e NGC 6553), comparadas à do aglomerado 47 Tucanae, do halo.

Beatriz Barbuy

Instituto Astronômico e Geofísico,
Universidade de São Paulo.

Os raios X mataram Marie Curie

Marie Curie, cientista famosa pela descoberta de elementos químicos radioativos, como o polônio e o rádio, e detentora de dois prêmios Nobel, morreu provavelmente por excesso de exposição aos raios X, durante a Primeira Guerra Mundial, e não por causa da radioatividade. Como voluntária, ela radiografava soldados feridos, mas não se protegia adequadamente, já que na época não eram bem conhecidos os efeitos nocivos dos raios X.

A constatação é do Serviço Francês de Proteção contra Radiações Ionizantes (ORPI), que analisou os níveis de radioatividade presentes nos restos mortais da cientista, quando estes foram transferidos para o Panthéon em Paris (França) (ver *Ciência Hoje* nº 111). Embora o nível detectado (360 becquerels por metro cúbico, ou Bq/m³) seja superior ao da radiação ambiente, está abaixo do li-

mite máximo aceito como seguro. Considerando que o rádio tem uma meia-vida (tempo em que um núcleo radioativo reduz à metade seus efeitos) é de 1.620 anos, a análise indicou que Marie Curie não foi exposta a uma quantidade letal de radioatividade.

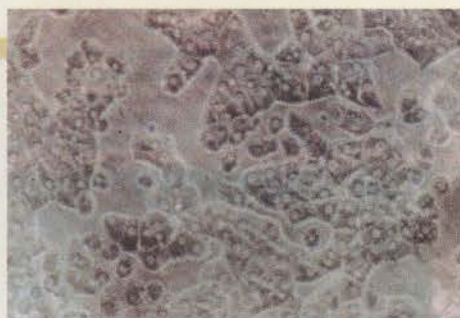
O ORPI, portanto, concluiu que a morte de Marie Curie, em 1934, deve ter resultado da excessiva exposição aos raios X, durante seu trabalho com os feridos, e não do contato com os elementos radioativos, como se acreditava até agora.

Nature, vol. 377, p. 96 (1995).

Tecidos artificiais já são estudados em laboratório

A construção de órgãos humanos artificiais, que possam funcionar normalmente no organismo, substituindo aqueles danificados por doenças ou outras razões, já é área de pesquisa movimentada, que reúne cientistas de diferentes partes do mundo. Esse trabalho, desenvolvido há cerca de 10 anos, é chamado de engenharia de tecidos e alguns produtos, como pele e cartilagens artificiais, já estão em fase de testes clínicos.

Um dos trabalhos promissores nessa área diz respeito ao crescimento de um fígado em laboratório, desenvolvido por Linda Griffith-Cima, do Massachusetts Institute of Technology (EUA), e alguns colegas. Trata-se de uma



Fígado produzido no laboratório. Os hepatócitos ligam-se ao suporte e removem do sangue as proteínas danificadas.

tarefa muito mais sofisticada do que a produção de pele ou cartilagens, pois o fígado apresenta uma grande variedade de células, organizadas em padrões tridimensionais para exercerem diferentes tarefas, como filtrar as toxinas do sangue, transformar nutrientes que serão enviados a diversas partes do corpo e outras.

Isso significa que o suporte básico para esse crescimento em laboratório deve ser altamente seletivo. A equipe optou por um suporte que atrai células do fígado, chamadas hepatócitos, e rejeita outras, orientando o crescimento do tecido em que os cientistas estão interessados. Com isso, a estrutura da 'construção' pode ser controlada com precisão e sua origem sintética pode ser 'camuflada', minimizando a rejeição do órgão substituído pelo sistema imunológico do organismo.

Algumas barreiras, porém, precisam ser superadas. Assim que as células fixam-se ao suporte, começam a liberar proteínas que podem atrair células indesejadas para a região. Por isso, Griffith-Cima e seus colegas fabricaram seu suporte com uma malha de óxido de polietileno. As moléculas desse composto têm forma de estrela e são resis-

tentes à fixação de proteínas à sua superfície. Quando essas moléculas são ligadas entre si, formando uma rede numa solução líquida, algumas 'pontas' das 'estrelas' flutuam livremente. Ligando essas 'pontas' a carboidratos que os hepatócitos reconhecem e procuram, as células indesejadas não têm onde se fixar ao suporte.

Essa técnica também é empregada em células nervosas, os neurônios, para direcionar o crescimento dos axônios – os prolongamentos neuronais por onde passam os impulsos nervosos – através de brechas geradas por acidentes ou doenças no sistema nervoso central ou periférico. Outras pesquisas em andamento buscam criar vasos sanguíneos sintéticos, com superfícies internas recobertas por uma camada de células mais 'lisas', que evitariam os entupimentos causados pela formação de coágulos. Todas essas pesquisas, entretanto, ainda estão na fase de laboratório. O uso efetivo de órgãos e tecidos mais complexos produzidos dessa forma ainda parece distante, e vai depender de inúmeras avaliações sobre como os produtos sintéticos se comportarão em animais e no homem.

Science, vol. 270, p. 230 (1995).



Marie Curie em seu laboratório.

Como ganhar o Prêmio Nobel sendo mulher



Mulheres que ganharam o Prêmio Nobel em Ciências, Sharon B. McGrayne, Porto Alegre, Marco Zero, 1994.

"Todas nós queríamos ser como Marie Curie." A frase é de Rosalyn Sussman Yalow, Nobel em Física Médica em 1977, primeira norte-americana a receber o prêmio. As outras duas mulheres premiadas antes dela – Gerty Cory e Maria Mayer – eram imigrantes da Europa do Norte que tinham ido trabalhar nos Estados Unidos nas décadas de 20 e 30. Das nove mulheres premiadas com o Nobel, seis estavam trabalhando em laboratórios norte-americanos quando receberam o prêmio – embora apenas três delas fossem nascidas lá – e duas, Yalow inclusive, eram filhas de imigrantes. De fato, das 14 mulheres analisadas no livro *Mulheres que ganharam o Prêmio Nobel em Ciências* – premiadas ou que quase chegaram lá – oito tiveram de sair de seus países de origem.

Parte delas por serem judias ou para progredir na carreira de pesquisadoras, a começar pela polonesa Marie Curie – a única a ser premiada duas vezes.

O livro é muito mais o fascinante romance da ciência no século XX, do que a saga de algumas mulheres cientistas. É também isso. Mas o livro mostra a importância dos laboratórios para o desenvolvimento da ciência e de como o trabalho em equipe tornou-se crucial para se alcançar resultados. Apesar de não deixar de registrar os lances de mau humor ou de competitividade de suas heroínas, Sharon McGrayne tenta compreendê-los à luz da luta pertinaz dessas mulheres para vencer os preconceitos. Luta que enfrentava barreiras contra a frequência de mulheres nos cursos universitários, contra seu ingresso na carreira acadêmica ou em equipes de pesquisa e, até mesmo, contra judeus ou estrangeiros, preconceitos estes que muitas vezes se misturavam. Marie Curie, por exemplo, foi chamada, no início do século, de 'polaca' e 'vestal do rádio', talvez pelo romance com um colega. Uma brilhante física nuclear austríaca – Lise Meitner – a quem Einstein chamava de "a nossa Madame Curie", teve de fugir do país durante o nazismo.

Seu parceiro de pesquisa ficou e foi, com seu apoio, um dos mais de 300 homens ganhadores do Nobel, numa disputa com Irene Curie.

A autora também não deixa de explorar detalhes reveladores das dificuldades enfrentadas pelas mulheres cientistas. A tarefa de cuidar dos filhos, já que metade das 14 premiadas casaram, certamente era uma delas. Mas além das dificuldades concretas, elas também eram pressionadas pelas críticas ao seu modo de vestir – parece que o 'desalinho do gênio' só era tolerado nos homens. Até seus hábitos culinários foram criticados, além dos comentários maldosos sobre a escassa (ou excessiva, o que vem a dar no mesmo) vida sexual. Mostrando que é boa observadora, a autora registra detalhes curiosos e reveladores da crítica sutil de suas personagens à linguagem instituída da ciência; o uso de provetas para servir champanhe em festas comemorativas, as metáforas da cebola ou da valsa utilizadas por Maria Mayer para explicar sua teoria – e encerra o capítulo sobre a ganhadora do Nobel em medicina e fisiologia de 1986 com uma receita: 'Zabaglione à la Rita Levi-Montalcini'.

Mas, ao mostrar a importância de cientistas que não ganharam o prêmio e ao incluir um capítulo sobre o famoso caso do roubo de material de pesquisa de Rosalind Franklin pelos ganhadores do Nobel James Watson e Francis Crick, torna claro, justamente

nesses capítulos, a importância de uma equipe de pesquisa na perseguição da solução de um problema.

Frases recorrentes como "não tinham entendido o que viam" e exemplos do diálogo constante entre pesquisadores de várias disciplinas, acabam por demonstrar que são tantas as pessoas envolvidas na busca de um resultado que a atribuição do prêmio a uma pessoa é, afinal, simbólica. O conjunto e a qualidade dos cientistas presentes na Universidade de Chicago em 1948, por exemplo, possibilitou a Maria Mayer discutir seus dados com Enrico Fermi. "Incidentalmente", disse ele, "há alguma evidência de...?" "Quando ele disse isso", recordou Maria, "tudo entrou nos eixos. Em 10 minutos eu descobri".

Na Universidade de Michigan, uma sugestão de Arthur Kornberg, mais tarde ganhador de um Prêmio Nobel, ao parceiro de pesquisa de Rita Levi-Montalcini, levou-os a resolver um problema em suas experiências. Assim como uma resposta, por carta, de Lise Meitner a pergunta de Otto Hahn, em 1938, o levou a concluir primeiro uma experiência em que vários cientistas estavam empenhados. "Fred e Irène lamentaram para sempre não terem trabalhado juntos na experiência." Eles não tinham do que se queixar: somando os dois prêmios de Marie, de sua filha Irène e seu genro Frédéric Joliot-Curie ao de seu outro genro, em 1965, "o total do clã Curie chegou a quatro"

(prêmios Nobel). O 'clã Curie' é um dos exemplos bem-sucedidos de pesquisa integrada: graças ao Prêmio Nobel e ao Instituto do Rádio, Marie pôde seguir uma estratégia clássica na comunidade científica francesa, onde o papel do 'patron' é tão importante: só que, aí, tratava-se de uma 'patronne'.

Há ainda outro ponto importante que as pequenas biografias ilustram e reiteram: a

ciência é o lugar de combate e as 'leis científicas' estão sempre sujeitas à contestação. O trabalho de Barbara McClintock (Prêmio Nobel em medicina e fisiologia, 1983), sobre o gene do milho, foi feito "desenvolvendo um paradigma que divergia tão radicalmente do paradigma dominante de seu campo quanto seu estilo metodológico", como lembra sua outra biógrafa, Evelyn Fox Keller.

Numa das entrevistas a ela, McClintock observou que o genoma funciona "apenas em relação ao meio ambiente no qual se encontra", isto é, que as informações genéticas não estão codificadas e dadas de uma vez por todas no DNA – lição que certos outros manipuladores genéticos contemporâneos fariam bem em lembrar. O livro merece ser lido – não apenas pelas tristes estatísticas sobre a porcen-

tagem de mulheres que frequentam cursos de ciências, nos países onde a ciência tem mais recursos e menos desculpas, mas, principalmente, por mostrar com tanta clareza o quão fascinante é esse romance da ciência (romance policial) e o quão urgente é, no nosso país, investir no seu ensino básico.

Mariza Corrêa

Instituto de Filosofia e Ciências Humanas - Unicamp

Acervo de mil e duzentas espécies vegetais



Botânica Econômica Brasileira. Carlos T. Rizzini e Walter B. Mors, Âmbito Cultural Edições, 1995.

A nova edição de *Botânica econômica brasileira* é, sem dúvida alguma, de capital importância para os pesquisadores interessados no aproveitamento de produtos secundários de valor econômico, em geral pouco estudados e, em muitos casos, sob risco de extinção. Esta obra interessa a todos que trabalham nas

várias áreas da botânica e de biotecnologia vegetal, pois reúne informações científicas que abrangem tanto a descrição geográfica e a classificação do vegetal até a situação econômica dos produtos dele extraídos.

Os autores se empenharam para que não fosse perdida nenhuma informação sobre as potencialidades oferecidas pela biodiversidade da flora brasileira, com sua considerável reserva em plantas de importância econômica. A publicação dos professores Rizzini e Mors supre a lacuna deixada entre as duas edições, ao registrar e divulgar dados sobre plantas em risco de desaparecimento.

Botânicos encontrarão no livro informações quanto aos aspectos fitoquímicos e os químicos terão informações quanto aos aspectos botâni-

cos. Para cada planta apresentada, figura a nomenclatura científica e o nome popular. A distribuição dos 18 capítulos do livro permite consulta direta às várias classes de metabólitos secundários ou, como mais modernamente são referidos, metabólitos essenciais. Ao início de cada capítulo é apresentada resenha sobre a importância do(s) produto(s) das plantas ali referidas, bem como das características químicas pertinentes a cada caso. Ao final de cada capítulo é encontrada a lista das referências bibliográficas.

Para que se tenha uma idéia da extensão do trabalho basta consultar o índice remissivo de produtos e plantas que foram estudados, com nomenclatura científica, popular e com sinonímia até níveis regionais: nada menos

que 1.200 registros.

Os interessados em plantas medicinais e aromáticas encontrarão a descrição das plantas apresentadas segundo os respectivos princípios ativos. Também foram estudados taninos, substâncias tóxicas, madeiras, plantas tintoriais, inclusive o corante extraído do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam), o primeiro produto originado em nosso país a entrar no mercado internacional. Os dados apresentados sobre corantes naturais são de alto interesse, especialmente neste momento, face à proibição de corantes sintéticos para alimentos, que vigorará em pouco tempo. Os autores estudaram 10 exemplares de fontes de corantes naturais. Embora de interesse científico, a obra é de fácil leitura.

Maria Aparecida Esquibel

*Instituto de Biofísica
Carlos Chagas Filho,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro.*



Phoénix 1995

Laboratório
de História Antiga/UFRJ.

Phoénix 95 é uma publicação anual do Laboratório de História Antiga (LHIA) do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais (Ifics/UFRJ) que tem como objetivo divulgar as pesquisas desenvolvidas em História Antiga pela equipe do LHIA.

A Phoénix 1995 apresenta artigos sobre os diversos aspectos das sociedades egípcias, grega e romana através de diferentes linhas de pesquisa. Assim pode-se observar temas como ritos funerários, o amor, a mulher, os privilégios dos heróis nas realezas homéricas, o colapso do Império Romano e as diferentes apropriações da idéia de natureza. Faz parte do programa de publicação Phoénix incluir além de artigos de História Antiga, artigos de Historiografia, Teoria, Métodos e Técnicas da História.



A origem da espécie humana

Richard Leakey, Rio de Janeiro, Editora Rocco, 1995.

O que fez dos humanos humanos? Em seu livro *A origem da espécie humana* Richard

Leakey responde: quando um de nossos ancestrais homínidos adquiriu a habilidade de caminhar ereto, tornou-se possível a evolução dos humanos modernos. Além disso, Leakey reforça nossa compreensão da natureza e o papel evolutivo da arte, da linguagem e da consciência humana.

O paleontólogo Richard Leakey tornou-se mundialmente conhecido por ter feito uma das descobertas mais importantes deste século: em 1984, às margens do lago Turkana, no Quênia, encontrou os remanescentes do esqueleto de um garoto que viveu há mais de 1,5 milhão de anos, pertencente ao gênero do homem primitivo que agora chamamos *Homo erectus*.



Pensando com Marx – uma leitura crítico-comentada de *O Capital*

Francisco José Soares Teixeira, São Paulo, Editora Ensaio, 1995. Francisco José Soares Teixeira, professor da Faculdade de Filosofia da Universidade Estadual do Ceará, analisa e critica no livro *Pensando com Marx – uma leitura crítico-comentada de O Capital* as diversas interpretações do clássico de um dos maiores pensadores do século XX: Karl Marx. No prefácio “A dialética nas disputas das racionalidades”, Manfredo de Oliveira discute como se estrutura,

quais os procedimentos, os pressupostos e a validade teórica do pensamento marxista. O posfácio “Marx – estatuto ontológico e resolução metodológica”, assinado por J. Chasin, é uma crítica às interpretações “naturalistas e positivistas” da obra marxista e às teorias lukacsianas sobre a metodologia de Marx.

Nesta nova interpretação de *O Capital*, o trabalhador não está mais vinculado a um sistema hierarquicamente organizado de exploração e opressão e, por isso, se sente mais livre. O trabalhador é visto como um verdadeiro comerciante, parceiro de seus empregados.



Como morremos: reflexões sobre o último capítulo da vida

Sherwin B. Nuland, Rio de Janeiro, Editora Rocco, 1995.

O cirurgião e professor de medicina da Universidade de Yale, Sherwin B. Nuland, relata em seu livro uma série de histórias de como o ser humano deixa a vida. Segundo ele, AIDS, câncer, mal de Alzheimer, ataque do coração, acidente são as manifestações mais constantes da morte. Ele não faz uma descrição dolorosa e degradante, mas apresenta essa experiência em sua realidade biológica e clínica e explica que a sua intenção quando resolveu escrever *Co-*

mo morremos: reflexões sobre o último capítulo da vida foi desmistificar o processo da morte. O autor escolheu seis categorias de doenças mais comuns de nossa época, não só porque são fatais, mas também porque são exemplos claros de certos processos que nós vivemos no ato de morrer.



Mana, Estudos de Antropologia Social

Revista do Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social do Museu Nacional.

Mana, Estudos de Antropologia Social é uma publicação semestral organizada pelo Programa de Pós-graduação em Antropologia Social do Museu Nacional (PPGAS-Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro), em co-edição com a Relume-Dumará Editores. A revista publica trabalhos inéditos sobre as diversas áreas do conhecimento relacionadas com a Antropologia Social. Esta publicação procura colocar o leitor em contato com os mais importantes temas e questões contemporâneos da disciplina, apresentando discussões de pesquisas e trabalhos que contribuam para a compreensão da realidade sociocultural e para o desenvolvimento da Antropologia. O primeiro número da revista traz artigos, ensaios bibliográficos, debates e resenhas.

A única revista
de divulgação científica para crianças

Ciência HOJE

das crianças



jogos,
experiências,
ciência,
brincadeiras,
bichos,
contos

UMA PUBLICAÇÃO
SB
PC

1969

as fraquezas de uma ditadura



ART. COMES / A18

Espremido entre o brilho das manifestações de 1968 e a sombria 'Era Médici', o ano de 1969 acabou diluído no que conhecemos como período 'pós-Ai 5'.

Esses agitados e nervosos meses, porém, foram uma fase crucial, em que se definiram os rumos futuros da ditadura militar e a feição política do país nos anos seguintes.

Vistos de longe, eles revelam o quanto era frágil

a idéia de coesão que a ditadura militar impunha ao país.

João Roberto Martins Filho
*Departamento de Ciências Sociais,
Universidade Federal de São Carlos.*

Na madrugada seguinte à promulgação do Ato Institucional nº 5 (AI-5), dia 14 de dezembro de 1968, inaugurou-se um período tenso e sombrio da história brasileira. A partir dali, o espaço ainda restante para as atividades da oposição civil foi definitivamente abolido, consolidou-se a adesão de uma parcela importante da esquerda à guerrilha urbana e rural e a política entrincheirou-se nos salões dos comandos militares ou se escondeu atrás dos muros dos quartéis.

Além disso, a intensidade dos conflitos intramilitares pôs em questão a idéia de um regime militar marcado pela estabilidade e pela homogeneidade política das Forças Armadas. Revendo o material publicado na imprensa nacional e estrangeira, documentos da época e a bibliografia disponível, este artigo mostra os espaços sombrios e quase esquecidos daquele período.

Nos primeiros meses após o AI-5, o governo militar procurou aniquilar qualquer espaço legal para o exercício da oposição, colocando sob seu estrito controle os setores onde persistiam potenciais focos de resistência. A militarização avançou em duas frentes. Por um lado, choveram punições sobre todo o espectro da oposição ao regime, inclusive sobre áreas liberais que apoiaram o golpe de 1964. Por outro, verdadeira usina de leis 'revolucionárias' cuidou de aprimorar o controle militar sobre qualquer atividade política.

Senado e Câmara foram atingidos por cassações e recesso parlamentar. O Supremo Tribunal Federal e o Superior Tribunal Militar, pelas aposentadorias compulsórias. A oposição liberal, até então ileso, foi golpeada. Juristas renomados, proprietários e diretores de grandes jornais, catedráticos universitários, entraram nas listas de punições. A imprensa estrangeira noticiava os novos tempos. Em 16 de dezembro de 1968, o conservador *New York Times* estampava – "Arrests by Brazil in political crisis put

in hundreds" (Prisões chegam a centenas na crise política brasileira); em 19 de fevereiro de 1969, o influente diário norte-americano *The Christian Science Monitor* dedicava a nosso país o editorial – "Militarism deepens in Brazil" (Militarismo se aprofunda no Brasil).

De fato, livre das limitações da Constituição de 1967, o governo militar aprofundou a militarização do poder. O AI-5 firmou o Conselho de Segurança Nacional (CSN) como sede das decisões fundamentais, ao estabelecer, por exemplo, em seu artigo 4, que o presidente da República deveria ouvir o CSN nos processos de cassação dos mandatos eletivos e suspensão de direitos políticos. O governo militar aprimorou seus instrumentos de controle e repressão, decretando uma série de dispositivos legais cujo alvo era a oposição civil, legal ou clandestina. Foi criada a Comissão Geral de Investigações que, sob pretexto de "apurar enriquecimentos ilícitos e promover os atos para confiscos de bens", deixou suspensa uma espada de Dâmo-cles sobre a classe política. Seu presidente era o ministro da Justiça e seu vice-presidente, o subchefe do Estado Maior das Forças Armadas.

No início de janeiro de 1969, um decreto-lei regulou as expulsões dos estrangeiros com base em "investigações sumárias nos casos de crime contra a segurança nacional, a ordem política e social e a economia popular". Um mês depois, o Decreto-Lei 477 definiu "infrações disciplinares praticadas por professores, alunos, funcionários ou empregados de estabelecimentos de ensino público ou particulares", extinguindo, na prática, os espaços que restavam para a atividade política nas escolas. Ao mesmo tempo, outras medidas visavam especificamente às atividades da 'esquerda armada', como a criação da Comissão Geral de Inquérito Policial-Militar.

Penas e processos de julgamento foram alterados pela nova Lei de Segurança Nacional, que passou a valer para

assaltos a banco. Os códigos Penal Militar e de Processo Penal Militar foram revistos e as polícias militares estaduais, reorganizadas e colocadas sob controle do Ministério do Exército.

O aparelho repressivo

Após o AI-5, ao mesmo tempo em que as ações da guerrilha desafiavam o aparelho militar, o núcleo duro do governo, que vinha reclamando o envolvimento das Forças Armadas no combate à subversão, se fortaleceu. Antonio Carlos Fon, em seu livro *A história da repressão política no Brasil*, conta que já no final de 68 havia evidências de que o Gabinete Militar, o Serviço Nacional de Informações (SNI), a Inspeção Geral das Polícias Militares e o Ministério da Justiça atuavam nesse sentido.

Cautelosamente, a revista *Veja*, de 19/02/69, noticiou que o secretário-geral do CSN, general Jayme Portella, acabara de apresentar àquele conselho um relatório sobre as atividades da guerrilha urbana – que teria passado da fase de planejamento para a efetiva conquista do poder – alertando para a necessidade de uma ação repressiva coordenada e maciça. Enquanto alguns setores militares, como o II Exército, resistiam à idéia de criar uma estrutura policial-militar paralela sob o comando das Forças Armadas, outros apontavam para o perigo iminente. No mesmo relatório o general Portella previa que, persistindo a atual situação, haveria uma eclosão de guerrilhas urbanas e rurais, os atos terroristas ficariam mais violentos e organizações militares poderiam sofrer ataques.

Em abril de 1969, a resistência do II Exército foi removida. O presidente Costa e Silva substituiu o general Carvalho Lisboa por Canavarro Pereira e iniciou-se a montagem da estrutura paralela reivindicada pelo núcleo duro do regime. Em 2 de julho, o governo criou, em São Paulo, a tristemente célebre Operação Bandeirante (Oban). Sem vínculo



matizes que possa oferecer a situação militar não afetam a realidade básica da união das Forças Armadas na linha dos objetivos revolucionários. Os militares estão unidos para levar adiante a Revolução”.

A crise de dezembro de 68, que culminou com o AI-5, agravava a fissura na elite dominante: militares e classe política. Ao resistirem ao afastamento do deputado Márcio Moreira Alves, assumindo a defesa do Estado de Direito e votando contra o Ato Institucional, os políticos se mostravam como inconfiáveis em potencial. Os quartéis não queriam a

esquerda armada. Militantes da ALN e da Vanguarda Popular Revolucionária (VPR) passaram a ser presos e torturados. Na edição de agosto de 69, o *New York Times* noticiava 200 prisões e a descoberta de 10 grupos clandestinos.

No entanto, para os militares, o acontecimento mais ultrajante parece foi a fuga, em janeiro de 69, de um grupo de militares do Quartel de Quitaúna, sob a chefia do capitão Carlos Lamarca, carregando caixas de armas e munição (*Veja*, 5-3-69). O grupo, formado por um soldado, um cabo e um sargento, revelava a existência de uma célula subversiva dentro do próprio Exército, que, segundo Gorender, “já vinha fornecendo à VPR armas leves e granadas desviadas do depósito do quartel”. Em seguida, a imprensa registrou um desfiar de pronunciamentos militares alertando para o perigo da guerra revolucionária em rápido desenvolvimento (*Latin America*, 30-5-69).

formal com o II Exército, composta por elementos de todas as organizações militares e polícias civis, a Oban foi encarregada de coordenar as ações civis e militares em São Paulo, tido como centro irradiador das ações da esquerda.

Em janeiro de 1970, a experiência da Oban inspirou a criação dos Destacamentos de Operações de Informações e Centro de Operações de Defesa Interna, os DOIs-CODIs, que, funcionando junto a cada um dos quatro comandos regionais do Exército, assumiram a repressão política. O aparelho repressivo que fez a fama da ‘Era Médici’ engatinhava, mas seu efeito unificador nas Forças Armadas ainda não era perceptível. Os quartéis e os comandos permaneciam em clima de tensão.

A união militar

No interior das Forças Armadas havia, porém, um ponto de união básico contra a volta à situação pré-64, vista como império da corrupção e da anarquia. O colonista Carlos Castello Branco, em 12/01/69, no *Jornal do Brasil*, alertava: “os

volta das atividades parlamentares. Em maio de 69, o presidente decidiu abrir os estudos para a reforma da Carta de 1967 e as Forças Armadas manifestaram inquietação.

Ao mesmo tempo, as previsões do núcleo duro pareciam se confirmar. Até julho de 69, ocorreram 31 assaltos a bancos promovidos por grupos guerrilheiros (figura 1). Segundo o historiador Jacob Gorender, seduzidos pelas táticas importadas da Revolução Cubana, os grupos de esquerda marcaram uma “imersão geral na luta armada”. Que impacto tiveram sobre as Forças Armadas as ações desses grupos e as sucessivas revelações dos organismos de segurança quanto ao caráter e o alcance da ‘subversão’?

Desde o final de 68, a imprensa noticiava a presença de antigos dirigentes do Partido Comunista Brasileiro (PCB) na chefia das organizações guerrilheiras, como Carlos Marighela, agora no comando da Aliança Libertadora Nacional (ALN). Eram publicadas também informações sobre os objetivos e a estrutura de alguns dos principais grupos da

A luta pelo poder

Havia amplo consenso em torno da necessidade de reprimir a chamada guerra revolucionária. Mas isso não impedia que, nos quartéis, persistisse um clima de inquietação. Dois fatores impulsionavam essa tensão: por um lado, a luta sucessória; por outro, o anseio da oficialidade em participar das decisões-chaves do governo militar.

Ativo no quadro sucessório desde 67, o general Afonso de Albuquerque Lima – oficial ativo nas pressões dos duros sobre Castelo Branco e ministro do Interior de Costa e Silva – logo após a edição do AI-5, apontou para uma mudança de rumos na política de desenvolvimento do regime a partir da abolição das restrições legais ao exercício do poder militar. No final de 68, os ‘albuquerqueístas’ lançaram uma imprecisa plataforma ‘reformista’, visando sanar as desigualdades sociais, defender a autonomia nacional e superar os desequilí-

brios regionais (*Latin America*, 3-1 e 31-1 de 69).

A compreensão do papel dos albuquerquistas e da reação militar que provocaram fortalece a idéia da pluralidade de posições em conflito no meio militar, que contraria a clássica hipótese de uma dicotomia entre 'moderados' e 'duros'. O próprio 'reformismo' daquele general só ganhará pleno sentido no contexto de sua estratégia de chegar ao topo do governo militar pela via da 'candidatura dos quartéis', vale dizer, pelo recurso à oficialidade como fonte do poder 'revolucionário'.

Os comandos militares se opuseram, justamente, a essa candidatura com participação ativa da oficialidade. O governo barrou a promoção de Albuquerque Lima ao generalato pleno e, sintomaticamente, logo nas promoções de março de 1969, três generais ultrapassaram o candidato dos oficiais: Canavarro Pereira, Emílio Médici e Moniz de Aragão.

As inquietações da hierarquia se voltaram então para os ministros Mário Andreazza, Costa Cavalcanti e Jarbas Passarinho, todos coronéis da reserva e possíveis candidatos. Também eram acompanhados de perto os movimentos do assessor mais próximo do presidente, o general Jayme Portella que, ao ser promovido a general-de-Divisão, em fins de julho de 69, acirrou suspeitas antigas, parecendo cada vez mais o subcomandante do país.

Todo esse conjunto de contradições e tensões na luta sucessória viria à luz de forma concentrada num único episódio – o da polêmica que se travou em junho de 69, entre o general Augusto Moniz de Aragão, chefe do Departamento de Provisão Geral, e o ministro do Exército, general Lyra Tavares. Recém-promovido ao generalato pleno, o chefe do DPG suscitaria visíveis preocupações do Gabinete Militar e do próprio presidente Costa e Silva, ao enviar ao ministro cartas contrárias à punição do coronel Boaventura Cavalcanti, fato que – segundo

ele – acirrava o clima de insubordinação na caserna. Para o general, punir Boaventura, que fora contra a cassação do deputado Marcio Moreira Alves e apontava Carlos Lacerda para a sucessão, gerava um clima que favoreceria a candidatura Albuquerque Lima. Aragão aproveitou a oportunidade para acusar o governo de personalismo e corrupção e denunciou as verbas concedidas ao ministro Mário Andreazza.

Nesse aspecto, o 'caso Aragão' é rico em ensinamentos sobre a pluralidade e a complexidade de posições no campo sucessório. Não por acaso, o general Lyra Tavares, colocado diante de evidente falta disciplinar grave do general Aragão, agiu no decorrer do caso como quem se move em campo minado, evitando ceder de imediato às pressões palacianas no sentido de que punisse o general amotinado. Punir Aragão poderia fazê-lo candidato contrário ao grupo palaciano e à candidatura da oficialidade. A insistência de Aragão em suas cartas, por fim, levou Lyra Tavares a optar pelo afastamento do general e correr os riscos, inclusive de fratura da unanimidade militar, conforme relato de Carlos Chagas, em seu livro *113 dias de angústia*.

Não por acaso, dias depois da decretação do AI-5, o presidente Costa e Silva exortava os formandos da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (Eceme) com palavras candentes: "Camaradas! Quem vos fala é vosso Chefe Supremo. De direito e de fato. E que não abrirá mão dessa honrosa prerrogativa. É o soldado falando para soldados". Na linguagem dos quartéis, ele queria dizer que a alta cúpula registrara a insatisfação que grassava na caserna.

Pela força das armas

As poucas semanas que separam o súbito afastamento do presidente Costa e Silva – atingido por um derrame cerebral em fins de agosto de 1969 – da resolução da crise sucessória pela via da candidatura

Médici constituem, talvez, o período mais rico e complexo para a observação da dinâmica das crises políticas no regime militar. Três fases distintas marcariam o curto mas intenso processo de crise.

A primeira fase compreenderia os primeiros dias do afastamento de Costa e Silva antes da posse da Junta Militar, quando preponderou a unidade militar face à necessidade de afastar os civis da presidência. A segunda, marcada por intensas tensões intramilitares, iria da posse da Junta até as reuniões que o Alto Comando do Exército realizou em meados de setembro, delineando parâmetros para o encaminhamento do problema sucessório, depois ratificados pelos altos comandos das outras forças. Por fim, temos o período de disputa eleitoral propriamente dita, até a sacração do general Emílio Médici pelo Alto Comando das Forças Armadas, já em outubro.

Os cinco dias iniciais de afastamento do presidente Costa e Silva – de 27 a 31 de agosto de 1969 – foram testemunhas de processos cruciais de rearranjo do poder militar. Na miríade de acontecimentos que se seguiram à enfermidade do presidente, logo se viu que a alta hierarquia militar não pretendia ampliar o palco das decisões a ponto de incluir a oficialidade insatisfeita.

Embora houvesse consenso imediato em relação ao afastamento dos civis, a fórmula de passar o poder a uma Junta Militar, composta pelos três ministros militares, foi vista com desconfiança até mesmo por setores da hierarquia. Fica mais nítido, nesse momento, o deslocamento das sedes do poder, processo que já ocorrera, embora de forma incipiente, em outras fases críticas do regime.

Na fase secreta da crise de agosto/setembro, o general Jayme Portella tentou cercar de sigilo a doença do presidente, mas sua ilusão foi efêmera. Após a transferência do presidente de Brasília para o Palácio Laranjeiras, no Rio de Janeiro, o general foi obrigado a comunicar aos ministros militares a gravidade



do estado de saúde de Costa e Silva e buscar uma solução conjunta antes que a informação se espalhasse. Foi imediatamente definido o impedimento do sucessor civil – o vice-presidente Pedro Aleixo – e surgiu a idéia da Junta, em caráter provisório.

A partir daí, e isso seria o mais importante, o canal de decisões passou a ser o Alto Comando das Forças Armadas – os três ministros militares, os chefes do Gabinete Militar, dos estados-maiores das três Forças e do Estado-Maior das Forças Armadas – em lugar do Conselho de Segurança Nacional, com sua formação híbrida de militares e civis. No mesmo dia, o Alto Comando se reuniu e decidiu usar o Ato Institucional para implantar as mudanças, um documento escrito pelo jurista Carlos Medeiros. No dia seguinte, os ministros militares convocaram o vice-presidente Pedro Aleixo e avisaram que não tomaria posse. Conforme as memórias de Jayme Portella, a disposição da junta era clara: se ele se recusasse a acatar a decisão dos três ministros, “seria custodiado”. Somente depois de tudo acertado, a notícia foi passada para a Nação, em nota oficial (*Veja*, 3-9-69).

Longe do palácio, influentes generais sediados no Rio de Janeiro levantaram dúvidas sobre os métodos decisórios e as fórmulas de governo da cúpula militar, apresentados como fato consumado. Um encontro, porém, entre o ministro do Exército e esses comandantes adiou as manifestações de desunião.

A Junta no poder

No período inicial do governo da Junta Militar, as manifestações eclodiram. “O ambiente dentro do Exército era irrespirável”, conta o general Jayme Portella. Na hierarquia militar, a luta sucessória pulverizou as posições e cada sede regional de comando militar se alinhou com este ou aquele general envolvido na disputa. Foi nesse clima confuso que aconteceu o seqüestro do embaixador norte-americano no Brasil, Charles Burke Elbrick. No poder há quatro dias, a Junta entendeu logo que os imperativos da dependência externa brasileira não permitiam outra saída que não fosse o resgate com vida do embaixador. Antes sequer de saber das exigências dos seqüestradores, os três ministros – sem consultar qualquer outra instância do

poder militar – mandaram que o Chanceler Magalhães Pinto se comunicasse com a embaixada dos Estados Unidos e garantisse o resgate do diplomata. No dia seguinte ao seqüestro, o Departamento de Estado anunciava essa garantia (*The New York Times*, 5-9-69).

Conhecidas as condições impostas pela guerrilha, o governo militar divulgou o manifesto dos seqüestradores e tomou as providências para reunir os presos que deveriam ser libertados e embarcados para o exterior. No entanto, na Vila Militar, no Rio de Janeiro, setores da oficialidade viram, na presteza da Junta, uma rendição. A ira não se aplacou sequer com as medidas subseqüentes, quando a Junta, através dos Atos Institucionais 13 e 14, criou o banimento e a pena de morte.

Naquele final de inverno de 1969, os oficiais descontentes e revoltados passaram dos manifestos à ação. Na noite de 6 de setembro, 20 oficiais com alguns sargentos e praças da Brigada Aerotransportada tomaram a Rádio Nacional e divulgaram manifesto atacando a Junta Militar e prestando solidariedade ao comandante Dickson Melges Graef, do Primeiro Grupo de Artilharia Aeroterrestre, que se recusara a desfilar com sua tropa no dia 7 de setembro, em protesto contra a libertação dos presos políticos exigida pelos seqüestradores do embaixador norte-americano. O mesmo oficial, anos depois, tomou a digna atitude de investigar por conta própria o caso da bomba do Riocentro.

Enquanto isso, outro grupo, agora de oficiais pára-quedistas, tentou impedir o embarque dos presos. Na madrugada do dia 7, o comandante Graef recebeu a visita de 40 oficiais da Vila Militar e outros da Eceme. Na noite anterior, no Palácio Laranjeiras, onde se reunia a Junta e repousava o presidente doente – os oficiais de plantão receberam metralhadoras para enfrentar a revolta. No dia 10 de setembro, o *New York Times* chegou a citar relatório diplomático dan-

do conta de que um grupo de coronéis teria exigido que o governo ameaçasse enforcar 15 prisioneiros políticos em praça pública caso o diplomata não fosse libertado. As razões de Estado prevaleceram, no entanto, e a ordem foi, a duras penas, reimplantada.

A guerra sucessória

Mal encerrado o episódio do seqüestro, a inquietação militar deslocou-se para a questão sucessória. Na conjuntura de setembro, as discordâncias iriam configurar uma situação bem mais complexa do que nas crises anteriores. De um lado, tínhamos a fragmentação na cúpula e nos quartéis em um sem número de posições diferentes. De outro, as diversas sedes do poder militar – os comandos regionais – firmavam sua autonomia.

Das três Forças, o Exército era o palco maior da agitação. Uma das razões fora a recusa do ministro do Exército, general Lyra Tavares, em se apresentar como postulante à sucessão. No quadro instável que marcou essa conjuntura, a ausência desse potencial elemento unificador, iria fazer com que tudo se passasse como se cada sede de comando produzisse um general-candidato.

A situação inquietante levou o Alto Comando do Exército a convocar uma reunião a 15 de setembro para definir as regras da sucessão. Ficou acertado que o Exército proporia os candidatos e a palavra final seria do Alto Comando das Forças Armadas. Uma segunda reunião aprovou a proposta definitiva – saída do relatório escrito pelos generais Emílio Médici, Antonio Carlos Murici e Bizarria Mamede –, submetida em seguida aos altos comandos da Marinha e da Aeronáutica. Cada uma das três Forças indicaria três nomes, a partir de consulta a seus oficiais-generais. Cada Alto Comando selecionaria um e o Alto Comando conjunto daria a palavra final. Ao Congresso Nacional caberia legitimar a indicação militar, o que, de fato, veio a

ocorrer após novo ciclo de cassações. O critério criado pela hierarquia, no entanto, abriu espaço para novas tensões.

A fórmula Médici

A nova fórmula sucessória introduz importante mudança na situação militar. Na medida em que estebelece canais hierárquicos e é aceita pelos candidatos, desvenda um caminho para a resolução dos conflitos internos às Forças Armadas. Até aí, estavam presentes duas vias possíveis para a sucessão. E cada uma delas daria regimes militares bastante diversos. Uma levaria ao predomínio da alta hierarquia, outra à participação ativa da oficialidade – o chamado ‘partido militar’. Como divisor de águas, a candidatura Albuquerque Lima, que se apresentava como expressão da cisão vertical nas Forças Armadas e tensões horizontais entre as três Forças. Em oposição à alternativa Albuquerque Lima, que contava com apoio dos coronéis da linha dura, constituiu-se uma frente de forças militares defensoras da solução elaborada pela alta cúpula. O nome do general Emílio Médici seria o pólo de aglutinação dessa via, que contava com o apoio do grupo castelistas – incluindo aí os irmãos Orlando e Ernesto Geisel – e do grupo palaciano.

A fórmula Médici, no entanto, não eliminou as tensões. O Alto Comando do Exército empenhou-se em controlar, na raiz, o processo de escolha, impedindo que os oficiais-generais indicassem nomes com base em consultas à oficialidade. A ação foi eficaz e entre 11 ‘grandes seções eleitorais’ – os comandos e chefias de departamentos da estrutura do Exército – 10 deram a vitória a Emílio Médici. Na Marinha a vitória de Albuquerque Lima foi cancelada, numa reunião do Alto Comando, com um argumento definitivo: a força das armas. O Almirante Heitor Lopes, comandante do Corpo de Fuzileiros Navais, ameaçou os demais almirantes com os 15 mil fuzilei-

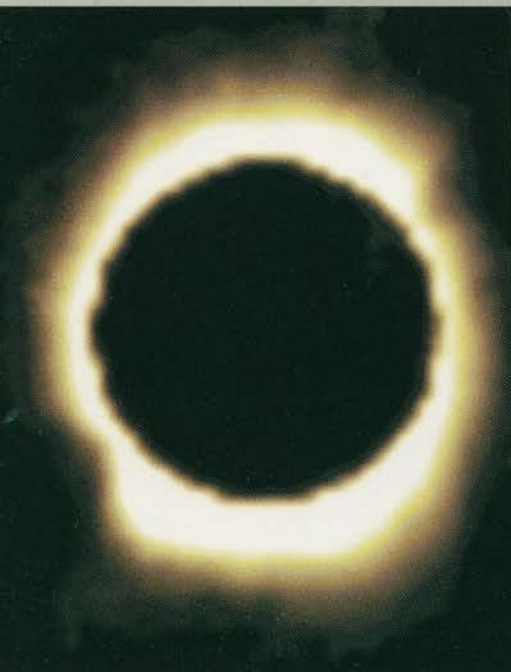
ros navais sob suas ordens.

Derrotado diante da escolha do Alto Comando, Albuquerque Lima optou pela guerra de palavras, trocando o apelo rebelde à força das armas por uma carta ao ministro Lyra Tavares. Nela, alertava: “Caso os responsáveis pela decisão final não se disponham a ouvir e atender com realismo e patriotismo os anseios da maioria das Forças Armadas, não sabemos avaliar os riscos em que a Nação estará incorrendo, quando outros líderes, talvez mais audaciosos e menos precavidos contra as tentações do poder, ou sarem ultrapassar os chefes militares”.

A partir daí, a escolha do general Emílio Médici pela alta cúpula militar, o anúncio oficial de sua candidatura e a sua eleição pelo Congresso são fatos que já parecem pertencer a outro capítulo da história do período militar. Com a palavra final do Alto Comando das Forças Armadas, na reunião de 6 de outubro de 1969, podemos considerar encerrada a fase histórica que precedeu a implantação definitiva da variante hierárquica do regime militar que preponderou no Brasil do pós-64. Encerrada uma das fases mais turbulentas do pós-golpe, nascia a ditadura Médici.

Sugestões para leitura:

- CHAGAS, C. *113 dias de angústia – impedimento e morte de um presidente*. 2ª ed. Porto Alegre, L&PM, 1985.
- D'ARAUJO, M C. et alii. *Os anos de chumbo – a memória militar sobre a repressão*. Rio de Janeiro, Relume Dumará, 1994.
- FON, A C. *A história da Repressão política no Brasil*. 4ª ed. São Paulo, Global, 1979.
- GOENDER, J. *Combate nas trevas – a esquerda brasileira: das ilusões perdidas à luta armada*. São Paulo, Ática, 1987.
- MARTINS FILHO, J R. *O palácio e a caserna – a dinâmica militar das crises políticas na ditadura, 1964 -1969*. São Carlos, Editora da UFSCAR, 1995.



A prova cearense das teorias de Einstein

ou como a cidade de Sobral entrou para a história da ciência

Jean Einsenstaedt

Laboratoire de Gravitation
et Cosmologie Relativistes,
Université Pierre et Marie Curie,
Paris, França.

Antonio Augusto Passos Videira

Departamento de Astrofísica, Observatório
Nacional/CNPq,
Departamento de Filosofia,
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Ao lançar, no início do século, a teoria da relatividade geral, Einstein previu que a luz sofreria desvios quando passasse perto de corpos de grande massa. Como a comprovação desse efeito dependia de um objeto com massa suficiente para causar um desvio perceptível, o cientista teve a idéia de fotografar estrelas distantes que estivessem próximas da borda do Sol, o que só é possível em um eclipse total, e comparar as imagens com outras, das mesmas estrelas, obtidas à noite, para verificar se estas mudavam de posição. A história das tentativas de fazer essas fotografias registra vários fracassos, mas em 1919, em eclipse observado no Ceará, astrônomos ingleses mediram o desvio, consagrando Einstein definitivamente.



Figura 1. Sir Isaac Newton (no alto) publicou sua teoria da gravitação universal em 1687, e só mais de 200 anos depois ela seria modificada.

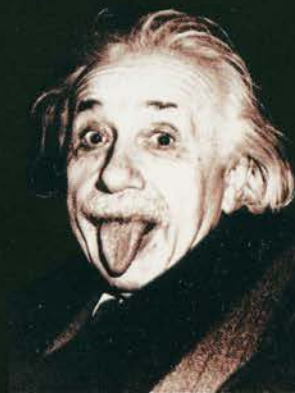


Figura 2. Albert Einstein ainda era desconhecido quando lançou a teoria da relatividade, no início deste século, contestando as idéias newtonianas.



Ao decidir, em 1907, enfrentar o problema da gravitação, Albert Einstein encontrou encorajamento em poucos cientistas. Afinal, isso significava pôr em cheque a teoria da gravitação universal de Sir Isaac Newton, lançada 220 anos antes e até então incontestada. O que poderia daí resultar? Para o físico alemão, porém, tratava-se de uma questão de princípio. A presença de uma dúvida na grandiosa construção teórica de Newton (figura 1) era insuportável para Einstein, mas tinha, ao mesmo tempo, um lado agradável, por significar que ainda restava alguma coisa a ser compreendida.

O detalhe que perturbava Einstein pode ser apresentado da seguinte forma: enquanto o conceito de velocidade – dentro da teoria da relatividade restrita, que ele próprio havia elaborado e publicado em 1905 – é relativo, isso não ocorre com o conceito de aceleração. Assim, o sistema inercial (sistema no qual são válidas as leis da mecânica) parece ocupar um lugar privilegiado na teoria de Newton, situação que incomodava o cientista, por indicar que algo não estava bem esclarecido nas relações entre o princípio da relatividade e a gravitação newtoniana. Esse incômodo o fez consagrar os 10 anos seguintes de sua vida ao problema e o levou ao desenvolvimento da teoria da relatividade geral.

Embora a relatividade restrita tenha introduzido profundas modificações na estrutura conceitual da mecânica clássica – as idéias de espaço e tempo relativos e de uma velocidade máxima (c) para todos os corpos, por exemplo –, essa nova teoria, ao ser justaposta à gravitação newtoniana (justaposição obrigatória, já que a relatividade restrita é uma superteoria, ou seja, todas as outras teorias da física têm que obedecer a seus postulados) trazia um sério problema. Os sistemas referenciais inerciais (sistemas de coordenadas onde não existem forças externas atuando) aparentemente continuavam a ter uma situação pri-

vilegiada, comparados a outros sistemas ditos não-inerciais.

Já a teoria da relatividade geral propõe tornar os sistemas não-inerciais ‘equivalentes’ aos sistemas inerciais. Em outras palavras, com a formulação de sua teoria da relatividade geral, Einstein (figura 2) procurou construir uma física que fosse válida para todo e qualquer sistema de referência.

Para esclarecer a dúvida, ele precisou estudar a geometria de Riemann, contando com a ajuda de Marcel Grossmann, antigo companheiro de estudos na Eidgenössische Technische Hochschule, em Zurique. O recurso a uma tal geometria, baseada no conceito de curvatura, contrariava as desconfianças iniciais de Einstein, pois parecia significar que a natureza não era tão simples quanto ele imaginava, ou pelo menos desejava.

Outro problema que precisava ser encarado estava na constatação de que as equações newtonianas da gravitação conservavam sua forma em relação às transformações (equações de ‘comparação’ entre sistemas referenciais distintos) de Galileu, mas não em relação às de (Hendrick) Lorentz. Em suma, a teoria de Newton não era compatível com a relatividade restrita. Apesar disso, as críticas de Einstein ainda não convenciam inteiramente alguns de seus colegas. Afinal, a teoria da gravitação universal não havia sido ‘perfeitamente’ verificada? Não era aplicável ao sistema solar e aos sistemas de estrelas duplas, e portanto válida para todo o universo?

Os físicos teóricos da época certamente sabiam que as relações conceituais entre a relatividade restrita e a gravitação newtoniana eram imperfeitas, e talvez admitissem a existência de uma incoerência entre as duas teorias. Mas eles acreditavam que outras questões da física deveriam ser atacadas antes desse problema. Um exemplo era a teoria quântica, que começava a ser desenvolvida, reclamando enormes esforços da comunidade científica, e tinha um pro-

grama de pesquisa já estabelecido, ou mais detalhado que o proposto por Einstein para o problema da gravitação newtoniana. Além disso, a teoria quântica colocava questões que, além de ricas e interessantes, eram aparentemente mais ‘abordáveis’, ou seja, mais ‘resolúveis’.



UM CIENTISTA EXPÕE SUAS IDÉIAS

Sendo um homem de convicções, Einstein, apoiado em sua sensibilidade científica, continuou a trabalhar, em silêncio e à sua maneira. O sucesso de sua teoria da relatividade restrita não era ainda avassalador, tanto que ele continuava a ser um modesto empregado do escritório de patentes de Berna, mas seu nome já começava a ser conhecido por grandes físicos teóricos da época, como os alemães Max Planck, Max von Laue e Arnold Sommerfeld, entre outros.

Quando Johannes Stark, editor do *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, publicação científica alemã, solicitou a ele, em 1907, um artigo de revisão sobre o princípio de relatividade e suas consequências, Einstein aproveitou a oportunidade para expor suas idéias. Os quatro primeiros capítulos do artigo, de mais de 50 páginas, tratavam apenas da teoria da relatividade restrita, mas o último tinha como tema a gravitação. Esse documento constitui o primeiro passo da aventura de Einstein rumo à sua consagrada teoria gravitacional.

No início de sua pesquisa solitária, o físico retomou uma antiga observação de Galileu, segundo a qual todos os corpos caem da mesma maneira, quaisquer que sejam suas naturezas – pelo menos no vácuo. Isso significa que, sem a resistência do ar, uma barra de chumbo e a pena de um pássaro (ou qualquer outro corpo) caem lado a lado, com a mesma velocidade. Atualmente, isso não é mais espantoso, pois estamos habituados a ver, nas imagens de astronautas que saem de suas naves, pequenos objetos



Figura 3. Encontro entre as expedições brasileira, inglesa e americana, em Passa Quatro, em 1912. Estão presentes Henrique Morize (A), Arthur Eddington (B), Charles Davidson (C) e o americano H. Lee (D), entre outros.

e homens 'nadando' juntos no espaço. Mesmo no início do século, a idéia não era uma novidade científica, mas Einstein a utilizou de um modo inédito.

O que o espantou foi a extrema precisão com que essa observação, devidamente transformada em lei, havia sido verificada, enquanto outras leis semelhantes mostravam resultados apenas aproximados. Isso o levou a suspeitar que essa lei não descrevia uma mera propriedade dos corpos em queda livre, mas algo muito mais profundo, constituindo, na verdade, um princípio da natureza, a que chamou de 'princípio da equivalência'. Sendo um princípio da natureza, podia ser aplicado também à gravitação, indicando que as massas dos corpos que sofrem a ação de um campo gravitacional não teria qualquer interferência nas equações que determinam os seus movimentos.

Newton, em sua lei da gravitação, usou dois conceitos diferentes de massa: a massa gravitacional, responsável pela presença do campo gravitacional, e a massa inercial, que representa a reação de um corpo a uma força qualquer. A massa inercial foi empregada na equação fundamental da dinâmica ($\mathbf{f} = \mathbf{m}' \mathbf{a}$, onde $\mathbf{f}$ é a força, $\mathbf{m}'$ é a massa e $\mathbf{a}$ é a aceleração), e a massa gravitacional na definição da força gravitacional exerci-

da por um corpo de massa $\mathbf{M}$ sobre outro de massa $\mathbf{m}$ ($\mathbf{F} = \mathbf{Mm}/r^2$, onde $\mathbf{F}$ é a força de atração e r é a distância que separa os corpos). É porque a massa gravitacional de um corpo qualquer é igual à sua massa inercial ($\mathbf{m} = \mathbf{m}'$) que as trajetórias dos corpos, sob a ação de um campo gravitacional, não dependem das suas massas. Essa constatação, evidentemente empregada por Newton em sua teoria da gravitação, ganhou um *status* especial nas mãos de Einstein.

Ungido o novo princípio físico, Einstein imaginou: por que não construir uma teoria apoiada nele? Assim, na gravitação proposta pelo físico alemão, os corpos que se encontram sob a ação de um campo gravitacional têm suas trajetórias (independentes *a priori* das massas desses corpos) diretamente determinadas pela massa responsável pelo campo. Uma trajetória que numa geometria plana seria retilínea passou a ser, na teoria einsteiniana, uma geodésica do espaço, tornado curvo pela presença de corpos massivos.

Na opinião de Einstein, os princípios eram como 'idéias-força', às quais ele conferia valor de crença e sobre os quais se apoiava para prosseguir em suas pesquisas. Para elaborar teorias não é suficiente escrever equações. Além disso, ou antes disso, é preciso estabelecer o

quadro conceitual no qual essas equações ganharão sentido – ou, em outros termos, é necessário em primeiro lugar ter idéias. No caso de Einstein, estas tomavam a forma de 'experiências de pensamento' e depois eram compreendidas como princípios.



UM JEITO DE TESTAR A TEORIA

No artigo de 1907, o cientista manipulava essas 'experiências de pensamento' e interrogava-se sobre as conclusões que daí poderiam ser retiradas – entre elas a possibilidade de compatibilizar o princípio da constância da luz e a gravitação. Ele tentava, ainda que de maneira heurística, apontar algumas consequências de suas idéias. Embora seus cálculos ainda fossem pouco precisos, Einstein mostrou que a nova teoria implicaria a existência na natureza de dois efeitos físicos particulares. O primeiro dizia respeito ao funcionamento mais lento dos relógios nas proximidades de um campo gravitacional intenso e à mudança das frequências em que um átomo emite radiação nas mesmas circunstâncias. Na época em que esse primeiro efeito foi proposto, a física ainda não podia comprová-lo, o que só ocorreria no final dos anos 50. O segundo é justamente o caráter 'curvo' da trajetória da luz no espaço.

Na mesma época, em sua correspondência com outros cientistas, Einstein também especulava se suas idéias não seriam capazes de explicar o avanço do periélio de Mercúrio, um dos poucos eventos astronômicos ainda inexplicados pela teoria newtoniana da gravitação – e sua mais importante anomalia. Mesmo sendo pequena, do ponto de vista quantitativo, essa anomalia só podia ser explicada por meio de hipóteses *ad hoc* (criadas a partir do próprio fato), e por isso pouco críveis, e havia resistido, apesar de sua aparente insignificância, a todos os esforços dos melhores físicos e astrônomos desde Newton.

A hipótese da ação de um campo gravitacional sobre a propagação da luz, desviando os raios luminosos, já preocupara alguns cientistas, mas havia sido abandonada desde o início do século XIX, quando a teoria ondulatória da luz superou a teoria corpuscular – e era teoricamente impossível imaginar que uma força gravitacional pudesse atuar sobre uma onda luminosa. Em 1801, por exemplo, o astrônomo alemão Johann von Soldner já tivera a idéia de calcular, ainda no âmbito da teoria newtoniana, o desvio sofrido por um raio de luz que “passa próximo a um corpo celeste”. Na mesma época, o físico inglês John Michell estudou a influência que a força de atração deveria ter sobre a luz, chegando a imaginar, bem antes do francês Pierre Laplace, a existência de ‘corpos obscuros’ – os ancestrais dos chamados buracos negros. E um amigo de Michell, também inglês, Henry Cavendish, famoso pela dedução da massa da Terra a partir de medições em uma balança que ele próprio desenvolveu, tinha calculado o resultado de von Soldner, 15 anos antes deste, sem publicá-lo. Tudo isso revela que as idéias ruminadas por Einstein já ocupavam as mentes de alguns dos filósofos naturais ingleses no final do século XVIII.

Einstein só retomou suas pesquisas sobre a gravitação em 1911, quando teve

uma idéia que permitiria esclarecer o desvio dos raios luminosos. Em artigo publicado naquele ano na revista *Annalen der Physik*, ele realiza o cálculo do efeito, aplicando o princípio de Huygens ainda dentro do quadro da teoria newtoniana. O princípio formulado no século XVII pelo físico holandês Christian Huygens explica, na sua teoria ondulatória, a propagação em linha reta da luz e as leis de reflexão e refração. O problema então passou a ser a medição experimental do desvio, se este existisse, confirmando ou desmentindo as propostas de Einstein.

Como o efeito é muito fraco, sua medição exige um campo gravitacional de grande intensidade – provocado, portanto, por um corpo de grande massa. Einstein pensou, em primeiro lugar, em Júpiter, por ser um planeta muito massivo, mas também lembrou-se do Sol. Para a verificação, seria necessário obter duas fotografias, uma do campo das estrelas durante a passagem do corpo massivo (Júpiter ou o Sol) diante dele e outra do mesmo campo de estrelas sem esse corpo, e comparar, nas duas imagens, as posições das estrelas mais próximas da borda desse corpo. Se o efeito existisse, a posição dessas estrelas estaria ligeiramente modificada, como acontece quando se olha uma paisagem através de uma vidraça antiga e os raios luminosos são desviados por defeitos do vidro.

O desvio máximo, no caso de Júpiter, seria da ordem de apenas 0,2 segundo de arco, o que o tornaria quase imperceptível, mesmo que existisse. O Sol, porém, com massa pouco mais de 100 vezes superior à de Júpiter, provocaria um efeito maior – até 0,78 segundo de arco, de acordo com os cálculos de Einstein em 1911. Restava ainda a dificuldade causada pela luminosidade do Sol, que impediria fotografar as estrelas mais próximas de sua borda. Obter as fotografias com o Sol no céu mas sem sua luz seria possível em apenas uma circunstância: durante um eclipse total.

O mesmo campo de estrelas, fotografado à noite, possibilitaria verificar a existência do efeito e ainda medi-lo.



AS PRIMEIRAS TENTATIVAS FRACASSAM

Para conseguir a verificação experimental de sua teoria, Einstein precisava da ajuda especializada de um astrônomo, e encontrou-a em Erwin Freundlich, do Observatório de Berlim. Convencido por Einstein, Freundlich buscou soluções para a medição do desvio da luz. Na primeira tentativa, ele usou imagens fotográficas registradas em antigos eclipses, fornecidas pelos astrônomos americanos William W. Campbell e Heber D. Curtis, do Observatório de Lick, nos Estados Unidos. Tais imagens, entretanto, não tinham sido obtidas com o propósito que Freundlich tinha em mente, e sim para a observação da coroa solar, o que tornava pouco visíveis as estrelas próximas do Sol.

O projeto avançou quando Freundlich conheceu, em Berlim, em 1911, o astrônomo americano Charles D. Perrine, então diretor do Observatório de Córdoba, na Argentina. Interessado na medição do efeito previsto na teoria da relatividade geral, Perrine recebeu, ao voltar a Córdoba, uma carta de Freundlich, que o animava a participar do programa de observações do eclipse solar que ocorreria em 1912, medindo pela primeira vez o desvio da luz.

O eclipse ocorreu no dia 10 de outubro de 1912, e foi total em uma estreita faixa que atravessou o estado brasileiro de Minas Gerais. Perrine se instalou na cidade de Cristina, munido de equipamentos emprestados, a pedido de Freundlich, pelo Observatório de Lick. Outras expedições (uma brasileira, uma francesa e uma inglesa), com objetivos diferentes, instalaram-se em outros municípios. Em Passa Quatro ficou instalada a missão brasileira, chefiada por Henrique Morize, diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro (figura 3), e visitada até pelo

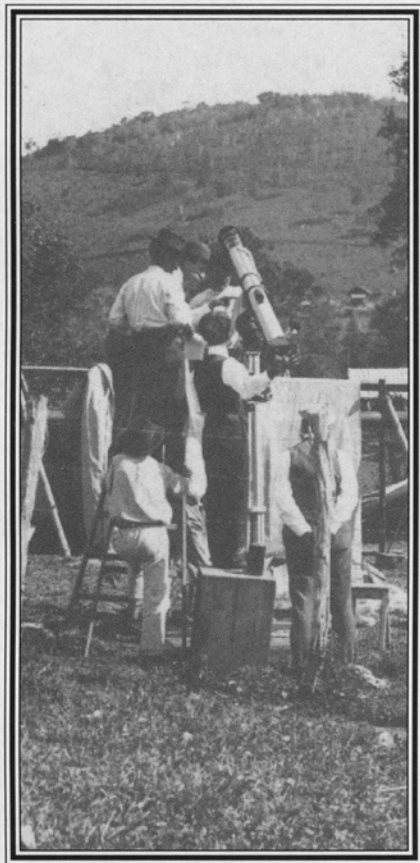


Figura 4. Uma das lunetas que seriam utilizadas para estudar o eclipse em Passa Quatro. A chuva impediu qualquer observação.

presidente da República, Hermes da Fonseca. A missão inglesa, que também ficou em Passa Quatro, era chefiada por Charles Davidson, do Observatório de Greenwich, e contava, entre seus integrantes, com Arthur Stanley Eddington (figura 4). Infelizmente, a chuva impediu qualquer observação do eclipse, frustrando os planos de Perrine.

O fracasso da expedição não desanimou Perrine, tanto que ele escreveu a Morize, já pensando no eclipse total de 1919, que também seria observável no Brasil e teria uma duração excepcional, aconselhando o brasileiro a realizar um minucioso estudo para determinar o melhor local para as observações. Morize realizou, e publicou, esse estudo – em que Sobral aparece como um excelente local de observação (figura 5).

As nuvens e a chuva são os maiores inimigos dos astrônomos, ainda mais no

caso de um eclipse, que dura poucos minutos. Por isso, a meteorologia tem papel preponderante na escolha do local de observação, embora não seja o único fator considerado. A altura do Sol é importante, já que, se este estiver muito baixo, próximo do horizonte, o fenômeno de refração na atmosfera terrestre pode inutilizar as fotografias. A facilidade de acesso ao local escolhido também conta, e contava mais ainda no início do século. Finalmente, o campo de estrelas sobre o qual acontece o eclipse influencia bastante o resultado: se o Sol estiver atravessando uma constelação rica em estrelas muito brilhantes e se essas estrelas estiverem bem *repartidas* em torno do Sol, as fotografias certamente serão mais interessantes. O que Morize apontou é que as condições seriam favoráveis no eclipse de 29 de maio de 1919.

Freundlich, porém, tentava aproveitar todas as oportunidades oferecidas pelo Sol. Ele solicitou ao então diretor do Observatório de Berlim, Karl H. Struve, uma verba para organizar uma expedição à Criméia, na Rússia, onde um eclipse aconteceria a 21 de agosto de 1914, mas não teve êxito. Provavelmente alertado pelo próprio Freundlich, Einstein interviu e, graças ao seu crescente prestígio científico, obteve da família Krupp os recursos necessários para viabilizar a expedição.

A expedição alemã não foi a única a ir à Criméia. Havia uma expedição inglesa e uma americana. A delegação do Observatório de Lick, dirigida por Campbell, tinha entre seus integrantes Curtis, que desde 1911 se interessava pelas idéias de Einstein a respeito da gravitação, mantendo contato com Freundlich e publicando trabalhos sobre esse tema. Ele era o encarregado de medir o desvio da luz. Mais uma vez, porém, a chuva atrapalhou as observações. No relatório que escreveu sobre a missão, Campbell criticou duramente a escolha do local (Brovary), inclusive argumentando que o inglês Davidson, instalado em Minsk,

não teve problemas com o tempo (Davidson, porém, não estava tentando medir o desvio da luz). Perrine também foi à Criméia, onde, aparentemente, se encontraria com Freundlich.

Os cientistas alemães enfrentaram outro tipo de problemas, e acabaram impossibilitados de observar o eclipse. A 28 de julho de 1914, um mês após o assassinato do arquiduque Ferdinando da Áustria, o império austro-húngaro invadiu a Sérvia, provocando a mobilização geral de toda a Rússia. A guerra pegou de surpresa Freundlich e seus colegas, que ainda não tinham sequer instalado seu equipamento, na cidade de Theodosia. Na qualidade de reservistas do exército alemão, todos foram feitos prisioneiros de guerra. Os americanos só tiveram problemas com as autoridades russas no momento do retorno a Lick: para deixar o país, foram obrigados a depositar seus instrumentos no Observatório de Pulkovo.

A retenção do equipamento americano, curiosamente, atrapalhou a verificação das teorias de Einstein no eclipse seguinte, a 8 de junho de 1918, que pôde ser observado não muito longe do Observatório de Lick, na cidade de Goldengale, no estado de Washington. Por causa da guerra, os instrumentos ainda se encontravam na Rússia, o que fez Curtis utilizar as objetivas do Observatório de Oakland. Mesmo sem condições meteorológicas favoráveis, o pesquisador obteve, entre duas nuvens, algumas placas fotográficas – as primeiras especialmente tiradas para a mensuração do efeito de Einstein.

A análise dessas imagens, porém, teve que esperar. Com a guerra ainda presente, Curtis foi convocado para o serviço militar, e as medições só puderam ser realizadas mais de um ano após o eclipse, em julho de 1919. Além disso, as placas não continham imagens suficientemente precisas, problema que jamais chegou a ser plenamente solucionado, gerando ácidas discussões entre Curtis e Campbell. Quando Campbell esteve em Londres,

em julho de 1919, as expedições inglesas de Sobral e da Ilha de Príncipe estavam prestes a retornar, com as fotografias tão ansiosamente esperadas pela comunidade científica do país. Ainda assim, Campbell conseguiu, durante uma reunião da Royal Astronomical Society, fazer um relatório oral da expedição de Goldengale. Os anais da entidade registram apenas a ocorrência da palestra, a única comunicação oficial sobre a expedição de 1918, sem determinar seu conteúdo.



EINSTEIN REFAZ SEUS CÁLCULOS

Quando Campbell tornou públicos os resultados da expedição a Goldengale, que não parece ter obtido resultados conclusivos quanto ao desvio da luz, o debate teórico sobre as propostas de Einstein já se modificara bastante. Ele próprio, insatisfeito com o conteúdo de seu artigo de 1911, havia retomado os cálculos alguns anos antes, prosseguindo a complexa construção da teoria da relatividade geral.

Einstein, aliás, não foi o único a tentar construir uma nova teoria para a gravitação. Os alemães Max Abraham e Gustav Mie, o finlandês Gunnar Nordström e outros lançaram suas propostas. Esboços de teorias surgiram e tiveram que ser confrontados aos fatos conhecidos na época, já explicados pela teoria newtoniana. Em meio a toda essa 'competição', Einstein conseguiu, em novembro de 1915, finalizar a redação de outro artigo, expondo de forma definitiva a sua teoria. Publicado no mesmo ano, nos Anais da Academia de Ciências da Prússia, o artigo apresentou as equações de campo da relatividade geral, tal como são conhecidas hoje, e calculou alguns de seus efeitos físicos, na esperança de que pudessem ser comprovados.

O primeiro desses cálculos tratava do velho problema do avanço do periélio de Mercúrio, de quatro segundos de arco por século. Depois dos trabalhos

do francês Urbain J.J. Le Verrier e do canadense Simon Newcomb, esse avanço, ainda sem uma explicação aceitável, era bastante conhecido. Assim, para que uma nova teoria da gravitação pudesse aspirar a ser bem-sucedida, teria que dar conta desse problema. A teoria einsteiniana conseguiu explicar perfeitamente o avanço, superando seu primeiro teste – o que assegurou sua ampla difusão dentro da comunidade científica.

Mas Einstein ainda buscava uma comprovação experimental de suas idéias, e por isso também havia refeito seus cálculos sobre o desvio da luz, na presença de um campo gravitacional intenso. Para isso, teve que afastar-se da teoria newtoniana e considerar a curvatura do campo gravitacional. Enquanto no artigo de 1911, o efeito foi determinado como igual a $2GM/rc^2$ (em que G é a constante da gravitação universal, M é a massa do corpo que cria o campo gravitacional, r é a distância entre o corpo e o raio de luz e c é a velocidade da luz), no de 1915 o físico demonstrou que seu valor deveria ser dobrado ($4GM/rc^2$) e forneceu o

desvio estimado para um raio de luz no limbo solar: 1,75 segundo de arco (e não 0,87, como antes). Faltava, porém, a verificação.

Freundlich já havia retornado da Criméia, mas a guerra tornava difícil, para os cientistas alemães, a organização de uma expedição com o propósito de medir o desvio de luz. Einstein, no entanto, confiando em sua teoria, multiplicou seus esforços no sentido de obter a confirmação desse desvio. Ele chegou a acompanhar as diversas tentativas de medições do desvio para o vermelho feitas por espectroscopistas. Também esse desvio é causado pela presença de campos gravitacionais muito fortes. A luz emitida por átomos próximos a campos intensos é desviada em direção a maiores comprimentos de onda (ou baixas frequências).

Apesar da certeza manifestada por Einstein, o consenso em torno de sua teoria exigiu um processo longo e difícil. Afinal, ela era bastante diferente, matemática e conceitualmente, de outras teorias então conhecidas. Hipóteses co-

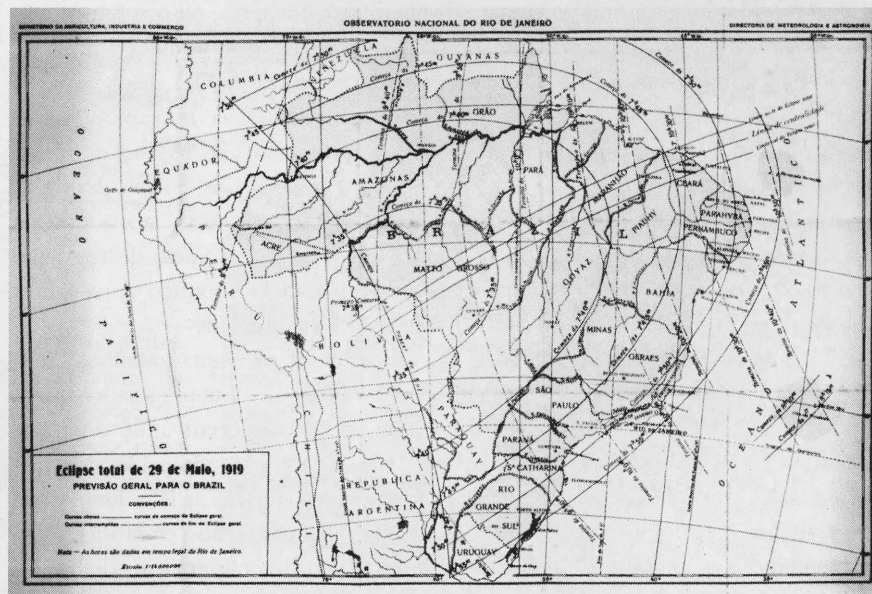


Figura 5. Trajetória do eclipse de 1919 no território brasileiro, segundo o estudo elaborado por Henrique Morize. As três linhas paralelas que cruzam o país da esquerda para a direita indicam o centro do trajeto e os limites da área em que o eclipse seria total. A observação ocorreu em Sobral, no Ceará (à direita, no final da trajetória).



Figura 6. Vista de uma rua da cidade de Sobral em 1919, agitada pela presença das diversas equipes de cientistas.

mo a teoria da 'luz zoodical' do austríaco Hugo von Seeliger, que explicava a seu modo o avanço do periélio de Mercúrio, ainda dificultavam a aceitação da teoria da relatividade geral.



LONDRES ENVIA DUAS EXPEDIÇÕES

Embora ainda existissem dúvidas, alguns cientistas adotaram rapidamente as idéias de Einstein. Um dos aliados da nova teoria era Eddington, o astrônomo inglês que havia participado das fracassadas observações do eclipse de 1912, no Brasil. É possível que seu primeiro contato com as previsões de Einstein sobre o desvio da luz tenha acontecido em Passa Quatro, por intermédio de Perrine, na época um dos interlocutores privilegiados de Freundlich.

No entanto, só após 1915 Eddington teve acesso às fontes originais das revolucionárias propostas do físico alemão, através do holandês Willem de Sitter, que lhe enviou cópias dos artigos. Mesmo com a Primeira Guerra ainda em curso, Einstein havia conseguido manter contato com a comunidade científica holandesa, em especial com de Sitter, que trabalhava em Leiden. Eddington, em seguida, encomendou a de Sitter uma série de três artigos sobre a teoria da gravitação de Einstein, publicados entre 1916 e 1917 no periódico *Monthly Notices of the Royal Society*. Cada vez mais interessado na nova teoria, Edding-

ton dedicou a ela vários artigos de pesquisa e de divulgação, e publicou, em 1918, um dos primeiros manuais a respeito da relatividade geral.

O astrônomo tinha a sua própria interpretação da teoria da relatividade geral, por ele denominada "Lei de Einstein". A questão da ação da gravitação sobre a luz era essencial para Eddington, que se lembrava dos trabalhos dos newtonianos do final do século XVIII sobre a luz. Aparentemente, ele não sabia dos cálculos do alemão von Soldner, mas conhecia as idéias de Michell e Laplace. Ele estava, em suma, consciente de que a teoria de Newton admitia a ação da gravitação sobre a luz, desde que se aceitasse a existência de corpúsculos luminosos, mas não exigia tal ação – ponto essencial na teoria einsteiniana. É curioso, hoje, constatar que uma teoria como a de Newton, tida no início deste século como um modelo científico, apresentava tamanha ambigüidade.

Eddington, em seus trabalhos, adotou um ponto de vista pragmático quanto ao problema da curvatura dos raios luminosos, defendendo a idéia de que a medição do desvio da luz, durante um eclipse, permitiria aos cientistas escolher definitivamente entre as teorias de Newton e Einstein. Sua opção pessoal, no entanto, já havia sido feita antes da realização das observações: ele preferia a Lei de Einstein.

As idéias de Einstein ainda eram

vivamente criticadas em Londres – Sir Oliver Lodge, físico inglês conhecido por seu trabalho com ondas de rádio, por exemplo, ainda acreditava no éter, o que o tornava um adversário contumaz da nova teoria –, mas ainda assim Eddington atraiu alguns colegas para o estudo da relatividade geral. O principal deles foi Frank Dyson, o Astrônomo Real, o que contribuiu para reforçar, entre os astrônomos ingleses, o projeto de enviar uma expedição para observar o eclipse previsto para maio de 1919.

Esse eclipse seria particularmente feliz, porque o Sol estaria na região das Hyades, um particularmente rico grupo de estrelas situado na constelação de Touro. Esse ponto foi ressaltado pelo próprio Dyson na revista *The Observatory*, em maio de 1917, em artigo escrito com o propósito de ganhar mais adeptos para a 'causa' do eclipse, que citava ainda outro aspecto especial deste: sua longa duração (cinco minutos).

Como o 'caminho' do eclipse atravessava o oceano Atlântico, era necessário escolher cuidadosamente o local de observação. A pedido de Dyson, o geógrafo Arthur Hinks comparou os méritos das cinco possíveis estações: a oeste do lago Tanganika (no Zaire, na região central da África); nas proximidades de Libreville, capital do Gabão (no litoral ocidental da África); a Ilha de Príncipe, possessão portuguesa (na costa ocidental da África); o Cabo de Palmas, na Libéria

(outro ponto do litoral africano, mais ocidental que Libreville); e a cidade brasileira de Sobral, no Estado do Ceará (figura 6). Três das primeiras estações foram rapidamente rejeitadas: o lago Tanganika porque o Sol ocuparia uma posição muito baixa no horizonte no momento do eclipse, e Libreville e o Cabo de Palmas por motivos meteorológicos.

Durante uma sessão do *Joint Permanent Eclipse Committee*, responsável pela união dos esforços da Royal Society e da Royal Astronomical Society, tomou-se a decisão de enviar duas expedições, uma para a Ilha de Príncipe, composta por Eddington e Cottingham, e outra para Sobral, contando com as presenças de Davidson e do padre Cortie. O estudo que Morize enviou a diversos observatórios, com todas as informações necessárias para a preparação de expedições a Sobral, foi levado em consideração na decisão inglesa. Dyson e Eddington, junto com o americano William A. Fowler e o inglês Herbert H. Turner, compunham o subcomitê encarregado da organização material das expedições, que contavam com a verba de 1.100 libras esterlinas (1.000 para a expedição e 100 para o material).

A decisão de realizar duas expedições não foi algo trivial. A guerra ainda não havia terminado e era extremamente

incomum enviar dois grupos para medir um único efeito. Por trás dessa decisão estava, sem dúvida, a admiração de Eddington pela Teoria de Einstein. Para o inglês, o eclipse de 1919 era uma chance que não podia ser desprezada, já que permitiria escolher entre as teorias de Newton e de Einstein, e a escolha de dois locais de observação reduzia os riscos. Mas a presença de Eddington na expedição tinha ainda outro motivo. Sendo um *quaker*, suas convicções religiosas o tornavam objetor de consciência, no caso de uma eventual convocação para a guerra, o que podia ser mal interpretado na época. Os professores de Cambridge, não querendo atrair sobre eles a animosidade da opinião pública inglesa, fizeram de tudo para que Eddington não fosse convocado, utilizando para isso razões científicas.

Outra questão delicada foi a escolha dos instrumentos. A equipe de Cambridge (Eddington e E. T. Cottingham) levou para a Ilha de Príncipe a luneta astrográfica de Oxford, e a equipe de Greenwich (Davidson e o irlandês Andrew Crommelin, que durante os preparativos substituiu o padre Cortie) escolheu a luneta astrográfica daquele observatório. Experiente em expedições desse tipo, o padre Cortie sugeriu que levassem também a luneta de quatro po-

legadas que ele usara em Hernösand, na Suécia, em 1905, além do celostato da Royal Irish Society.

O TEMPO AJUDA EM SOBRAL

As duas expedições embarcaram a 08 de março de 1919 para viagens que durariam seis meses, e se separaram em Lisboa. Davidson e Crommelin chegaram ao Estado do Pará a 23 de março. Informados de que Morize ainda não estava em Sobral, os astrônomos ingleses seguiram viagem até Manaus e ali passaram um mês. Assim, a expedição chegou a Sobral apenas a 26 de abril (figura 7). Em artigo de Crommelin, publicado em outubro de 1919 na revista *The Observatory*, há uma descrição da delegação brasileira que recebeu os ingleses em Sobral, composta por autoridades locais, civis e eclesiásticas. Os astrônomos ficaram hospedados na casa de um deputado da cidade, situada em frente à pista de corrida do Jockey Club, onde os instrumentos foram instalados (figura 8).

A expedição brasileira, chefiada por Morize, chegou à cidade a 9 de maio (figura 9). Seu principal objetivo era fazer observações espectroscópicas da coroa solar. O relatório de Morize sobre essas observações foi publicado na *Revista de Ciências*, da Sociedade Brasi-

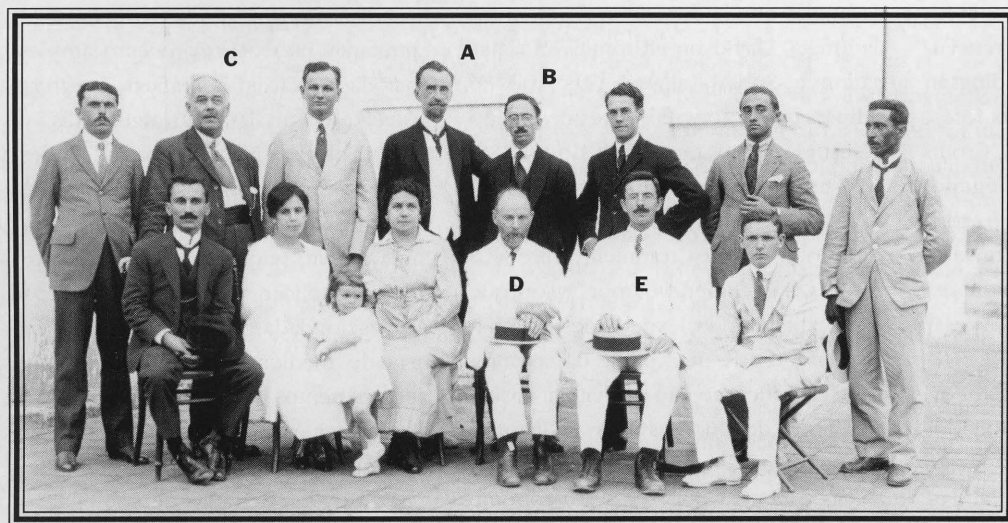


Figura 7. A expedição brasileira em Sobral, chefiada mais uma vez por Henrique Morize (A), com Lélío Gama (B), em encontro com astrônomos estrangeiros como H. Lee (C) e Andrew Crommelin (D) e Charles Davidson (E).

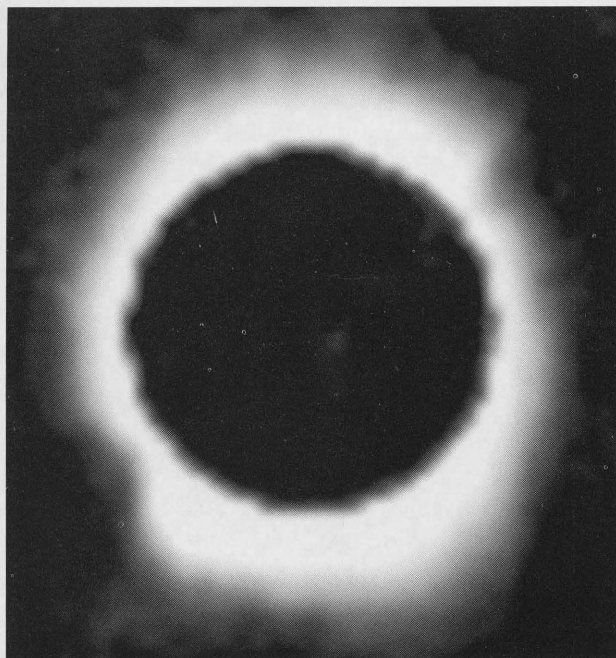


Figura 8. O eclipse solar ocorrido em Sobral, em uma das fotografias que permitiram comprovar a teoria da relatividade geral de Einstein, mudando os rumos da física.

leira de Ciências (antecessora da atual Academia Brasileira de Ciências). Com a aproximação do eclipse, crescia a ansiedade em relação às condições meteorológicas. O dia 19 de maio, segundo o relatório de Crommelin, amanheceu inteiramente nublado, mas algumas horas depois as nuvens se dissiparam e um imenso buraco surgiu entre elas. O Sol permaneceu nesse buraco durante a quase totalidade do eclipse, possibilitando a realização das fotografias (figura 10).

Do outro lado do Atlântico Sul, na Ilha de Príncipe, o tempo não cooperou. Pela manhã, chegou a chover torrencialmente, mas durante o eclipse Eddington e Cottingham obtiveram algumas fotos, por entre as nuvens. De Sobral, Crommelin enviou a Londres, por telégrafo, uma mensagem curta: “Esplêndido eclipse.” Da África, o otimista Eddington também telegrafou, mas não conseguiu escrever mais do que o seguinte: “Apesar das nuvens, esperançoso.”

As fotografias, reveladas posteriormente em Londres, mostraram resultados bem diferentes. Na Ilha de Príncipe, somente duas foram consideradas válidas,

embora registrassem apenas seis ou sete estrelas. Em Sobral, porém, os astrônomos ingleses ficaram entusiasmados com as várias placas fotográficas obtidas com o telescópio de quatro polegadas, de qualidade considerada entre satisfatória e excelente. Nessas imagens, sete estrelas apareciam bem nítidas. Já as fotografias tiradas com o astrógrafo de Greenwich continham 12 estrelas, mas estas apareciam de forma difusa. A explicação encontrada para o problema foi a de que, no momento do eclipse, a regulação do astrógrafo teria sido alterada em função da brusca queda de temperatura dentro da luneta. Davidson e Crommelin retornaram a Sobral, alguns dias após o eclipse, para fotografar o mesmo campo de estrelas, sem a presença do Sol.

O artigo final foi assinado por Dyson, Eddington e Davidson. Além de não incluir Cottingham e Crommelin entre seus autores, ‘substituindo-os’ por Dyson, que não participara das expedições, o trabalho descumpriu uma praxe da comunidade científica, ao não respeitar a ordem alfabética dos nomes dos assinantes. Dyson assinou e encabeçou o artigo, evidentemente, por ser o Astrônomo

Real, o que conferia mais respaldo aos resultados, e também por ter usado o prestígio de seu cargo para assegurar as expedições. Eddington, mesmo obtendo imagens pouco importantes para a medição do desvio da luz na missão que chefiou à Ilha de Príncipe, havia sido o maior incentivador das expedições. E Davidson, que chefiou a viagem a Sobral, era um dos grandes especialistas ingleses em eclipses.

Não resta dúvida de que os dados foram analisados e interpretados por Dyson e Eddington. Este trabalhava com três possíveis resultados das medições, todos referentes a um raio de luz que praticamente tocasse a borda do disco solar: a) um desvio igual a zero; b) um desvio igual a 0,87 segundo de arco; e c) um desvio de 1,75 segundo de arco. O desvio inexistente ou a segunda hipótese refutariam a teoria da relatividade geral de Einstein. O primeiro valor significaria que a luz não era afetada pela ação da gravitação, hipótese possível apenas dentro da teoria newtoniana. O segundo valor reforçaria as idéias de Newton, já que podia ser calculado lançando-se mão apenas de sua teoria da gravitação. O terceiro resultado, porém, indicaria que a gravitação einsteiniana era a verdadeira.



A NOVA TEORIA SE CONSAGRA

A medição do efeito previsto por Einstein, entretanto, não foi um processo simples. Em todas as placas fotográficas, as estrelas visíveis estavam situadas a alguma distância do Sol. Para calcular o valor do desvio na borda solar era necessário considerar as distâncias de cada estrela (e portanto de seus raios luminosos) ao centro do Sol e aplicar a lei do decrescimento do desvio, dada por $1/r$. Outros problemas de medida e de interpretação – deslocamentos ou rotações das placas – deviam ser subtraídos para tornar o cálculo mais preciso.

Como as fotografias de comparação

não tinham sido tiradas no mesmo momento e no mesmo lugar, outras diferenças, como a aberração e a difração, provocadas por diversos fatores, precisavam ser compensadas. Restavam ainda a serem corrigidos os chamados erros sistemáticos. Portanto, eram vários os fatores que podiam influenciar o resultado final, determinando que a análise fosse extremamente cuidadosa. Nenhuma das dificuldades, porém, era suficientemente forte para levar a uma possível contestação do resultado final.

Feita a análise, as medidas obtidas com as fotografias do telescópio de quatro polegadas foram consideradas as melhores, com um desvio médio de 1,98 segundos de arco (com margem de erro de $\pm 0,12$). As placas do astrógrafo da Ilha de Príncipe forneceram um valor médio para o desvio de 1,61 segundos de arco (com margem de erro de $\pm 0,30$,

maior que a de Sobral em função do menor número de estrelas visíveis). As placas do astrógrafo de Sobral forneceram o valor de 0,92 segundo de grau (correspondente à segunda possibilidade teórica, prevista pela teoria newtoniana), mas a baixa qualidade das imagens não permitiu estimar o erro provável, o que retirava delas qualquer valor científico. Eddington, Dyson e Davidson, portanto, preferiram ignorá-lo.

Tanto nesse artigo final quanto no *Joint Eclipse Meeting*, realizado em Londres a 6 de novembro de 1919, Eddington e Dyson não deixaram lugar para dúvidas, afirmando que os resultados obtidos em Sobral e na Ilha de Príncipe confirmavam a teoria gravitacional de Einstein.

Este artigo não pretende discutir a recepção dada a esses resultados na Inglaterra e em outros lugares. Aqueles momentos especiais da história do co-

nhecimento humano foram descritos de muitas formas. Uma dessas descrições é a que o matemático e filósofo Alfred North Whitehead fez do ambiente reinante na reunião do dia 6 de novembro, quando a teoria de Einstein foi consagrada, destronando a teoria da gravitação universal de Sir Isaac Newton, considerado por todos, até aquele dia, o maior cientista que já existiu:

“A atmosfera de intensa emoção era exatamente a mesma daquela existente no drama grego. Nós formávamos o coro que comentava os decretos do destino, tal como eles são revelados pelo desenrolar do acontecimento supremo. Havia um elemento dramático naquele cerimonial tão cênico e tão tradicional, o qual se dava tendo, como pano de fundo, um retrato de Newton, que nos lembrava que a maior das generalizações científicas acabava, naquele exato momento, após mais de dois séculos, de receber a sua primeira modificação. Nenhum interesse pessoal se encontrava em jogo: uma grande aventura do pensamento acabava, enfim, por atracar, e de maneira extremamente bem-sucedida, à margem.”

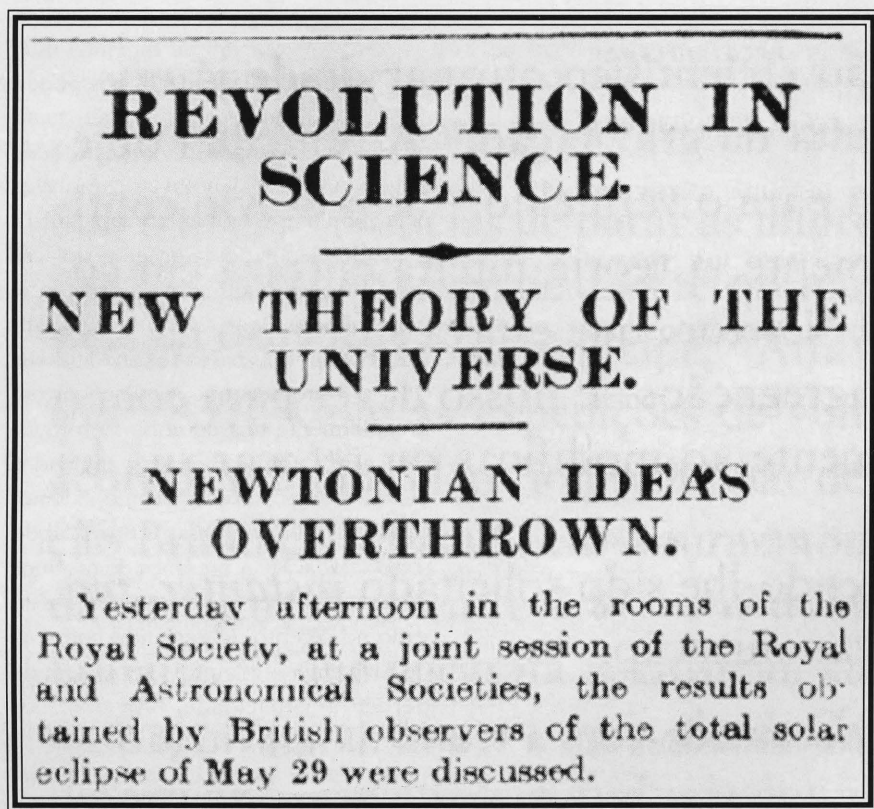


Figura 9. Em novembro de 1919, o jornal inglês *The Times*, em notícia intitulada 'Revolução na ciência', anunciou a derrubada das idéias de Sir Isaac Newton sobre o universo.

Sugestões para leitura:

- EINSTEIN, A. *Relativity – The special and the general theory*, Methven & Co., 1962.
- EINSTEIN, A. & INFELD, L. *A evolução da física*, Zahar Editores, Rio de Janeiro, 1976 (3ª edição)
- EISENSTAEDT, J. 'La relativité générale à l'étiage 1915-1955', em *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 35 (pp. 115-185), 1986.
- HEUTSCHER, K. 'Erwin Finlay Freundlich and testing Einstein's theory of relativity', em *Archive for History of Exact Sciences*, vol. 47 (pp. 143-201), 1994.
- WILL, C. M. *Was Einstein right? Putting general relativity to the test*, Oxford University, Oxford, 1989.
- *Eddington e Einstein*, Gradiva, Lisboa, 1992.

O MAL DE ALZHEIMER

*O ataque de proteínas
às células do cérebro*

O MAL DE ALZHEIMER É DOENÇA DEGENERATIVA DO TECIDO NERVOSO QUE AFETA CERCA DE 10 A 20% DA POPULAÇÃO COM MAIS DE 65 ANOS. CLINICAMENTE, ESSA DOENÇA CARACTERIZA-SE PELA PERDA PROGRESSIVA DA MEMÓRIA E POR DISTÚR-

BIOS DE RACIOCÍNIO E DE MOVIMENTO. O PROCESSO DEGENERATIVO AFETA A ATIVIDADE DOS NEURÔNIOS – PODENDO LEVAR À MORTE ALGUMAS DESSAS CÉLULAS – E REDUZ OS NÍVEIS DAS SUBSTÂNCIAS QUE FAZEM A LIGAÇÃO QUÍMICA ENTRE OS NEURÔNIOS, OS NEUROTRANSMISSORES. HOJE, OS TRATAMENTOS EXISTENTES APENAS PREVINEM OU ALIVIAM OS SINTOMAS, PRINCIPALMENTE NOS ESTÁGIOS INICIAIS DA DOENÇA, MAS INÚMERAS PESQUISAS BUSCAM ENTENDER ME-

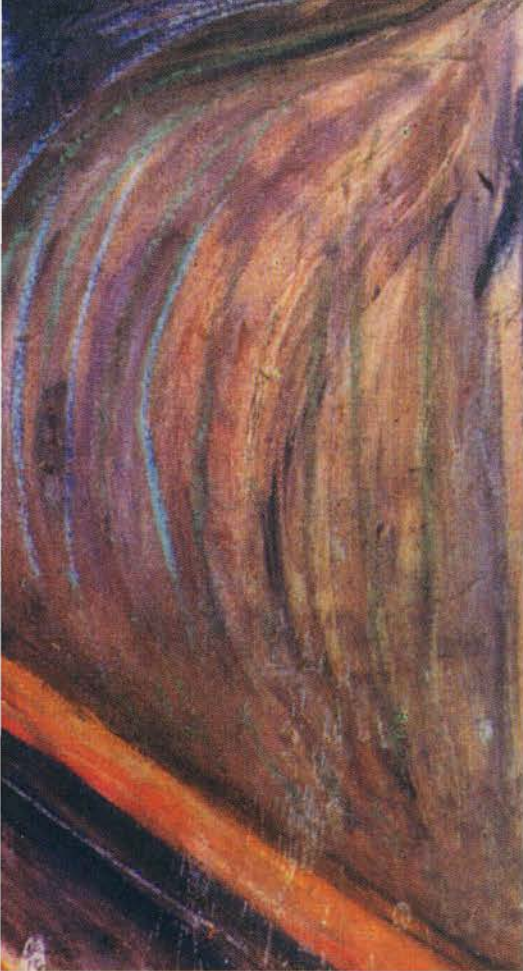
LHOR SUA ORIGEM E SUA EVOLUÇÃO, O QUE PERMITIRÁ DESENVOLVER NOVOS REMÉDIOS OU TERAPIAS. ENTRE ESSAS PESQUISAS, DESTACAM-SE AS QUE ABORDAM OS MECANISMOS BIQUÍMICOS ENVOLVIDOS NA DOENÇA.

Ricardo B. Maccioni
Paula Rodrigues
Laboratório de Biologia Celular e Molecular – Universidade do Chile, Centro Internacional para o Câncer e Desenvolvimento Biológico – Santiago, Chile.

O mal de Alzheimer está associado à formação em grande quantidade de dois tipos de agregados de origem protéica, denominados novos neurofibrilares (conhecidos como ONFs e situados dentro dos neurônios) e placas senis (as quais ocorrem no espaço entre os neurônios). Os novos surgem a partir dos filamentos pareados helicoidais (PHFs), estruturas que se desenvolvem irregularmente nos neurônios e provocam sérios transtornos nas atividades dessas células, impedindo que transmitam mensagens nervosas e provocando sua degradação. A presença de resíduos neuronais nesses novos – fato observado no cérebro de pacientes com mal de Alzheimer – comprova que, além de perder a capacidade funcional, os neurônios podem morrer.

As placas senis são compostas, na periferia, por prolongamentos neuronais e, na parte central, por fibras de uma proteína chamada amiloide- β . Inicial-

REPRODUÇÃO DO QUADRO O Grito DE EDUARD MUNCH



tura alteradas. O depósito dessa substância em torno dos vasos sanguíneos tende a aumentar quando o indivíduo recebe, através de medicamentos, substâncias que reduzem a resposta imunológica do organismo.

A partir das descobertas de diferentes mutações no gene responsável pela formação da proteína precursora do amiloide- β em famílias de portadores do mal de Alzheimer, tem sido postulado que os depósitos dessa segunda proteína no cérebro ocorrem no início da doença. No entanto, não existe consenso sobre como essa deposição leva à demência.

FATORES DETERMINANTES

A principal lesão neurológica do mal de Alzheimer é causada pelos novos neurofibrilares (ONFs), encontrados em sua maioria na área dos neurônios que contém o núcleo (o corpo neuronal) e nos prolongamentos dessa área (os dendritos). Em menor proporção, são detectadas lesões em fibras nervosas causadas pela formação dos filamentos pareados

helicoidais em dendritos, em outros filamentos do neuropilo – a rede formada pelos prolongamentos principais dos neurônios (os axônios), pelos dendritos e pelas células e fibras que sustentam o sistema nervoso (*glias*) – e nas ramificações neuronais anormais (os neuritos distróficos) que cercam algumas placas de amiloide- β (figura 1).

Alguns autores, entre eles o grupo de Wisniewski, do Centro de Investigação de Retardo Mental de Nova York, acreditam que a formação e a presença dos filamentos pareados helicoidais seja determinante na geração do mal de Alzheimer (figura 2). Para esses autores, outras desordens significativas, como os depósitos do amiloide- β são, por si só, insuficientes para causar a doença. Há também evidências de uma correlação entre a distrofia observada em ramificações dos neuritos e a manifestação de formas de demência clínica, e de que os pacientes podem ter certos níveis de depósito de amiloide- β sem apresentar, ainda, sinais de distúrbios cognitivos (na memória ou no raciocínio).

mente, os depósitos desse polipeptídeo (ver 'Glossário', ao final do artigo) não têm aspecto de filamentos, mas aos poucos adquirem essa forma, dando lugar às placas. Estudos recentes indicam que essas placas contêm fragmentos resultantes da quebra de grandes moléculas de uma proteína anterior (precursora), realizada por enzimas denominadas proteases. Em circunstâncias normais, as células liberam essa proteína e conseguem degradá-la em fragmentos inativos.

Acredita-se que o mal de Alzheimer envolva um mecanismo anormal em que certas proteases quebram a proteína precursora em regiões diferentes das quebras normais, gerando fragmentos que não se degradam naturalmente e formam as placas senis. A deposição do amiloide- β é acompanhada pela liberação de um lipopolissacarídeo, a lipofucina, e ocorre também nos pequenos vasos sanguíneos do cérebro, que gradualmente têm sua composição e estru-

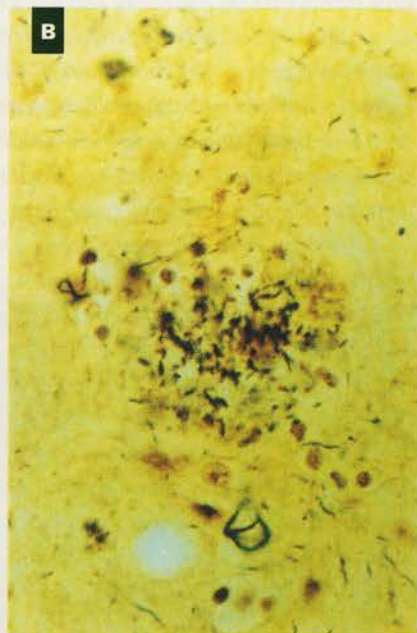
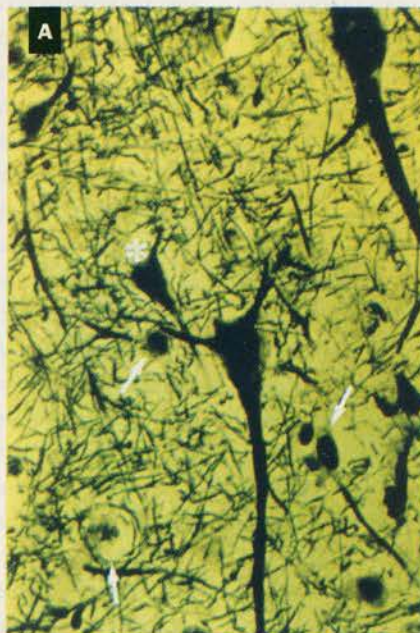


Figura 1. Efeitos patológicos em neurônios cerebrais. Em (A) estão seções do tecido cerebral (coloridas com nitrato de prata). As flechas mostram a localização dos novos neurofibrilares (ONFs), e o asterisco indica um neurônio em processo degenerativo. Em (B) é mostrada uma visão ampliada de um novo neurofibrilar (colorido com tioflavina-S).

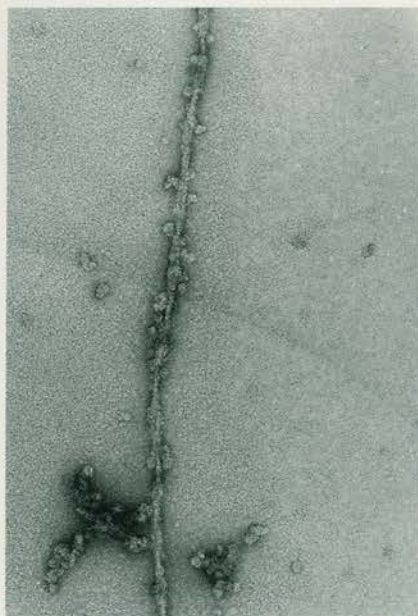


Figura 2. Fotografia, em microscópio eletrônico (aumento de 46 mil vezes) da estrutura de filamentos pareados helicoidais (PHFs) isolados logo após sua extração do tecido cerebral. Tais estruturas são formadas pela auto-agregação da *tau*.

O envelhecimento acarreta, normalmente, a formação dos fragmentos que compõem as placas senis, e os novos neurofibrilares só são encontrados, sem a presença do amiloide- β , em casos muito raros. Isso indica que essa proteína deve preceder a ocorrência desses novos. No entanto, admite-se que os dois eventos-chave do mal de Alzheimer – formação dos filamentos pareados helicoidais e das placas senis – contribuem de forma independente para a perda de atividade dos neurônios afetados.

A geração dos filamentos pareados helicoidais e a deposição de amiloide- β , embora sejam fenômenos molecularmente independentes, podem ter relação entre si, afetando de modo complementar o funcionamento do neurônio. Evidências recentes sugerem que o amiloide- β induz mudanças estruturais em outra proteína, denominada *tau*, acio-

nando o processo que leva à formação dos PHFs. Por outro lado, verificou-se recentemente que a formação do amiloide- β é estimulada por uma variante irregular da apolipoproteína E (apoE-4). A produção dessa última parece ser importante fator de risco genético na doença de Alzheimer.

A IMPORTÂNCIA DA *TAU*

Desde a descoberta dos filamentos pareados helicoidais, especula-se que haja uma relação entre eles e a rede tridimensional de filamentos que constitui a arquitetura do neurônio, ou seja, o citoesqueleto deste. Estudos realizados nos últimos 10 anos têm demonstrado que essas estruturas irregulares – os filamentos pareados helicoidais – formam-se principalmente a partir da *tau*, proteína que, associada aos filamentos de outras proteínas, compõe os microtúbulos pre-

O PAPEL DAS MODIFICAÇÕES DA *TAU* NA

Uma das causas prováveis da mudança na conduta funcional da proteína *tau* seria sua ligação com o fosfato (fosforilação) de forma anormal. No citoplasma, a proteína *tau* é normalmente fosforilada em aminoácidos específicos de sua estrutura, e acredita-se que esse tipo de fosforilação regule a capacidade da *tau* de associar-se aos microtúbulos e a outros filamentos do citoesqueleto, como visto na figura 3.

Na doença de Alzheimer, porém, a *tau* sofreria fosforilações adicionais (hiperfosforilação) em outras regiões da proteína. A *tau* encontrada no cérebro de fetos também apresenta hiperfosforilação, e algumas regiões fosforiladas identificadas nesse caso também têm sido encontradas na *tau* que forma os filamentos pareados helicoidais (PHFs). Isso sugere que a produção desses filamentos poderia derivar de uma alteração dos mecanismos que controlam a fosforilação da *tau* nos neurônios em processo de degeneração. Essa alteração faria reaparecer os padrões fetais de fosforilação e desregularia a atividade dos sistemas de proteínas específicas que controlam as fosforilações da *tau*.

Pesquisas têm revelado hiperfosforilações da *tau* por quinases – enzimas que controlam as reações de fosforilação dentro das células – ativadas por drogas que também cau-

sam multiplicação celular e por outros mecanismos. Esse tipo de reação gera estruturas do tipo dos PHFs. A existência de muitas formas dessa proteína levou Eckard Møller e colaboradores, na Universidade de Hamburgo (Alemanha), a usar recombinantes de *tau* (obtidos na bactéria *Escherichia coli*) e formas produzidas diretamente por mutação genética (de grande utilidade na análise das fosforilações) para estudar sua estrutura e suas reações.

Tais estudos sugerem que o tamanho estrutural da *tau* é determinado pela capacidade de auto-associação de unidades de moléculas da proteína e que essas unidades tendem a associar-se de forma não-paralela. Um resultado ainda mais interessante é o de que fragmentos da molécula da *tau* que contêm apenas as seqüências repetitivas parecem ter toda a informação necessária para gerar os filamentos pareados, mesmo na ausência de fosforilação.

Fosforilações irregulares na região carboxilterminal da *tau*, especificamente em alguns aminoácidos do tipo serina, estariam relacionadas às mudanças neuropatológicas produzidas no início do mal de Alzheimer. Assim, tais fosforilações contribuiriam para a atividade anormal de auto-agregação da *tau*.

sentes no citoesqueleto dos neurônios. Tais microtúbulos são essenciais para a dinâmica do citoplasma, para o transporte de materiais indispensáveis à vida do neurônio e para a divisão celular.

O citoplasma – meio celular – do neurônio apresenta em condições normais muitos microtúbulos e filamentos. Nessas condições, a proteína *tau* desempenha papel fundamental para a vida da célula, regulando a formação dos microtúbulos. A alteração dos sinais regulatórios da *tau*, provocada por razões ainda desconhecidas, faz com que essa proteína deixe de cumprir seu papel na manutenção da estabilidade do citoesqueleto, e adquira a capacidade aberrante de associar-se consigo mesma para formar polímeros (figura 3). Tais polímeros organizam-se nas estruturas altamente resistentes dos filamentos pareados helicoidais.

Para entender as funções da *tau*, em condições tanto normais quanto patológicas, é preciso estudar sua estrutura e os mecanismos que a levam à auto-associação. Sabe-se que a *tau* é um conjunto de várias proteínas de estrutura semelhante, originadas de genes também semelhantes. No cérebro humano há seis variantes da proteína *tau*. Uma das extremidades da molécula dessa proteína – uma região chamada de carboxilterminal – contém três ou quatro seqüências repetitivas de aminoácidos, que participam da união da *tau* com outras proteínas para a formação dos microtúbulos.

Estudos em biologia celular e molecular realizados em nosso laboratório nos permitiram conhecer mais a estrutura da *tau* e localizar dentro dos neurônios um grupo de isoformas, ou seja, formas semelhantes, dessa proteína.

Descobrimos, assim, que os polipeptídeos da *tau* desempenham o importante papel de mediadores na interação entre os diferentes filamentos que formam o citoesqueleto. Dessas observações surgiu uma série de perguntas sobre a geração dos filamentos pareados helicoidais e as bases moleculares do mal de Alzheimer. Qual a função das diferentes isoformas da *tau*? Como ocorre a auto-associação entre as moléculas da *tau* na estrutura desses filamentos? Há uma interação nos domínios repetitivos da *tau*, responsáveis por sua união com os microtúbulos, que explique a formação dos filamentos pareados (ver 'O papel das modificações da *tau* na gênese dos PHFs')?

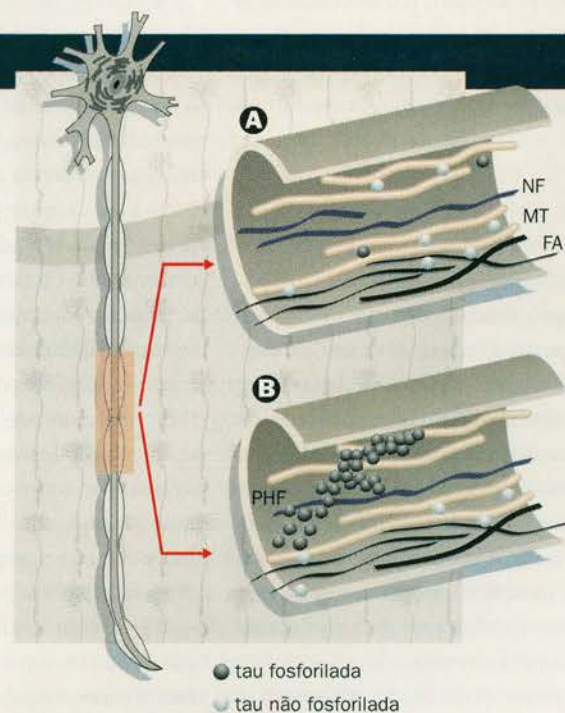
Em nosso laboratório, parte da pesquisa é orientada para conhecer os fundamentos moleculares que determinam a capacidade irregular de auto-associação

G Ê N E S E D O S P H F s

Figura 3. Representação esquemática das alterações na organização funcional da *tau*: em (A), o corte (simplificado) de um axônio neuronal normal indica a associação de espécies fosforiladas e não-fosforiladas da *tau* aos microtúbulos (MT) e filamentos de actina (FA); em (B), a *tau* alterada, como ocorre no mal de Alzheimer (B), levaria à formação de fibras pareadas helicoidais (PHFs) pela autopolimerização – ou auto-agregação.

Trabalhos recentes indicam que reações de glicosilação da *tau* estariam particularmente envolvidas na estabilização estrutural dos PHFs, e portanto na patologia do mal de Alzheimer. A glicosilação de uma proteína corresponde à ligação de um grupo aldeído (presente em um açúcar) a um grupo amino (presente em um aminoácido) livre, tal como o ϵ -amino do aminoácido lisina, para formar uma estrutura transitória denominada base de Schiff. A união do açúcar com a *tau* resultaria em novas e irreversíveis arrumações da molécula da proteína.

A estabilidade dos novos neurofibrilares e o alto conteúdo do aminoácido lisina na *tau* tornam essas estruturas alvos ideais para reações de glicosilação. No entanto, não se sabe ainda se a glicosilação é um evento posterior à transformação da *tau* nos PHFs – que ocorre durante um tempo prolongado,



tornando tais proteínas gradualmente menos solúveis – ou se essa reação é anterior ao surgimento dos PHFs e promove a auto-agregação da *tau*.

ção da *tau* para formar os PHFs. Utilizando sondas imunológicas e estudando as modificações na estrutura da *tau*, conseguimos analisar a natureza das possíveis alterações que permitem à *tau* formar essas fibras irregulares.

Pesquisas recentes permitiram demonstrar em laboratório que a *tau* purificada do tecido nervoso tem a tendência de se auto-agregar para formar fibras do tipo dos PHFs. Assim, a carbamilação – um tipo de reação química que ocorre nas lisinas, aminoácidos altamente reativos da proteína *tau* normal – levaria à auto-agregação, gerando polímeros resistentes como os encontrados nos PHFs. Embora esse tipo de reação aparentemente não ocorra nos neurônios, serve como modelo para a análise dos mecanismos de geração dos filamentos pareados helicoidais. Estudos sobre a distribuição da *tau* em diferentes compartimentos neuronais e pesquisas que usam anticorpos específicos para as diferentes formas da proteína permitiriam no futuro ampliar nossa visão sobre a patologia da doença de Alzheimer.

CHANCES DE TRATAMENTO

O mal de Alzheimer é processo crônico caracterizado por uma série de distúrbios neurológicos progressivos. Do ponto de vista clínico, a doença manifesta-se pela perda gradual das funções cognitivas, incluindo alterações de conduta e lenta deterioração da capacidade de comunicação e de orientação, além de perda da coordenação motora, entre outros efeitos. Cuidados médicos apropriados podem reduzir muitos dos sintomas e permitem ajudar o paciente e sua família a enfrentarem os problemas causados pela doença.

A biologia do mal de Alzheimer é muito complexa. Os riscos oferecidos por medicamentos que poderiam ser utilizados em testes terapêuticos e a incerteza quanto à sua eficiência obrigam a um controle rigoroso. De modo geral, é importante realizar avaliação neuropsico-

lógica sistemática do paciente, medindo eventuais alterações cognitivas e analisando cuidadosamente os possíveis efeitos colaterais dos fármacos empregados. A incerteza na eficiência do tratamento farmacológico torna mais importante o ambiente doméstico do paciente e a adequada orientação familiar em relação aos seus transtornos de conduta.

Uma das mais significativas alterações celulares nessa doença é a perda gradual de alguns neurônios que usam a substância acetilcolina como neurotransmissor e cujos prolongamentos alcançam o córtex cerebral. Essa perda impede as conexões neuronais em áreas-chave para o funcionamento do cérebro. Para controlar esse e outros tipos de efeitos têm sido usados múltiplos medicamentos, como a tetrahidroaminoacridina e a fisoestigmina, que aparentemente apresentam bons resultados se usados no início da doença.

Alguns cientistas acreditam que quanto mais se saiba sobre os genes responsáveis pela apolipoproteína-E e sobre a natureza dessa proteína, maior será a probabilidade de identificar os fatores de risco controláveis no mal de Alzheimer. Propõe-se, também, como uma via de investigação terapêutica, o bloqueio das enzimas que cortam de maneira irregular a proteína do amilóide, pela ação de fármacos. Isso desativaria as enzimas aberrantes formadoras de placas, e a fragmentação do amilóide- β seria normal. Uma outra possibilidade seria controlar seletivamente os mecanismos enzimáticos que determinam as hiperfosforilações da *tau* e sua agregação nos filamentos pareados helicoidais.

Um maior conhecimento integrado das bases biológicas do mal de Alzheimer e o possível controle dos processos bioquímicos alterados nessa doença poderiam conduzir a novos enfoques farmacológicos e, em consequência, ao desenvolvimento de vias terapêuticas mais concretas, que levem à cura ou, no futuro, à prevenção da doença.

GLOSSÁRIO

Carbamilação – Reação química em que um radical carbamila, formado por carbono, nitrogênio, hidrogênio e oxigênio, liga-se a algum grupo químico (no caso citado no artigo, à lisina).

Carboxiloterminial – Extremidade da proteína que contém o grupo químico carboxila (formado por um átomo de carbono, um de hidrogênio e dois de oxigênio) característico de alguns ácidos orgânicos.

Lipopolissacarídeo – Composto orgânico formado pela ligação de um lipídio com um polissacarídeo (carboidrato que reúne em sua molécula vários carboidratos menores). Carboidrato é composto orgânico que reúne em sua fórmula átomos de carbono, de hidrogênio e de oxigênio (os dois últimos na mesma proporção em que aparecem na água – H_2O).

Neurito – Designação genérica dada aos prolongamentos do neurônio (tanto dendritos como axônios). Quando o prolongamento se desenvolve de modo irregular, é chamado neurito distrófico.

Poli-peptídio – Composto orgânico formado por mais de dois aminoácidos ligados entre si, que exerce funções específicas no organismo.

Sonda imunológica – Anticorpo que interage com uma molécula específica, permitindo a identificação da presença dessa molécula, através de técnicas de contraste (espécie de 'sondagem').

Sugestões para leitura:

- FARLOW M.R. *Alzheimer disease and associated disorders*, Raven Press, Nova York, 1994.
CROSS D., VIAL C. e MACCIONI R.B. "A tau-like protein interacts with microtubules and stress fibers in human and rodent cell lines". Em *Journal of Cell Science*, nº 105 (51-60).

Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais



1º
setembro de 1996

INFORMAÇÃO PARA UMA SOCIEDADE MAIS JUSTA

Conferência Nacional
de Geografia e Cartografia

Conferência Nacional
de Estatística

Simpósio de Inovações
Reunião de Instituições Produtoras
Jornada de Cursos
Mostra de Tecnologias de Informação

27 a 31 de maio de 1996
Rio de Janeiro, RJ BRASIL



Promoção

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBGE

Associação Brasileira de Estudos Populacionais
ABEP

Co-promoção

Associação Brasileira de Estatística

ABE

Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
ABRASCO

Associação Nacional de Centros de Pós-Graduação em Economia
ANPEC

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia
ANPEGE

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais
ANPOCS

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em
Planejamento Urbano e Regional

ANPUR

Sociedade Brasileira de Cartografia
SBC

Organização

Simon Schwartzman, Coordenação Geral

Comissões de Programa

Confège

Cesar Ajara (IBGE)

Denizar Blitzkow (USP)

Jorge Marques (UFRJ)

Lia Osório Machado (UFRJ)

Mauro Pereira de Mello (IBGE)

Speridião Faissol (UERJ)

Trento Natali Filho (IBGE)

Confest

José Alberto M. de Carvalho (CEDEPLAR)

José Márcio Camargo (PUC-RJ)

Lenildo Fernandes Silva (IBGE)

Teresa Cristina Nascimento (IBGE)

Vilmar Faria (CEBRAP)

Wilton Bussab (FGV-SP)

Apoio

Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro - FIRJAN

Para maiores informações, contatar a Secretaria Executiva:

Rua General Canabarro, 666 - 3º andar, sala 362

20271-201 Maracanã Rio de Janeiro, RJ Brasil

Tels.: (021)284-8755/8749/8581/8039 - Fax: (021)254-3662

Email: encontro@cddi.ibge.gov.br

ENCONTRO discute informação para uma sociedade mais justa

Convidamos especialistas de instituições científicas, de pesquisa e das universidades, representantes de agências de governo, casas parlamentares, organizações não governamentais e sindicais, empresas e associações empresariais, os meios de comunicação e o público em geral para o Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, promovido pelo IBGE e um conjunto de entidades atuantes nas áreas de Ciências Sociais, Demografia, Economia, Estatística, Geografia e Cartografia, a realizar-se de 27 a 31 de maio de 1996, no Centro de Convenções da Firjan (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), na Av. Graça Aranha, 1 - Centro, Rio de Janeiro, RJ.

O primeiro comunicado, à sua disposição na Secretaria Executiva, divulga os temas a serem desenvolvidos no Encontro, visando a chamada de trabalhos de autores colaboradores. Nossa expectativa é que os eventos programados propiciem o exame aprofundado da situação das informações disponíveis no País em seus múltiplos aspectos, contando com a presença e a participação de pessoas representativas de todos os setores relacionados à sua produção e utilização.

Acreditamos ser o ambiente de conversa e controvérsia e de troca entre as diferentes disciplinas, nas mesas redondas e sessões temáticas das Conferências Nacionais de Geografia, Cartografia e Estatística e do Simpósio de Inovações, aquele que melhor enseja o aprimoramento do consenso sobre os fenômenos a serem mensurados para retratar a sociedade, a economia e o território nacionais e sobre as prioridades e formatos das informações necessárias para o fortalecimento da cidadania, a definição de políticas públicas e a gestão político-administrativa do País, e para criar uma sociedade mais justa.

Simon Schwartzman

Coordenador Geral do ENCONTRO

O ENCONTRO ora organizado tem um novo formato, reunindo eventos paralelos com dinâmica e objetivo específicos. As Comissões de Programa da Confège e da Confest, formadas por especialistas nestas áreas, a convite do IBGE, foram encarregadas da definição do elenco de conferências, mesas redondas e sessões temáticas e da indicação dos respectivos coordenadores, expositores, autores e debatedores a serem convidados.

As sessões temáticas abrem espaço ainda para autores colaboradores que devem enviar seus textos para aprovação dos coordenadores das sessões de seu interesse. As sessões da Confège estão organizadas nos grandes temas: A Representação do Espaço, Os Recursos Naturais e A Organização do Território. De modo análogo, as da Confest estão agrupadas em A Sociedade e A Economia.

O Simpósio de Inovações é uma ocasião para divulgar novas propostas, promover a troca de experiências e estimular a criatividade e a inovação. A idéia central é destacar e valorizar os pontos fortes da cultura metodológica e tecnológica das instituições produtoras.

A Reunião das Instituições Produtoras objetiva a troca de experiências e a análise conjunta de modelos de cooperação institucional.

A Jornada de cursos, dirigida tanto aos usuários quanto aos produtores, busca a difusão de metodologias e novas tecnologias.

A Mostra de Tecnologias de Informação apresenta publicações, produtos em meio magnético, equipamentos, softwares estatísticos e para geoprocessamento e sistemas de informações à distância.

Mulheres **cientistas**

Trabalho dobrado para chegar lá



NOS PAÍSES DO TERCEIRO MUNDO, A PARTICIPAÇÃO DA MULHER NA PESQUISA CIENTÍFICA É MÍNIMA. NO RIO DE JANEIRO, POR EXEMPLO, APENAS CINCO EM CADA 100 CIENTISTAS DA ÁREA DAS EXATAS SÃO MULHERES. EM CONTRAPARTIDA, ELAS SÃO A GRANDE MAIORIA NAS ESCOLAS QUE OFERECEM CARREIRAS CONSIDERADAS TÍPICAMENTE FEMININAS, COMO NA ÁREA DE NUTRIÇÃO. FOI A PARTIR DE DADOS COMO ESTES, QUE AS MULHERES REUNIDAS EM PEQUIM, ESTE ANO, APROVARAM UMA 'PLATAFORMA DE AÇÃO' PARA ASSEGURAR A MILHÕES DE MULHERES SUA PLENA PARTICIPAÇÃO NOS PROCESSOS DECISÓRIOS.



“A partir da constatação de que em muitos países, mesmo nos mais industrializados, a proporção de mulheres que se dedicam à pesquisa científica ainda é muito baixa, houve a preocupação de incluir no programa sessões voltadas para a discussão desse tema”, explica a socióloga Fanny Tabak, que esteve presente àquele que foi um dos acontecimentos mais importantes deste final de século – a IV Conferência Mundial de Mulheres, promovida pela ONU, na capital chinesa.

“A importância do encontro é evidente, primeiro, porque suas decisões afetam a metade da população mundial e também porque ali compareceram dezenas de milhares de mulheres de todos os continentes. Mas, principalmente, porque a plataforma de ação ali discutida, foi aprovada por representantes dos governos de mais de uma centena de países”, acrescenta Fanny Tabak.

No Fórum de ONGs, foram realizadas duas sessões de delegadas latino-americanas, para consolidar uma iniciativa tomada durante a conferência preparatória regional, realizada em Mar del Plata (Argentina), em agosto de 1994. Trata-se de uma Rede Regional de Mulheres Cientistas, que visa manter um intercâmbio regular entre diferentes países e

instituições. O ponto de partida é a criação de um banco de dados com informações sobre os progressos já alcançados na região, que possam ser utilizadas por todas as participantes. Os primeiros países a integrar essa rede são Brasil, México, Argentina e Costa Rica.

Coube à Organização para Mulheres Cientistas do Terceiro Mundo (Third World Organization for Women in Science, TWOWS), criada em 1988 e sediada em Trieste, junto à Academia de Ciências do Terceiro Mundo, promover uma mesa-redonda especial dentro da programação do Fórum de Organizações Não-Governamentais (ONGs), que se realizou imediatamente antes da conferência oficial.

A mesa foi coordenada pela vice-presidente da Academia de Ciências da China, Qiheng Hu, e coube à presidente da TWOWS, Lidya Makhubu, relatar as atividades desenvolvidas pela organização, no sentido de motivar mais mulheres para as áreas científicas. Fanny Tabak, autora deste artigo – *Obstáculos a superar* –, foi a expositora do tema ‘The Status of Girls in Science and Technology in Third World Countries’, trazendo os resultados de seu experimento ‘Mais mulheres em carreiras científicas’, realizado no segundo semestre de 1994, entre alunas do 2º grau, no Rio de Janeiro.

Obstáculos a superar

Fanny Tabak

*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico,
Universidade do Rio de Janeiro - UNIRio.*

Estudos realizados com apoio da Unesco entre 1960 e 1980 demonstraram que milhares de seres humanos não tiveram a oportunidade de contribuir com seu talento, sua criatividade, sua competência profissional, para o desenvolvimento de seus países. Esse enorme grupo é constituído pelas mulheres. Sobretudo nos países do Terceiro Mundo, onde muitas vezes as mulheres representam a maioria da população, a participação feminina no campo da ciência e da tecnologia ainda é mínima. No Brasil, pesquisas recentes demonstram que a situação não é diferente e que estratégias de incentivo à participação feminina devem ser discutidas e estimuladas.

Durante as décadas de 70 e 80, houve no Brasil significativa expansão do sistema educacional – público e privado – e um aumento visível da matrícula universitária. Os dados da Unesco são reveladores: enquanto em 1960 apenas 14 em cada 10 mil jovens brasileiros cursavam a universidade, em 1974 esse número havia aumentado para 90. Entre os países da América Latina avaliados nesse período, o Brasil foi o que apresentou maior aumento do número de matrículas – 17,8% por ano. Em grande parte, esse rápido crescimento decorreu do ingresso das mulheres na universidade.

A análise da distribuição dessas matrículas demonstra, no entanto, que a maioria das alunas procurava profissões ditas 'para mulheres': cursos nas áreas de ciências humanas e letras, ao invés, por exemplo, de engenharia, onde a presença delas é muito menor. Observa-se também que o aumento percentual das mulheres estudantes não é acompanhado de um aumento correspondente de professoras.

No final dos anos 80, as mulheres constituíam 30,5% dos pesquisadores com bolsas do CNPq; 31,5% dos autores de artigos científicos publicados em revistas nacionais

e 27,3% dos que publicaram em revistas internacionais; 30% dos autores de livros científicos publicados; 31,5% dos autores de teses acadêmicas; 32% dos expositores em congressos; 37,1% dos alunos de mestrado e 34,2% dos de doutorado. Entretanto, em 1988, o CNPq classificou na categoria mais alta de pesquisadores apenas 5,4% das mulheres da área de ciências exatas e 10% de engenharia, ao passo que a proporção em ciências sociais foi de 30,9% e em artes e letras atingiu 40,3%, conforme estudo da bióloga da UFB, Eliane Azevedo, de 1989.

Para avaliar as mudanças ocorridas nessa situação ao longo dos anos 70 e 80, estamos realizando um estudo sobre a evolução da presença feminina na formação de recursos humanos em diferentes áreas da ciência e da tecnologia. Os dados aqui apresentados são de uma das mais importantes universidades da área metropolitana do Rio de Janeiro: a UFRJ. Uma das preocupações principais é verificar se houve aumento substancial de estudantes do sexo feminino que concluíram o curso, e qual foi seu peso relativo nesse período de 20 anos (ver 'Iguais, mas nem tanto').

O estudo pretende também identificar as motivações e os obstáculos enfrentados pelas mulheres que optaram por uma carreira científica. Os mecanismos implementados por órgãos governamentais para estimular a opção das mulheres pela carreira científica, modificando a tendência tradicional serão examinados. Um terceiro ponto é avaliar a repercussão das denúncias feitas pelo movimento feminista, a partir do Ano Internacional da Mulher (1975), contra as inúmeras formas de discriminação e a persistência de estereótipos sexuais no sistema educacional, o que é confirmado pelo estudo da química da UFMG, Lucía Tosi (1991).

Entrevistas em profundidade com um grupo de mulheres cientistas, que vêm desenvolvendo pesquisas há pelo menos 10 anos, complementarão o estudo. Pretende-se discutir uma série de sugestões para atrair alunas do 2º grau para carreiras científicas. Em muitos países, estudos como esses – inclusive o de Sutherland, em 1988 – levaram a programas de orientação das estudantes na escolha de um curso universitário na área de Ciências Exatas e Naturais (ver 'Atraindo as meninas').



PABLO PICASSO

IGUAIS, MAS NEM TANTO

Em setembro de 1991, um primeiro seminário reuniu um grupo de mulheres dedicadas à pesquisa científica no Rio de Janeiro. Foi organizado pelo Núcleo de Estudos sobre a Mulher, da Pontifícia Universidade Católica (PUC/Rio). Cerca de 100 pesquisadoras atenderam ao convite enviado a numerosas universidades, institutos, centros e grandes empresas, tanto públicas quanto privadas, localizados na área metropolitana do Rio. Participaram efetivamente 51 delas, vinculadas a 16 diferentes instituições. As demais não puderam participar de uma jornada inteira de debates, por diferentes razões.

Buscando traçar o perfil das participantes, elas responderam a um questionário, elaborado pela comissão organizadora, formada pelas professoras Fanny Tabak (autora deste artigo e coordenadora do Núcleo), Terezinha Costa (engenheira de computação) e Djenane Pamplona (engenheira civil), todas da PUC/Rio. As respostas mostraram que a grande maioria das presentes atuava em pesquisa científica há mais de 10 anos, sendo que 11 há mais de 30. Cerca de metade do grupo tinha menos de 40 anos de idade, enquanto 27% do total já passara dos 50. Destas, algumas já trabalhavam em pesquisa há mais de 40 anos. Apenas 14% eram solteiras e somente 20 do total não tinham filhos. Aparentemente (mas só aparentemente, como veremos), não viam como uma contradição 'ser casada, com filhos' e 'seguir uma carreira científica'.

Uma das questões apresentadas era: "Quais as dificuldades

que encontrou para exercer sua profissão?". Entre as respostas, destaca-se "a própria estrutura da atividade científica", encarada habitualmente como "adequada apenas aos homens". O que implica a persistente resistência da sociedade em admitir que a mulher tem a mesma competência que o homem: pode errar e pode acertar como ele.

Todas as participantes tinham titulação acadêmica e uma importante produção científica, com publicação de livros no país e no exterior, capítulos e artigos em revistas nacionais e internacionais. Mas, apesar da experiência profissional, só 10 haviam chefiado departamentos ou laboratórios, e não mais de cinco dirigiram centros de pesquisa. Duas declararam que isso foi uma opção pessoal; as outras nunca foram convidadas.

Um conjunto de obstáculos foi apontado para explicar porque é difícil para a mulher brasileira seguir uma carreira científica. Em primeiro lugar (como mostram estudos em outros países), a dificuldade de conciliar a vida familiar com o trabalho. A 'dupla jornada' (profissão + tarefas domésticas) continua a ser um fardo, uma vez que o trabalho doméstico ainda é, entre nós, responsabilidade exclusiva da mulher).

A falta de creches e jardins de infância públicos (ou mesmo privados, a preço acessível), ao lado da persistência na sociedade de fortes elementos de machismo e estereótipos sexuais também foram mencionados. Uma das consequências dessa situação é que a mulher tem dificuldade em viajar para participar de congressos e conferências, tão essenciais para seu desenvolvimento na carreira.

Sobre a UFRJ, já estão disponíveis dados iniciais sobre os anos de 1970, 1975, 1980, 1985 e 1990, escolhidos por sua representatividade. O conjunto inclui o ano inicial de cada década e os anos-marco definidos pela ONU, no seu esforço de contribuir para a elevação do *status* da mulher (1985 marcou o encerramento da Década da Mulher). Em alguns casos, diante da dificuldade de obter informação para um desses anos, foi utilizada a informação referente ao ano mais próximo.

Em certas áreas de estudo, é fácil detectar certas mudanças, tanto referentes à matrícula (Quadro 1) quanto à conclusão do curso pelas estudantes em cada um dos centros, departamentos, institutos ou faculdades da UFRJ (Quadro 2). Há diferenças substanciais entre o Centro de Tecnologia, que engloba os vários departamentos de engenharia, o Centro de Ciências Naturais e Matemáticas, e o Centro de Ciências da Saúde.

No Centro de Ciências da Saúde, o número de mulheres

é muito maior. Basta dizer que elas constituíam a quase totalidade das matrículas no Instituto de Nutrição nos anos avaliados. Eram também mais da metade nos cursos de Farmácia, Odontologia e Biologia. Na Faculdade de Medicina, a presença feminina superava a masculina, como mostra Quadro 1. No Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, o Instituto de Química era o que mais atraía as mulheres e o de Física o que atraía menos.

Mas os números mais surpreendentes, pela ausência, são os do Centro de Tecnologia: sem considerar o departamento de Engenharia Naval (onde nenhuma mulher estava matriculada nos anos estudados), os menores percentuais de estudantes do sexo feminino foram encontrados nos de Engenharia Mecânica e Metalúrgica. Somente na Engenharia Química é que as mulheres apareciam em números mais expressivos.

Também foram poucas as mulheres que se graduaram em cada um dos centros e departamentos da UFRJ,

ATRAINDO AS MENINAS PARA NOVAS CARREIRAS

Desde 1994, sob inspiração das discussões ocorridas no I e II Encontros de Mulheres Cientistas, vem sendo desenvolvida uma ação junto a grupos de alunas do 2º grau de quatro escolas do Rio de Janeiro: duas públicas (André Maurois e Pedro II) e duas particulares (Colégio Teresiano e Centro Educacional Anísio Teixeira). O critério adotado para a escolha das escolas foi o índice de aprovação no vestibular.

O objetivo era fornecer informação às alunas sobre as carreiras nas áreas da Ciência e Tecnologia, mostrar a importância da pesquisa científica para o desenvolvimento sustentável e oferecer a oportunidade de visitar laboratórios. O projeto foi apoiado pelo UNIFEM e pela UNI-Rio e foi documentado em vídeo, exibido no Fórum de ONGs da reunião de Pequim, em setembro de 1995.

O vídeo foi exibido também na reunião anual da Sociedade



Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em São Luís, Maranhão, na sessão intitulada 'Mulher, Ciência e Tecnologia'. Sessenta estudantes da segunda série do 2º grau formaram uma animada platéia para palestras de mulheres cientistas e reagiram com interesse e muitas perguntas sobre profissões nas várias áreas científicas. Depois, as jovens visitaram laboratórios da Fiocruz, onde tiveram contato com a rotina da pesquisa. Essas estudantes estão agora enfrentando o desafio do vestibular, e brevemente saberemos se a escolha que fizeram foi influenciada favoravelmente por essa experiência.

sobretudo em Engenharia e Física. Foi o Centro de Ciências da Saúde que apresentou o maior percentual de formandas: 100% dos graduados em Nutrição (1970 e 1990) e quase o mesmo em Enfermagem (1970 e 1985).

No Centro de Tecnologia, houve uma mudança: enquanto em 1970 nenhuma mulher concluiu os cursos de Engenharia Metalúrgica, Mecânica, Naval ou de Produção, 20 anos depois todos esses departamentos contavam com mulheres graduadas. O percentual mais alto

coube à Engenharia Química e o mais baixo à Engenharia Mecânica. É interessante observar que, desde 1970, a Matemática já motivava estudantes do sexo feminino, assim como a Biologia e a Farmácia.

Nas pós-graduação, o número das que concluíram suas dissertações de mestrado indica uma situação diferente. Nas Ciências Matemáticas e da Natureza, duas mulheres obtiveram o título em 1979, mas nenhuma em Matemática, Física, Química Orgânica, Bioquímica ou Físico-química.

QUADRO I • MULHERES EM CURSOS DE GRADUAÇÃO, POR CENTRO E DEPARTAMENTO

Centros	Cursos	1977		1982		1985		1990	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Tecnologia: Engenharias	Civil (*)	15	12,3	5	21,7	3	20,0	5	21,7
	Elétrica	14	17,3	1	11,1	9	3,0	14	4,5
	Metalúrgica	1	7,1	1	12,5	0	0,0	0	0,0
	Mecânica	7	5,5	0	0,0	1	10,0	2	12,5
	Produção	6	17,6	1	50,0	0	0,0	0	0,0
	Química	78	33,6	55	26,4	83	40,3	81	39,0
Ciências	Matemática	92	61,3	65	40,3	73	39,0	70	36,0
Matemáticas	Física	37	30,3	23	20,2	22	21,1	19	18,6
e Naturais	Química	35	49,3	26	52,0	24	52,1	30	67,0
Ciências da Saúde	Medicina	103	35,0	91	49,0	81	46,0	101	62,2
	Odontologia	35	55,0	46	58,2	37	53,0	44	60,3
	Farmácia	87	71,3	82	62,6	84	62,0	90	63,4
	Nutrição	40	95,2	60	93,7	64	98,4	65	91,5
	Biologia	75	60,0	81	59,5	53	47,7	66	59,0

Fonte: Divisão de Registro de Estudantes/UFRJ.

(*) Inclui Engenharia de Estruturas, Recursos Hídricos e Ciências da Terra.

QUADRO II • NÚMERO DE MULHERES QUE CONCLUÍRAM SEUS CURSOS, POR CENTRO E ÁREA DE ESTUDOS

Centros	Cursos	1970		1975		1980		1985		1990	
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Tecnologia: Engenharias	Civil*	3	2,0	14	9,5	13	14,6	13	14,3	8	15,4
	Elétrica	2	0,8	7	6,8	3	4,0	11	11,8	11	14,3
	Metalúrgica	0	0,0	1	6,2	0	0,0	2	12,5	1	20,0
	Mecânica	0	0,0	0	0,0	2	1,6	6	8,2	3	27,3
	Produção	0	0,0	5	19,2	6	22,2	3	11,1	7	10,0
	Química	34	29,3	37	37,0	50	36,7	30	34,1	31	36,0
Ciências Matemáticas e Naturais	Matemática	26	44,8	16	64,0	38	57,5	62	54,0	27	42,2
	Física	26	21,6	30	25,6	19	19,0	20	21,7	18	18,0
	Química	5	31,2	16	50,0	30	71,4	9	56,2	7	58,3
Ciências da Saúde	Medicina	++	++	77	21,1	149	46,4	62	52,5	27	47,5
	Odontologia	17	38,0	35	66,0	31	57,4	38	57,5	36	58,0
	Farmácia	++	++	53	68,0	156	74,6	97	74,0	80	67,2
	Nutrição	18	100,0	11	91,6	37	97,3	41	95,3	40	100,0
	Biologia	28	85,0	14	70,0	45	63,4	33	53,2	40	66,6
	Enfermagem	66	98,5	87	89,7	77	90,5	241	95,2	59	88,0

Fonte: Divisão de Registro de Estudantes/UFRJ.

(*) Inclui Engenharia de Estruturas, Recursos Hídricos e Ciências da Terra. ++ Não foram obtidos dados.

Em 1980, as mulheres estiveram ausentes apenas da Físico-química: em todas as outras áreas havia matrículas. O maior percentual foi em Bioquímica (77,7%). Em 1990, elas apareciam em todas as áreas, constituindo 80% dos que obtiveram o grau de Mestre em Bioquímica.

No Centro de Ciências da Saúde, quatro mulheres (66,6% dos inscritos) obtiveram o título de Mestre em 1970. O maior percentual (90%) foi em Nutrição. E em 1990, embora os números absolutos sejam baixos, somente mulheres obtiveram o título de Mestre em Microbiologia, Biofísica e Histologia, o que pode ser considerado até atípico.

O Centro de Tecnologia foi, mais uma vez, o menos procurado pelas mulheres. Em 1970, elas estavam somente em três das 11 áreas de estudo. Ou seja: nenhuma mulher defendeu dissertação de mestrado nas outras oito áreas. Só três mulheres obtiveram o título de Mestre, sendo uma em Engenharia Elétrica, uma em Engenharia Química e uma terceira em Geotecnia.

Em 1980, o número de áreas 'vazias' foi reduzido para duas (Engenharia Mecânica e Engenharia Hídrica) e houve, também, uma surpresa: três mulheres (60% do total de alunos) tornaram-se mestras em Engenharia Oceânica. Mas seus percentuais mantiveram-se muito baixos em outras áreas, como Engenharia Elétrica e Civil (11%).

Em 1990 todas as áreas do Centro de Tecnologia registraram a presença de mulheres, mas em números

muito reduzidos: apenas uma em Engenharia Oceânica e Engenharia Mecânica (menos de 10%) e duas em Engenharia Elétrica, Engenharia de Transportes, Engenharia Metalúrgica, Nuclear e de Recursos Hídricos. Esta última área apresentou o maior percentual (50%), enquanto Engenharia Elétrica teve o mais baixo (8%).

No doutorado, a presença das mulheres é ainda menor, o que seria de esperar. Nos anos considerados, poucas mulheres defenderam teses, por exemplo,



Rede Latino-americana de Mulheres Cientistas.
Da esquerda para direita: Silvia Kochen (Universidade de Buenos Aires), Norma Blazquez (Universidad Autónoma do México), Fanny Tabak (UNI-Rio), Diana Maffia (Universidade de Buenos Aires).

PRECONCEITO: A MATRIZ DA AUSÊNCIA FEMININA

Falta de condições, de estímulo, preconceitos. São apenas alguns dos fatores que afastam as mulheres das carreiras científicas. Numa sociedade marcadamente patriarcal, idéias como 'mulher não tem pensamento lógico' ainda pesam – mesmo que veladamente – sobre o futuro profissional das meninas. Foram estes alguns dos temas debatidos durante dois encontros de mulheres cientistas realizados no Rio de Janeiro. No primeiro deles, organizadas em grupos, as participantes trabalharam com as seguintes questões:

1 - Por que há tão poucas mulheres em carreiras científicas no Brasil?

Falta de estímulo para uma carreira científica. Numa sociedade em que o patriarcado está tão enraizado e a família em geral não ajuda as filhas a seguirem esse tipo de carreira, para muitos pais, ainda hoje, há carreiras adequadas apenas aos homens. Além disso, existe muito pouca informação sobre a especificidade da carreira nas escolas de 2º grau e, em muitas dessas escolas, os estereótipos sexuais ainda são fortes. Por exemplo, os professores admitem que a lógica e a razão são características masculinas, não femininas. Outras razões: casamento, filhos, gravidez, baixos salários, pressões sociais, dificuldades de acesso a postos de chefia.

2 - Como aumentar a motivação das meninas para a ciência?

Usar os meios de comunicação para informar melhor sobre essas carreiras e suas atrações. Dedicar mais atenção e esforço à educação básica, à formação de professores do ensino primário, que podem ser importantes agentes para essa motivação. Ampliar a oferta de literatura sobre ciência para crianças, buscando ao mesmo tempo redefinir os papéis sexuais. A responsabilidade dos pais nesse processo foi enfatizada: como se sabe, é comum a expectativa de que as

filhas venham a reproduzir o mesmo papel social de suas mães. No curso superior, aumento de bolsas e auxílios governamentais para alunas com bom desempenho; nas agências financiadoras, maior apoio a instituições que incluem mulheres em suas equipes técnicas.

3 - Quais os problemas mais sérios nos locais de trabalho?

Entre os problemas 'externos': rigidez da comunidade científica e diferentes formas de discriminação, com base na 'superioridade' dos homens. Entre os problemas 'internos', ou pessoais: família; tendência a uma certa autodiscriminação, ligada a condições desfavoráveis como discriminação salarial e dupla jornada: muitas mulheres nem mesmo lutam por uma promoção; falta de agressividade, timidez.

O fato de que o conhecimento humano é cada vez mais subdividido em áreas menores de especialização também foi visto como uma dificuldade para que se abordem de modo mais abrangente os problemas enfrentados pelos cientistas em seu conjunto. Muitas participantes consideram essa abordagem global como fundamental para a avaliação do trabalho executado pelas mulheres. Elas acham que seminários e debates sobre os problemas enfrentados pelas cientistas mulheres podem ajudá-las a encontrar maior apoio emocional, reduzindo-se assim os aspectos negativos.

4 - Quais as dificuldades que as mulheres encontram em sua vida pessoal, em virtude de sua profissão?

Uma das afirmações feitas pelas participantes é que, quando o casal segue carreiras científicas, muitos homens não suportam que suas mulheres sejam mais brilhantes ou tenham mais êxito, ou ganhem mais do que eles.

O assédio sexual também foi assinalado. Uma forma surpreendente de discriminação é a 'punição' contra mulheres que rejeitam o assédio de colegas hierarquicamente superiores.

entre as diferentes especialidades da Engenharia Civil, em Engenharia de Estruturas, Geotecnia, Hidráulica e Química. Entretanto, foram mais numerosas em Química Orgânica, Microbiologia, Biofísica e, especialmente, em Ciências Médicas.

Os dados avaliados, relativos à matrícula inicial de alunos nos três centros de Ciências da UFRJ e à conclusão dos cursos, mostram que, após 20 anos – de 1970 a 1990 – são ainda as mesmas áreas tradicionais que motivam as jovens, quando decidem escolher a carreira a seguir. Como exemplo, pode-se comprovar que a proporção de mulheres se manteve extremamente baixa na área de Engenharia.

Quando indagadas sobre as dificuldades que enfrentam

em suas carreiras, as mulheres cientistas não hesitam em enumerar uma série de fatores (ver 'Preconceito: matriz da ausência feminina'). Algumas se referem à vida familiar, às responsabilidades sociais, mas muitas ressaltam as condições desiguais no trabalho. Ou seja, a própria comunidade científica não facilita para as mulheres o acesso a uma carreira profissional no campo da ciência. Também as universidades não se preocupam em atrair mais estudantes mulheres para áreas vitais. Esse parece ser o caso justamente da UFRJ. O seu Colégio de Aplicação, por exemplo, poderia ter uma atuação muito mais importante, no sentido de motivar mais meninas para as áreas científicas.

Elas podem se defrontar com sérias dificuldades para obter promoções. Além disso, é comum, no meio acadêmico, acreditar que uma mulher conseguiu ser vitoriosa em sua carreira graças à sua aparência ou porque usou seus atributos sexuais.

Atitudes discriminadoras por parte de mulheres também foram comentadas. Muitas das que conseguem alcançar posições elevadas resistem a admitir que outras possam ter sido discriminadas. Neste caso, estão desempenhando um papel 'machista'. Nessa mesma direção está a atitude de cientistas solteiras que, conscientemente ou não, discriminam colegas casadas, sob o argumento de que elas seriam incapazes de realizar determinadas atividades, por terem que cuidar do marido e dos filhos.

No II Encontro de Mulheres Cientistas, que reuniu as profissionais de pesquisa científica no Rio de Janeiro, as discussões se aprofundaram. O intuito era saber como essas profissionais conseguiam articular suas carreiras com cada uma das quatro grandes 'áreas' ou dimensões de sua vida existencial: afeto, família, sociedade e trabalho. Embora reconhecendo que a situação da mulher brasileira melhorou, em termos de *status* social, sua participação nas áreas de Ciência e Tecnologia não aumentou de maneira significativa. A conclusão foi que a sociedade continua preparando a mulher para áreas tradicionalmente femininas.

Um conjunto de dificuldades foi mencionado: falta infraestrutura social para liberar as mães para o trabalho (ainda a carência de uma rede de creches), falta ousadia às mulheres para se revoltarem contra o modelo tradicional. Algumas sugestões apresentadas para ampliar aquela participação: 1) os órgãos públicos que apóiam a pesquisa deveriam ter cotas para mulheres; 2) bolsas de iniciação científica deveriam ser dadas também nas escolas de 1º e 2º graus, com cotas reservadas para meninas; 3) inclusão das mulheres cientistas no processo de definição das prioridades de pesquisa no país.

Sugestões para leitura:

- AZEVEDO, E. et al. 'A mulher cientista no Brasil. Dados atuais sobre sua presença e contribuição', *Ciência e Cultura* nº 41, 1989.
- CALIL, H. 'The Contribution of Brazilian women to Science and Technology', *The Role of Women in the Development of Science and Technology in the Third World*, Trieste, 1991.
- TOSI, L. 'A mulher brasileira, a universidade e a pesquisa científica', *Ciência e Cultura*, nº 33, 1981.
- CAMILLO-COURA, L. 'The Role of Women in Medicine in Brazil', *The Role of Women in the Development of Science and Technology in the Third World*, Trieste, 1991.
- KRETTLI, A.U. 'Women in the Development of Science in Brazil: Discrimination at Family Level?', *The Role of Women in the Development of Science and Technology in the Third World*, Trieste, 1991.
- SUTHERLAND, M. 'Women in Higher Education: Effects of Crises and Change', *Higher Education*, nº 17, 1988.



Carmen Portinho

AS LUTAS DE UMA PIONEIRA



Seu nome está ligado a dois empreendimentos vitais para as artes plásticas: O Museu de Arte Moderna e a Escola Superior de Desenho Industrial. Mas, para chegar aí, Carmen Portinho enfrentou preconceitos e desafios. Como ter que escalar, logo no primeiro dia de trabalho – por ordem de um chefe machista – o telhado do prédio da prefeitura do Rio de Janeiro, para fiscalizar um pára-raios.

À frente de seu tempo, numa época em que os estudos técnicos eram menosprezados e o acesso feminino ao ensino superior era uma raridade, Carmen Portinho foi a terceira mulher a se formar engenheira civil na Escola Politécnica da antiga Universidade do Brasil. E, como se não bastasse, a recém-formada engajou-se em duas frentes de luta: a da conquista dos direitos civis e políticos e a do reconhecimento profissional para as mulheres. A engenheira tornou-se, então, militante feminista.

De uma visita à Inglaterra do pós-guerra, trouxe a experiência da reconstrução urbana, sobretudo das áreas populares.

À frente do MAM, do qual foi diretora por mais de 15 anos, lutou pela renovação estética da arte, “criando o Atelier de Gravura, de onde saiu uma geração de

artistas”, lembra a artista plástica Fayga Ostrower. Sempre pioneira, Carmen realizou as primeiras exposições de vanguarda no Rio de Janeiro. Na Escola Superior de Desenho Industrial (EsdI), enfrentou os duros anos da década de 60, protegendo os alunos, para que não caíssem nas mãos da polícia. Numa época em que se busca resgatar a imagem da mulher e sua contribuição nas diversas áreas do conhecimento, Carmen Portinho, aos 90 anos, mantém-se ativa, trabalhando como assessora do Centro de Tecnologia da UERJ e participando de júris de arte.

Entrevista concedida à Vera Rita Costa (Ciência Hoje/São Paulo).

Quando a senhora se formou, em 1925, mulher na engenharia era uma raridade. Por que a senhora escolheu essa carreira?

Antes mesmo de terminar o curso preparatório, prestei exame para a Escola Nacional de Belas Artes e passei. Naquele tempo, se você tivesse aprovação em oito exames preparatórios, poderia se matricular e fazer o curso. Então, enquanto ainda completava os preparatórios, eu já estava cursando Belas Artes. Quando terminei todos os exames, fui com uma professora do preparatório à engenharia para saber se poderia fazer o curso. Lá descobri o que eu queria: uma carreira que me permitiria a independência econômica, coisa que a Escola de Belas Artes não me daria logo. Naquele tempo, todos que se formavam em engenharia arranjavam trabalho. Eu entrei muito nova na Escola Politécnica: com uns 20 anos já estava formada. Era a única mulher na minha turma e a terceira a frequentar o curso de engenharia civil. Antes de mim – cursando o terceiro ano quando eu entrei – estava a Maria Esther Corrêa Ramalho. Também havia passado pela escola a Edwirges Becker. As duas, quando se formaram, foram trabalhar no setor público, na prefeitura do Distrito Federal: a Maria Esther na Diretoria de Viação e Obras e a Edwirges na Diretoria de Portos de Mar. Mas ainda cursei Belas Artes por dois anos, o suficiente para que a arte ficasse em mim.

Qual foi a reação de sua família diante dessa escolha profissional?

Meu pai era um homem progressista. Ele concordou com a minha escolha, sem preconceitos. As pessoas perguntavam: “você vai deixar sua filha tão jovem entrar para um curso de engenharia?”. Ele dizia: “mas ela quer apenas estudar...” Eu não tinha parentes engenheiros e nem houve indicação. Apenas uma professora do curso preparatório me ajudou e orientou. No meu tempo era comum os pais interferirem na escolha profissional. Os meus pais, não! Eles queriam que eu estudasse e me proporcionaram tudo para isso, desde pequena. Hoje é completamente diferente: há muitas mulheres formadas e os pais nem querem saber.

Por que a senhora queria ser independente financeiramente?

Éramos nove irmãos e eu era a mais velha. Daí a minha preo-

“CARMEN PORTINHO É UM EXEMPLO.

DE PROFISSIONAL, DE SER HUMANO,

DE MULHER. SUA VIDA, TODA ELA VOLTADA PARA

AS CAUSAS JUSTAS, PARA A CONQUISTA

DE NOSSOS DIREITOS

E A DEFESA DOS VALORES AUTÊNTICOS,

COLOCA-A ENTRE AS PERSONALIDADES MAIS

DESTACADAS DE SUA GERAÇÃO.”

Ferreira Gullar, poeta

cupação em seguir uma profissão que me desse independência financeira.

Na Escola Politécnica a senhora sofreu influência de algum professor em especial?
Em especial, não. Mas lembro-me de vários deles: do professor Maurício Joppert, de hidráulica, e do Amoro-so Costa, de astronomia, que morreu na queda do avião, durante o voo sobre a baía da Guanabara em homenagem ao Santos Dumont. Tam-

bém me lembro do Sampaio Corrêa, do Belfort Roxo e do Henrique Morize, que nos dava aulas de física e era diretor do Observatório Nacional. Foi ele quem trouxe a Madame Curie para dar uma aula na escola. Isso deve ter sido por volta de 1920. Achei-a fantástica, mas não estive diretamente com ela, porque eu tinha acabado de entrar na Politécnica, era aluna do primeiro ano e ainda muito criança – tinha somente uns 15/16 anos.

Qual foi seu primeiro emprego?

Essa é uma história curiosa: no dia da colação de grau, em abril de 1926, minha mãe chamou minha atenção para uma nota no Jornal do Brasil, dando conta de minha nomeação como engenheira-auxiliar para a prefeitura do então Distrito Federal. Estranhei e só durante a entrega dos diplomas entendi a notícia: o prefeito Alaor Prata foi o paraninfo da turma e como eu era a única mulher, ele achou de me homenagear, contratando-me para trabalhar na Diretoria de Obras e Viação da prefeitura.

Ele a escolheu apenas por ser mulher?

Acho que sim. Fui convidada por acaso, porque era a única mulher da turma. Como fui uma das primeiras mulheres a se formar em engenharia civil, fui muito festejada pelos colegas. Além do que, eu era boa aluna e uma das bolsistas. Naquele tempo, os próprios alunos elegiam três colegas que não deveriam pagar para cursar a faculdade.

Houve, então, certa vantagem inicial em ser mulher?

Não sei. Talvez. Sempre fui boa aluna, mas bons alunos sempre há muitos. Talvez também tenha pesado o fato de ser bem conhecida. Naquele tempo, apesar de jovem, já era feminista. Pertencia a entidades feministas, como a Federação Brasileira pelo Progresso Feminino e já lutava pelo direito de

voto. Também havia fundado a União Universitária Feminina junto com a Berta Lutz. Nós militávamos muito pelos direitos políticos e civis das mulheres.

A senhora não enfrentou preconceitos?

Claro que sim. Quando fui dar aulas no Colégio Pedro II, em 1925, ainda era estudante do último ano de engenharia. Foi um escândalo: o próprio ministro da Justiça não se conformava de uma mulher estar dando aulas num internato de meninos e quis me tirar de lá. Mas ele não conseguiu e permaneci por mais três anos até decidir pedir demissão.

A senhora hesitou em aceitar a nomeação para a prefeitura do Distrito Federal?

Essa nomeação me causou muita dúvida, porque já havia sido escolhida para trabalhar na Ilha das Cobras, numa obra

**“NO MAM, HAVIA UM CLIMA GOSTOSO
E TRABALHÁVAMOS COM MUITO IDEALISMO.
A CARMEN ENTENDEU QUE ALI TERIA
QUE SER UM ESPAÇO VIVO, SOB O PONTO
DE VISTA DIDÁTICO, OFERECENDO CURSOS
QUE SE AUTO-SUSTENTAVAM E CRIOU O ATELIER
DE GRAVURA, DE ONDE SAIU UMA GERAÇÃO
DE GRAVADORES.”**

Fayga Ostrower, artista plástica

do no internato do Colégio Pedro II.

A senhora foi uma das primeiras engenheiras a ocupar um cargo público. Qual foi a reação dos seus colegas de profissão?

A Diretoria de Viação e Obras da prefeitura, para a qual fui nomeada, era ocupada por um velho engenheiro que nunca tinha visto uma mulher engenheira na vida e talvez nem sou-

besse que existisse. Quando me apresentei para tomar posse, ele torceu o nariz e, visivelmente, não gostou. Dizem que não há discriminação contra a mulher no trabalho, mas há! Naquele tempo era ainda pior. Tanto que a primeira tarefa que esse diretor me deu foi a inspeção do pára-raios instalado no alto do edifício antigo da prefeitura. Para fazer esse trabalho, teria que subir no telhado e ele achou que por ser mulher não conseguiria fazê-lo. Indiretamente, essa tarefa foi uma forma de discriminação: ele queria me testar. Ele queria me ver em cima do telhado! Mas se deu mal, porque quando era estudante eu pertenci ao Centro Excursionista Brasileiro e estava acostumada a fazer alpinismo. Para quem já havia escalado todos os mor-



Ousada, trabalhando no barracão de obras do Museu de Arte Moderna.

ros do Rio de Janeiro, subir em um telhado era sopa! Muito mais difícil para mim foi saber como funcionava o tal párra-raios.

Como a senhora lidou com as primeiras disputas na carreira?

No início, eu era muito ambiciosa, queria fazer carreira e mostrar que a mulher era capaz. Eu trabalhava muito e não me conformava com o fato das promoções por merecimento dependerem de "pistolão". O tal diretor a quem estava subordinada tinha lá suas simpatias... e eu não queria ficar esperando a promoção por tempo de serviço. Fiquei arquitetando uma forma de ser promovida por merecimento e acabei achando um jeito: fui direto ao Washington Luiz, que era o presidente da República.

Por que direto ao presidente da República?

Porque toda segunda-feira o presidente dava audiência pública: ele ficava lá no gabinete horas em pé ouvindo queixas e pedidos. Então, eu peguei aquela fila imensa e, quando chegou a minha vez, contei o caso: "Sou engenheira, trabalho na prefeitura, dou conta do meu dever e trabalho muito. Podem consultar os meus chefes. Agora vai haver promoção e me considero com merecimento para recebê-la. Só que não conheço ninguém para me apresentar. Vim pedir ao senhor que saiba da minha vida, do meu trabalho e me ajude, caso julgue que mereça." Washington Luiz respondeu: "Pois não!", e disse para o comandante Braz Velloso, que o acompanhava nas audiências: "Tome nota e providencie isso!"

E deu certo o seu pedido de promoção?

Não sei exatamente o que o Braz Velloso fez. Só sei que acabei sendo promovida de praticante técnica para engenheira de segunda classe. O tal diretor ficou muito bravo. Quando fui receber a promoção ele disse: "A senhora pode estar certa que não dei um passo para sua promoção". Eu apenas agradei.

A senhora foi ousada, não foi?

Fui. Mas tinha que ser: existiam o presidente e as audiências. Os homens iam a ele. Por que eu não iria?

O fato da senhora ser feminista interferia no seu relacionamento profissional?

Entre os colegas da Escola Politécnica nunca senti discrimi-

**"CARMEN É UMA MULHER EXTRAORDINÁRIA.
O MUSEU DE ARTE MODERNA HOJE É MUSEU,
PELO ESFORÇO E PELA SUA
DEDICAÇÃO À OBRA.
AMIGA ESPLÊNDIDA E, SOBRETUDO,
UMA CRIATURA QUE TEM AÇÃO AUTÊNTICA
E POSITIVA. ELA TEM CONSCIÊNCIA
DOS NOSSOS PROBLEMAS."**

Roberto Burle Marx, paisagista

nação. Eles eram muito solidários e, inclusive, apoiavam nossa luta pelos direitos das mulheres. Agora, entre os velhos engenheiros, senti discriminação, sim. Eles não aceitavam facilmente que a mulher se expusesse. Mesmo na Câmara e no Senado eu também sentia isso: havia políticos velhos simpáticos à nossa causa, mas havia uns danados que achavam nossas reivindicações um desaforo. Tanto que custamos muito a obter o

direito de voto, e não o obtivemos pela Câmara e pelo Senado. Infelizmente, só o conseguimos quando veio a ditadura de Getúlio Vargas.

De que forma Vargas apoiou as feministas?

Como o movimento pelo voto feminino era muito conhecido, Getúlio Vargas aproveitou a reforma da lei eleitoral e atendeu às reivindicações feministas. A concessão do direito de voto às mulheres foi um dos seus primeiros atos como ditador e, com isso, ele acabou ficando simpático a tudo quanto é mulher,



Com Reidy, o marido, passeando na ilha de Delfos.

principalmente às militantes.

Como foi sua atuação à frente desse movimento pelo voto feminino?

Nas décadas de 20 e 30, eram poucas as mulheres que se formavam na universidade, mas esse número já começava a aumentar. Então, resolvemos fundar a União Universitária Feminina, para incentivar e ajudar as mulheres que se formavam. A associação foi fundada em 13 de janeiro de 1929, na minha casa, e de seu início participou também a Berta Lutz. Estavam presentes: Maria Esther Ramalho, Sylvia Vaccani, Natercia Silveira, Orminda Bastos, Luiza e Amélia Sapienza, além de outras mulheres que agora não recordo o nome. Nós tínhamos a seguinte estratégia: sempre que uma mulher passava no exame para a universidade – em medicina, direito, engenharia ou qualquer outra área – procurávamos por ela e lhe oferecíamos o “Chá das calouras”, aliciando-a para a associação. Quando uma mulher se formava, oferecíamos o “Chá da vitória”. Íamos buscar as mulheres uma por uma, de modo que isso se tornou muito conhecido. Nós nos dedicávamos muito e o feminismo era para nós uma luta muito importante. Chegamos a sobre-

**“CARMEN PORTINHO SEMPRE TEVE
SENSIBILIDADE PARA O DETALHE SEM
PERDER A VISÃO DE CONJUNTO,
EXATAMENTE COMO NOS ENSINARAM QUE
UM DESIGNER DEVE ATUAR.
ELA NOS DEU UMA LIÇÃO DE SOBREVIVÊNCIA;
E NÓS E GERAÇÕES FUTURAS
SEMPRE LHE SEREMOS GRATOS.”**

Freddy Van Camp, designer

voar o Rio de Janeiro de avião, lançando panfletos em defesa do voto feminino. Isso no tempo em que nem aviões decentes existiam. Mas a União Universitária Feminina não foi a única associação que fundamos. Havia a Federação Brasileira pelo Progresso Feminino, criada em 1919, que era muito mais forte. A Federação foi iniciativa da Berta Lutz que, em 1924, nos representou na Câmara, como deputada. Para a Federação Brasileira pelo Progresso Feminino

atraímos a Maria Eugénia Celso, escritora; a Ana Amélia Carneiro de Mendonça, primeira mulher presidente da Casa do Estudante; a Maria Luiza Bittencourt, advogada brilhante; a Joana Lopez, médica famosa, e muitas outras. Mais tarde, em 1937, criamos também a Associação Brasileira de Engenheiras e Arquitetas.

Como a senhora conciliava a militância e o trabalho de engenheira?

Na própria prefeitura, eu atuava de forma a ajudar as mulheres. Torcia pelo sucesso das mulheres e sempre que tinha chance indicava uma para as vagas que surgiam. Coloquei várias



Pioneira, dividindo o espaço cultural da capital com arquitetos famosos, entre eles, Mies Van Der Rohe (segundo à esquerda), um dos diretores da Bauhaus, na época de passagem pelo Rio.

mulheres no setor público, que naquele tempo era menos preconceituoso que o privado. Como eu tinha muitas relações, sempre indicava as recém-formadas em engenharia para os cargos que surgiam. Acredito que as outras mulheres também o faziam, porque era uma orientação da própria Associação Brasileira de Engenheiras e Arquitetas que havíamos fundado: "entrosar e ajudar as mulheres que se formavam a ingressar no mercado de trabalho".

O movimento pelo voto feminino assumiu dimensões populares ou ficou restrito ao ambiente intelectual e político?
Tínhamos muita cobertura da imprensa. Na década de 30 existia o jornal "O País", que era o jornal do governo, e nos apoiava. Também o Jornal do Brasil nos dava muito espaço. O Barbosa Lima Sobrinho era o secretário-executivo do JB e publicava nosso material. Dessa forma, ele teve papel importante no feminismo brasileiro, apoiando as primeiras mulheres e suas lutas. Para não ficar para trás, os outros jornais também nos abriam espaço. Aconteceram várias manifestações de rua, mas não foi um movimento de massas. Nossa ação era mais de pressão sobre as bancadas, na Câmara e no Senado.

Além do voto, que outras vitórias o movimento feminista alcançou?
Tivemos outras vitórias, pequenas mas importantes. Naquele tempo, era quase obrigatório, porque usual, adotar o nome do marido. Hoje, não é mais assim. Nós fomos as primeiras a propor que as mulheres não mudassem seu nome ao casar. Eu mesma não adotei o nome de meu marido. Nós achávamos que isso seria uma demonstração de independência e resistência. Eu fiz meu nome, o nome com que nasci. Agora, muita gente faz o nome do marido e quando se torna conhecida, ninguém sabe se é por competência própria ou por causa do marido.

A senhora foi responsável pela

**"CARMEN PORTINHO FOI UMA MULHER
DE CORAGEM E BRAVURA CÍVICAS
EXEMPLARES, NUMA ÉPOCA EM QUE ISSO
ERA UMA RARIDADE. CONSEGUIU MANTER
A CHAMA DA ESDI ACESA, ESTIMULANDO AO
MESMO TEMPO ALUNOS E PROFESSORES.
DOS PROFESSORES, EXIGIU EMPENHO.
DOS ALUNOS, CONTROLAVA OS EXCESSOS."**

Zuenir Ventura, jornalista

introdução de um novo conceito de construção no Brasil – o da habitação popular. Como foi isso?

Desde o início da minha carreira fui para o canteiro de obras. Lembro-me que a primeira construção que fiz foi a Escola Ricardo de Albuquerque, no subúrbio, uma escola pública primária que ainda existe. Depois, fiz o curso de Urbanismo, uma espécie de pós-graduação que durava três anos e exigia a defesa de uma tese para sua conclusão. Lem-

bro-me que tínhamos aulas de história e filosofia da arte com o Mário de Andrade, que passou dois anos aqui no Rio de Janeiro. Era a primeira iniciativa em Urbanismo no Brasil e nossa turma tinha apenas oito pessoas. Fomos os primeiros urbanistas com registro no Conselho de Engenharia e Arquitetura, mas ainda não havia como exercer a profissão.

Como se deu o salto para a prática?

Na época da guerra, fui ao Conselho Britânico e me candidatei a uma bolsa, para estagiar junto às comissões de reconstrução e remodelação das cidades inglesas destruídas. Eu achei que era uma maneira de aprender na prática o que havia visto no



Sempre ligada às artes, encontrando-se com o mímico Marcel Marceau.

curso de Urbanismo. Como eu já tinha *curriculum* e era conhecida, o Conselho Britânico aprovou minha ida para a Inglaterra como convidada.

O que a senhora aprendeu dessa experiência na Inglaterra?

Quando cheguei lá a guerra ainda não havia terminado inteiramente. Os problemas eram gravíssimos, havia racionamento de alimentos e muitas famílias desabrigadas. Havia cidades totalmente destruídas, que precisavam ser refeitas antes da guerra terminar, prevendo-se a volta dos combatentes. Esse período de estágio na Inglaterra foi muito importante para mim. Pude sentir o problema da falta de moradia no pós-guerra e acompanhar de perto as propostas e o esforço para a sua solução. Quando caiu a bomba em Hiroshima e a guerra terminou, o governo britânico resolveu me mandar de volta, mas ainda havia

**“CARMEN PORTINHO FOI UMA MULHER
DE CORAGEM E BRAVURA CÍVICAS
EXEMPLARES, NUMA ÉPOCA EM QUE ISSO
ERA UMA RARIDADE. CONSEGUIU MANTER
A CHAMA DA ESDI ACESA, ESTIMULANDO AO
MESMO TEMPO ALUNOS E PROFESSORES.
DOS PROFESSORES, EXIGIU EMPENHO.
DOS ALUNOS, CONTROLAVA OS EXCESSOS.”**

Zuenir Ventura, jornalista

muitas minas explosivas no mar e os navios não navegavam com segurança. Então, eles acharam por bem me dar mais um tempo e me mandaram passear na Escócia... Quando voltei ao Brasil, propus ao então prefeito do Rio de Janeiro a criação de um Departamento de Habitação Popular. Afinal, por motivos diferentes, a habitação popular também era um problema grave por aqui. O prefeito aceitou a proposta e acabou me nomeando diretora do novo

departamento. Foi aí que me destaquei como engenheira e que minha carreira deslanchou, pois logo que assumi propus a construção dos primeiros conjuntos habitacionais. O primeiro que foi construído, na década de 50, é o conjunto residencial Pedregulho, em São Cristóvão. Foi a construção dos conjuntos habitacionais que me deu muito nome no Brasil e no exterior como engenheira.



Agraciada com a medalha Pedro Ernesto, cumprimentando o então ministro da Educação e Cultura, Eduardo Portella e o jornalista Zuenir Ventura.

Os conjuntos nunca haviam sido cogitados antes?

Não. A idéia era fazermos em cada bairro um conjunto habitacional para os funcionários da prefeitura que trabalhavam próximos. O conjunto de Pedregulho foi o que fez mais sucesso, inclusive no exterior. O projeto é de meu marido, o arquiteto Afonso Eduardo Reidy, já falecido, e foi publicado em várias revistas internacionais. É um conjunto residencial-padrão. Mas o conjunto do bairro da Gávea, projetado também por Reidy, eu não cheguei a terminar, porque o Carlos Lacerda assumiu a prefeitura e eu não estava muito de acordo com as orientações dele. Então, pedi minha aposentadoria e saí do Estado.

Para assumir a construção do Museu de Arte Moderna, não foi?

Isso mesmo. O projeto do MAM também é de Reidy. Ele trabalhava no Departamento de Habitação Popular na realização dos projetos, mas a construção era minha. Desde o início da carreira sempre gostei do trabalho na obra.

Você é reconhecida também como crítica de arte.

Nessa época você já se dedicava à arte?

Não. A construção do MAM durou alguns anos e então é que comecei a me dedicar à arte. Fui convidada a dirigir o museu. Durante 15 anos fui diretora executiva adjunta do MAM e, nesse período, trabalhava com arte dia e noite, organizando as exposições de artistas de muitos países e dirigindo a construção do prédio.

Na década de 60 a senhora se tornou diretora da Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI), também uma proposta inovadora para a época. Como foi



Uma das pioneiras, no Brasil, nas lutas pelos direitos civis e políticos e pelo reconhecimento profissional das mulheres, a engenheira Carmen Portinho mantém-se ativa, após sete décadas de trabalho engajado e criativo.

sua experiência dirigindo uma escola?

Fiquei muito empolgada com o convite do governador Neirão de Lima. Naquela época não existia escola desse tipo no Brasil e quase ninguém sabia o que era desenho industrial. As pessoas pensavam que desenho industrial era desenho de máquinas... Mesmo no exterior, eram poucas as escolas desse tipo: a mais famosa era a Bauhaus, na Alemanha. Dirigi a ESDI por mais de 20 anos e só saí porque a UERJ, à qual a ESDI foi subordinada, instituiu a norma de rodízio para cargos de direção. Quando saí, o reitor Ivo Barbieri me convidou para trabalhar como assessora no Centro de Tecnologia e Ciência.

Embora não tivesse militância política e partidária, a senhora sempre se orientou para a esquerda. Isso não causou problemas durante o regime militar?

Não. Mas a Escola de Desenho Industrial sofreu muito. Eu evitava me envolver diretamente porque era preciso manter a escola e defender os alunos. Não podia impedir que os alunos fossem presos e exilados, como

alguns foram, mas podia ajudá-los. Se eu abrisse o jogo e caísse nas malhas da polícia, os alunos, e mesmo alguns professores, estariam perdidos. Eu funcionava com uma certa retaguarda, impedindo a polícia de entrar na escola. Só não pude "aguentar" os alunos quando eles foram para o congresso da UNE em Ibiúna e foram presos. Nesse tempo, corri muito risco, mas me salvei.

E a sua biografia, a senhora já pensou em escrevê-la?

Minha vida é muito complicada. Isso tudo que estou lhe contando é apenas um trequinho...

DATAS QUE MARCARAM A CARREIRA DE CARMEN PORTINHO

1925

Diploma-se em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade do Brasil e inicia a carreira profissional na prefeitura do ex-Distrito Federal.

1928

Articula o movimento em prol do voto feminino.

1930

Funda a "União Universitária Feminina".

1932

Funda a Revista de Engenharia da Prefeitura do Distrito Federal Inspeciona as obras contra as secas, açudes e estradas de rodagem no nordeste.

1937

Funda a Associação Brasileira de Engenheiras e Arquitetas.

1939

Defende tese na Universidade do Distrito Federal, sobre a construção de uma nova capital para o Brasil.

1945

Estagia, a convite do governo inglês, nas comissões de remodelação das cidades destruídas pela guerra.

1946

Colabora na criação do Departamento de Habitação Popular.

1950

Dirige a obra do Conjunto Residencial Prefeito Mendes de Moraes.

1951

Funda o Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro e acompanha as obras do seu edifício construído no Aterro do Flamengo.

1959

Cria o Ateliê Livre de Gravura do MAM.

1967

Assume a direção da Escola Superior de Desenho Industrial.

1970

em diante...

Participa de juris, comissões, conselhos ligados à cultura e à arte, no Brasil e no exterior, estando presente aos principais eventos do mundo das Artes Plásticas.

1991

A UERJ cria o Prêmio Carmen Portinho, para a área de ciências e tecnologia.

Data Estelar 1995

a última fronteira:
o ciberespaço



A primeira *Home Page* de divulgação científica do Brasil. Lá, você encontra todas as edições da *Ciência Hoje Hipertexto*, demos da *Ciência Hoje das Crianças Eletrônica*, programas selecionados pela equipe do *Ciência Hoje BBS*, endereços de ciência na Internet e muito mais.

Com páginas em português e inglês.

Se você tem ligação direta com a Internet, digite o endereço <http://www.info.lncc.br/sbpc>

Importante: o acesso feito através do programa *Netscape*® proporciona melhor definição gráfica das telas do *Ciência Hoje Web*.



Brasil cria satélite para fotografar Amazônia

Novas técnicas de sensoriamento remoto aperfeiçoam avaliação do território

Muda a órbita, o sensor e o sistema de transmissão de dados. São estas as principais alterações introduzidas na nova concepção dos satélites de sensoriamento remoto (SSR), que serão fabricados pelo Brasil para gerarem imagens das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste – justamente aquelas que nas últimas décadas sofreram as mais profundas modificações em função da presença do homem. Rotas de mineração, estradas, avanços da agricultura e da pecuária e, é claro, as queimadas, serão o alvo principal do projeto, já que as informações obtidas até agora pelos satélites Landsat e Spot não atendem às necessidades de avaliação. O SSR operará com uma altíssima frequência temporal, permitindo detalhamentos nunca antes registrados.

Quando se diz que o Brasil é um país de dimensões continentais, não é força de expressão. São mais de oito milhões de quilômetros quadrados de extensão territorial, a maior floresta tropical do planeta, o maior volume de água doce e uma diversidade fantástica de ambientes e recursos naturais. Mas seus múltiplos recursos naturais ainda são pouco conhecidos, porque a extensão territorial e complexidade dos processos ecológicos dificultam o aprofundamento no conhecimento dos diversos ambientes.

O estudo e o monitoramento de processos, fenômenos e atividades de grande escala exigem visão global do território. Nem sempre observações feitas no local dão a visão necessária para tais estudos. Por isso, os satélites de observação da Terra (chamados satélites de sensoriamento remoto) têm prestado significativa contribuição para a coleta de dados sobre os recursos naturais do planeta.

O Brasil entrou relativamente cedo na era espacial: foi um dos primeiros países a receber, de modo regular, as imagens do primeiro satélite americano da série Landsat desde o início da década de 70. A técnica de sensoriamento remoto passou a ser usada por diversas universidades, centros de pesquisa governamentais e empresas privadas em todo o território. Desde então, a diversificação das características dos novos satélites e sensores levou seus dados ao mundo inteiro. Do ponto de vista das aplicações, o que caracteriza as imagens de sensoriamento remoto são as resoluções temporal, espectral e espacial, as quais, por sua vez, são definidas pelas características dos satélites e dos sensores. Entretanto, o aperfeiçoamento de uma das resoluções quase sempre implica em perdas nas outras, e em cada caso deve-se definir o que é prioritário.

A *resolução temporal* depende do intervalo entre duas passagens sucessivas do satélite sobre uma mesma faixa de terreno. O fator determinante é a largura da faixa de imageamento. A dos satélites Landsat e Spot é estreita e por isso sua resolução temporal é baixa, respectivamente de 16 e 26 dias. Ou seja, pode-se obter uma imagem Landsat a cada 16 dias sobre uma mesma faixa com 185 km de largura. O satélite francês Spot, embora tenha resolução temporal de 26 dias, pode obter imagens com resolução temporal de até quatro dias, através de uma série de visadas laterais do sensor. Isso compromete, contudo, a obtenção de imagens na visada vertical, cuja faixa de imageamento é de 120 km. Os saté-

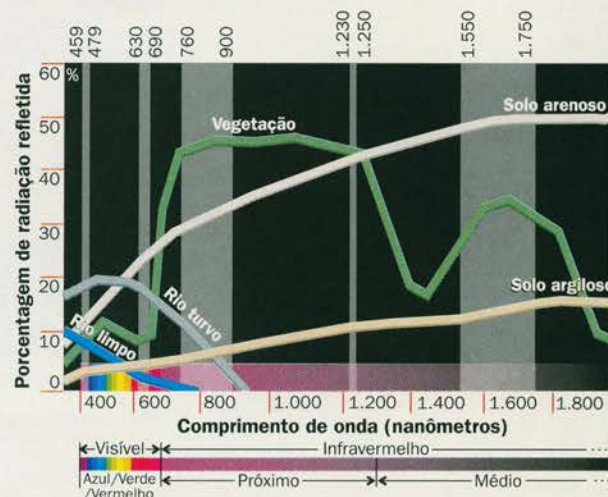


Figura 1. Variação da quantidade de radiação refletida por diferentes objetos em função do comprimento de onda.

tes americanos da série NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) foram originalmente projetados para fins meteorológicos, com o sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), mas suas imagens têm sido amplamente utilizadas no monitoramento regional e global de coberturas vegetais. As imagens do AVHRR têm alta resolução temporal (diária no período diurno) sobre uma faixa de 2.700 km. Os satélites europeus da série ERS têm resolução temporal de 35 dias e um sensor que opera na faixa das microondas.

A *resolução espectral* diz respeito ao número e à largura das bandas ou faixas espectrais de um sensor. Semelhantes a um prisma, que separa a luz branca nos seus diversos componentes de cores (componentes espectrais), os sensores têm dispositivos que captam a radiação em diversas faixas do espectro eletromagnético. Quanto maior o número de bandas espectrais, maior a capacidade de discriminar os objetos pela quantidade de radiação refletida, ou emitida, em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético. A figura 1

mostra a variação da quantidade de radiação refletida por diferentes objetos em função do comprimento de onda. Os satélites em geral possuem sensores com quatro a oito faixas espectrais. Dentro de 10 anos, prevê-se o lançamento de satélites com sensores de mais de 30 faixas espectrais.

A *resolução espacial* é dada pela capacidade do sensor de obter imagens de objetos de dimensões muito reduzidas. Ela varia conforme o tipo de sensor: no MSS (Multispectral Scanner Subsystem), transportado pelos satélites da série Landsat, é de 57 x 70 m; no TM (Thematic Mapper), dos Landsat 4 e 5, é de 30 x 30 m; no AVHRR, transportado pelo satélite NOAA, varia de 1,1 x 1,1 km, na faixa central de imageamento, até 6 x 6 km, nas bordas da imagem; no HRV (High Resolution Visible), do satélite Spot, pode chegar a 10 x 10 m. Para uso civil estão sendo projetados sensores orbitais com resolução espacial próxima a 1 x 1 m.

O Brasil e os Satélites Existentes

Até hoje, o Brasil tem tido pouca influência na definição das características dos satélites de sensoriamento remoto. Quem as define são as comunidades científicas dos países responsáveis pela construção dos satélites e de seus sensores. Isso não quer dizer que seus dados não sejam adequados às nossas necessidades. Pelo contrário, é graças a eles que o Instituto

Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos (SP), junto com diversas outras instituições, tem gerado grande quantidade de informações nas mais diversas áreas de levantamento, avaliação e monitoramento dos recursos naturais.

Contudo, os dados dos satélites de sensoriamento remoto ainda apresentam limitações de uso, sobretudo quando nuvens impedem a obtenção de imagens da superfície terrestre. Isso só não ocorre quando se usa o radar. A maioria das imagens de sensoriamento remoto é obtida nas faixas de comprimento de onda do visível e do infravermelho, onde as nuvens funcionam como anteparos entre o sensor e a superfície terrestre. Assim como não enxergamos o azul do céu num dia nublado, um sensor operando na faixa do visível e infravermelho também obterá imagens das nuvens e não da superfície terrestre. Uma alternativa é obter imagens com alta resolução temporal, para aumentar a chance de ter imagens sem nuvens.

A Saída Brasileira

No final dos anos 70 foi concebido o programa Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que previa a construção de dois satélites de meteorologia e dois de sensoriamento remoto, além de um sistema de lançamento de satélites – o Veículo Lançador de Satélites (VLS) e a Base de Lançamentos de Alcântara, no Maranhão. A construção dos satélites e a definição do equipamento a bordo caberiam ao INPE, enquanto o VLS e a base de lançamento ficariam com o

Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA). A execução do programa teve altos e baixos ao longo dos anos. Mas em 9 de fevereiro de 1993 foi lançado com êxito o primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD-1), ainda em operação. O segundo – SCD-2 –, deve ser lançado em 1996.

A concepção dos satélites de sensoriamento remoto do programa MECB foi definida no final da década de 80. Inicialmente planejava-se que eles transportariam o sensor Wide Field Imager (WFI), capaz de obter imagens em uma ampla faixa de terreno e, assim, gerá-las com alta resolução temporal, cobrindo todo o território brasileiro a cada quatro dias, com resolução espacial de 260 x 260 m, ou seja, intermediária às resoluções dos sensores a bordo do Landsat e do NOAA. Tais características beneficiam sobretudo os estudos relacionados à dinâmica da cobertura vegetal, cuja importância é cada vez maior no cenário das mudanças globais.

Desde o final da década de 80, o Brasil está envolvido com a China num programa espacial denominado China-Brazil Earth Resources Satellites (CBERS) para construção de dois satélites de sensoriamento remoto bem mais sofisticados que os da MECB, com características científicas e comerciais semelhantes às dos Landsat e Spot. Durante uma das revisões do programa espacial CBERS, foi decidido que o sensor WFI deveria integrar os equipamentos a bordo do satélite CBERS. Isso levou a uma recente reavaliação da missão de sensoriamento remoto da MECB.

A crescente importância da região amazônica nos processos de mudanças globais, somada à dificuldade para obter informações que permitam monitorá-la de forma sistemática, levou à redefinição do SSR da MECB. Como a principal dificuldade para obtenção de imagens de satélite na Amazônia decorre da cobertura de nuvens (em certas áreas a média de imagens Landsat sem nuvens foi inferior a uma por ano nos últimos 20

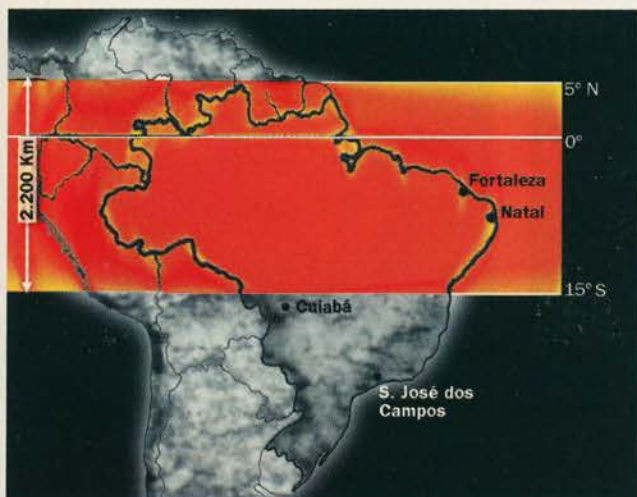


Figura 2. Região imageada pelo Satélite de Sensoriamento Remoto (SSR) de órbita equatorial baixa, que permite cobrir uma mesma área várias vezes por dia numa faixa entre as latitudes 5° N e 15° S.

anos), optou-se por um satélite de órbita equatorial baixa, que permite cobrir uma mesma área diversas vezes por dia. Contudo, isso limitou a região imageada pelo satélite a uma faixa entre as latitudes 5° N e 15° S (figura 2).

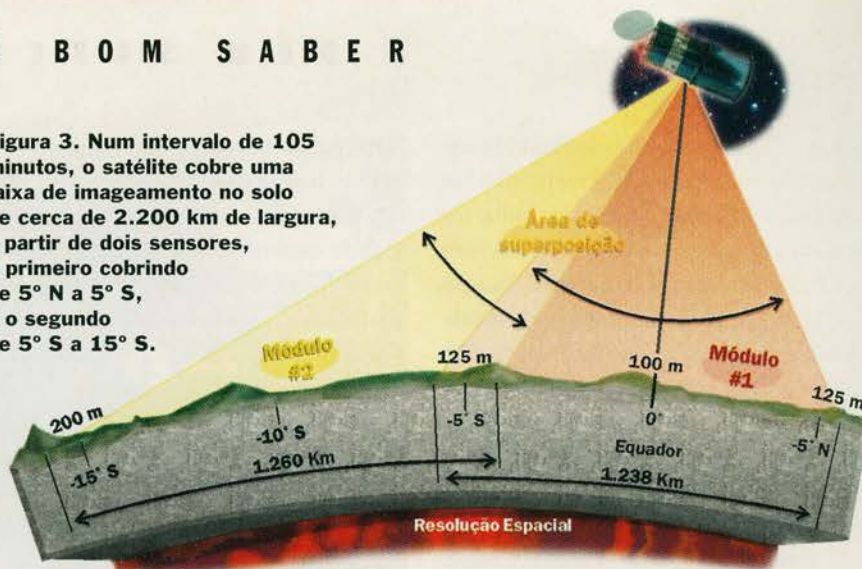
O Satélite de Sensoriamento Remoto Brasileiro

A nova concepção do Satélite de Sensoriamento Remoto brasileiro (SSR) prevê mudanças na sua órbita, no sensor que ele carrega e no sistema de transmissão de dados. Segundo o projeto, serão lançados dois satélites, sendo o primeiro, com vida útil de quatro anos, dentro de três anos e meio. Os lançamentos serão feitos pelo VLS da MECB, no centro de lançamentos de Alcântara (CLA), no Maranhão.

Cada satélite, com massa prevista de 230 kg, estabilização a três eixos e propulsão a hidrazina, será colocado numa órbita equatorial a uma altitude de cerca de 1.000 km. Nessa órbita, sua resolução temporal aproximada será de 105 minutos, ou seja, nesse intervalo de tempo ele voltará a cobrir uma faixa de imageamento no solo de cerca de 2.200 km de largura, a partir de dois módulos ou sensores, o primeiro deles cobrindo de 5° N a 5° S, e o segundo de 5° S a 15° S (figura 3).

Para o SSR, a órbita equatorial é grande novidade e minimiza o problema das nuvens. Além disso, graças à sua altíssima resolução temporal, também será possível utilizar técnicas de processa-

Figura 3. Num intervalo de 105 minutos, o satélite cobre uma faixa de imageamento no solo de cerca de 2.200 km de largura, a partir de dois sensores, o primeiro cobrindo de 5° N a 5° S, e o segundo de 5° S a 15° S.



mento que permitem sobrepor diversas imagens tomadas em diferentes passagens do satélite. A imagem resultante dessas diversas imagens parcialmente cobertas será uma imagem livre de nuvens. As figuras 4a e 4b mostram duas imagens do satélite NOAA/AVHRR obtidas em dias consecutivos sobre o Estado de São Paulo que foram sobrepostas de modo a eliminar as nuvens, como se vê em 4c.

A resolução espacial do SSR variará em função dos diferentes ângulos de visada do sensor: 100 x 100 m no equador (visada vertical do sensor), 125 x 125 m nas extremidades 5° N e 5° S e, 200 x 200 m na extremidade 15° S. Os dois módulos ou sensores a bordo do SSR obterão imagens em duas bandas espectrais no visível (azul e vermelho), duas no infravermelho próximo e outra no infravermelho médio.

Uma grande inovação do SSR será o modo de transmissão das imagens (figura 5) em subfaixas que podem cobrir uma área de até 500 x 500 km, para serem recebidas diretamente pelo usuário local em pequenas estações de baixo custo. Além disso, o SSR também transmitirá os dados das imagens sobre toda a faixa imageada no território brasileiro, centralizada numa estação de recepção em Cuiabá.

As Aplicações de Monitoramento Ambiental do SSR

As imagens geradas pelo SSR darão informações para o monitoramento e estudo de diversas atividades e fenômenos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste acima do paralelo 15° S. Essa parte do país sofreu contínuas modificações ao longo dos anos, sobretudo a partir da década de 50. O avanço da

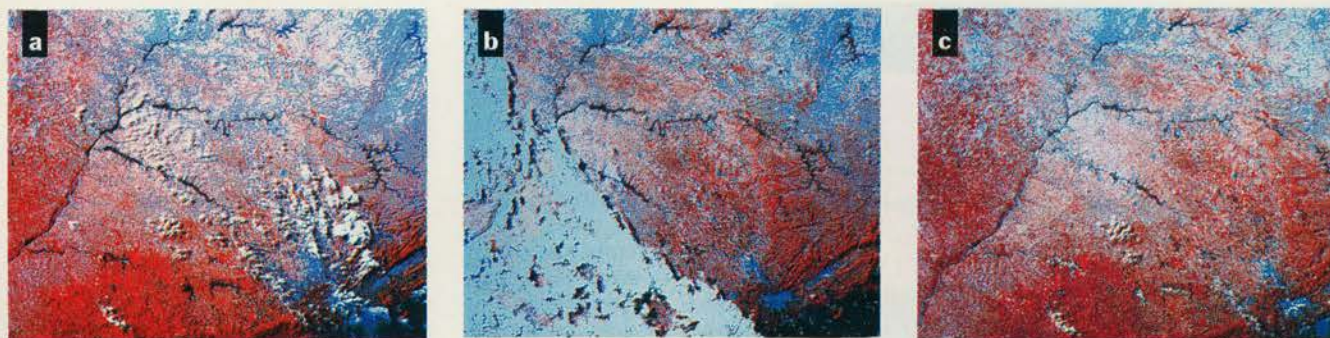


Figura 4. Em a e b, duas imagens do satélite NOAA/AVHRR obtidas em dias consecutivos. Em 4c, as imagens foram superpostas, de modo a eliminar as nuvens.

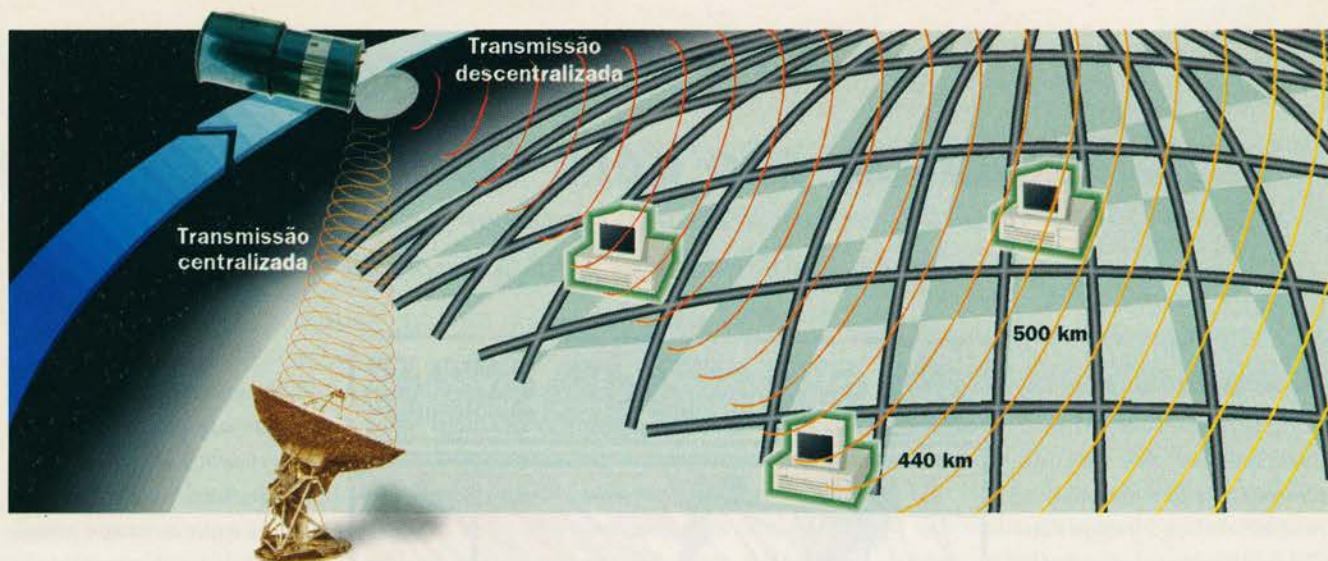


Figura 5. O SSR transmitirá dados em subfaixas, de modo que elas poderão ser recebidas em pequenas estações locais.

agricultura e da pecuária na região do cerrado, a ocupação de extensas partes da Amazônia, a mineração e a construção de hidrelétricas alteraram profundamente o uso da terra. Rotas de migração e escoamento da produção foram criadas e ampliadas, num ciclo incessante e crescente de ocupação. A dinâmica dessas ocorrências é complexa e um monitoramento eficiente requer o uso de imagens de sensoriamento remoto.

O monitoramento e avaliação da área desmatada têm sido feitos com imagens dos satélites Landsat e Spot sob certas restrições. A dificuldade não se deve apenas às nuvens, mas também ao longo intervalo entre a recepção do dado do satélite e o fornecimento da imagem ao usuário. A avaliação da área desmatada, às vezes, é feita com imagens de anos variados, conforme elas estejam disponíveis.

A altíssima frequência temporal do SSR e sua resolução espacial de 1 a 4 ha possibilitarão identificar e quantificar áreas queimadas, especialmente através de composições coloridas obtidas das bandas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. As imagens obtidas pelo SSR em diferentes horários ao longo do dia contribuirão bastante para o aperfeiçoamento do sistema de detecção de queimadas, que vem sendo realizado com imagens NOAA/AVHRR e se limita a uma imagem diurna no período da tarde, com resolução espacial

de 120 ha na visada vertical.

Fenômenos de curta duração, como enchentes e inundações, precisam ser monitorizados por sistemas sensores de alta resolução temporal, em vista da dinâmica da inundação e da intensa cobertura de nuvens. Nenhum dos atuais satélites de sensoriamento remoto permite monitorar adequadamente esses fenômenos, mesmo o radar, que tem uma resolução temporal de apenas 35 dias.

O SSR também contribuirá para os estudos de caracterização, classificação, regeneração e fenologia da vegetação, tão relevantes para a Amazônia nos aspectos relacionados com clima, trocas de energia entre biosfera e atmosfera, conversão de energia solar em energia química através da fotossíntese, reabsorção do CO₂ transferido para a atmosfera através das queimadas e degradação da matéria orgânica. As aplicações do SSR incluem a detecção de outras formas de impacto ambiental, como projetos de exploração mineral na Amazônia e a rápida identificação de atividades exploratórias clandestinas. As situações atualmente estudadas indicam que o SSR possui uma resolução espacial adequada e que áreas pequenas ou com bordas de baixo contraste poderão ser identificados pelo SSR e posteriormente analisadas em imagens de melhor resolução espacial (Landsat, Spot e CBERS).

Finalmente, o SSR poderá ter aplica-

ções em oceanografia e meteorologia. A disponibilidade de uma banda espectral próxima à região do azul permitirá o monitoramento de sedimentos suspensos, de ecossistemas submarinos e ilhas oceânicas e atóis brasileiros. A possibilidade concreta de haver estações remotas de recepção de imagens do SSR em tempo real poderá levar à ampliação desses estudos.

Obviamente, entre conceber uma missão e executá-la há uma grande distância. O que se busca é a participação dos usuários de dados de sensoriamento remoto, para que seja possível ampliar e avaliar o potencial dessa nova missão e viabilizar sua execução, diante da relevância dos dados obtidos por esse satélite.

A nova missão do Satélite de Sensoriamento Remoto da MECB foi aprovada pela Agência Espacial Brasileira em 19 de junho de 1995. Os próximos passos serão definidos de acordo com os cronogramas de engenharia do INPE e de recursos financeiros alocados para o programa. Também deverão ser iniciadas pesquisas mais aprofundadas sobre as diversas características do satélite.

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff
José Carlos Neves Epiphânio
Yosio Edenir Shimabukuro
Otávio Luiz Bogossian
Thelma Krug

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

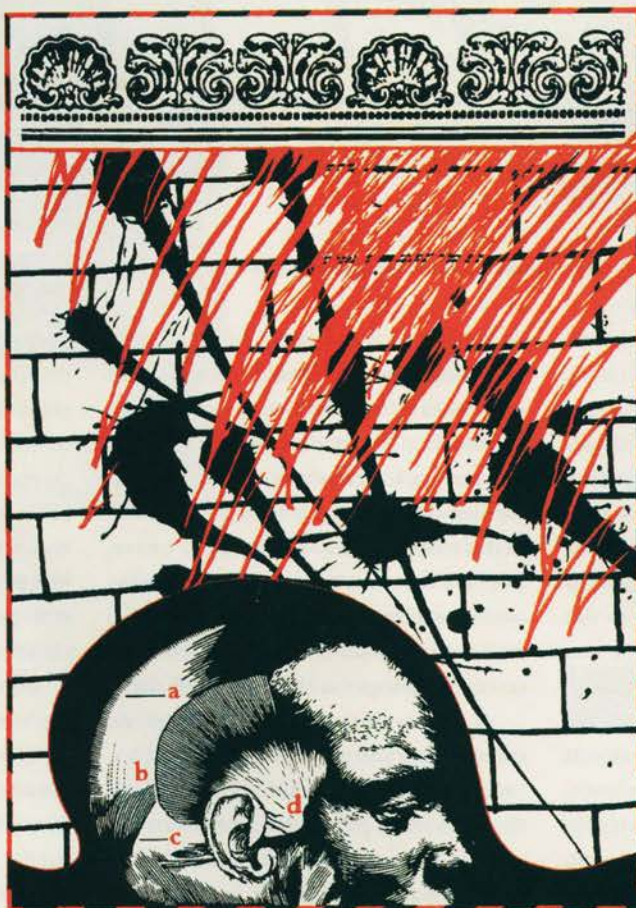
Pobreza não gera violência

A miséria é insuficiente para explicar o aumento das mortes violentas nas grandes cidades

O acelerado crescimento da violência interpessoal no Brasil, nas últimas décadas, em particular nas grandes metrópoles, como Rio de Janeiro e São Paulo, não apenas reduz a qualidade de vida como revela perigosa degradação da estrutura institucional, especialmente no que diz respeito ao controle da criminalidade.

As atuais opções políticas para o combate a essa violência, baseadas em teorias que a vinculam a fatores sociais (teorias lançadas há mais de 60 anos e tratadas como dogmas desde então), não produzem mais efeito, indicando que a questão precisa ser reavaliada. Passo importante nesse sentido é o estudo das reais origens da violência atual, já que a comparação entre as estatísticas de mortes violentas e vários indicadores sociais – pobreza, crescimento populacional, urbanização, migração e outros – desmente qualquer relação necessária entre uma coisa e outra, além de trazer indícios de que tais ‘explicações’ vêm servindo para mascarar a realidade e reduzir a eficiência na prevenção e controle públicos do fenômeno.

O estudo da violência no Brasil envolve duas grandes fontes de informação: as estatísticas policiais e as de saúde. Ambas apresentam algumas distorções sistêmicas e podem ser consideradas incompletas, mas ainda assim projetam de modo coerente – pelo menos no caso das estatísticas de saúde – o que acontece no país, validando seu aproveitamento



na análise da questão. Centralizados no Ministério da Saúde, os dados referentes a esse setor têm a vantagem de obedecer a uma mesma metodologia, em todo o país. As principais informações disponíveis para cada ano estão nas estatísticas de mortalidade do ministério, divulgadas desde a década de 70, com base nos atestados de óbito.

O levantamento das autorizações de internação hospitalar permite obter parte dos dados de morbidade decorrente da violência, mas o período de abrangência dessas autorizações ainda é pequeno para estudos da série histórica. Não foi possível conseguir dados sobre atendimentos ambulatoriais, sobre violên-

cias que não demandaram assistência médica ou sobre internações atendidas fora do Sistema Único de Saúde (SUS), o que restringiu a análise aos dados de mortalidade.

As estatísticas policiais demoram a ser centralizadas, tornando necessário coletá-las em cada estado, e contêm sérias imprecisões. Homicídios dolosos, por exemplo, podem aparecer nos registros policiais como “encontro de cadáver” ou “encontro de ossada”. Outra dificuldade está em que os números oficiais, desde a década de 80, não contabilizam vítimas e sim registros (um mesmo registro pode ter várias vítimas). Isso indica que os dados policiais sobre homicídios provavelmente estão subestimados. Os corpos que a polícia não registra como vítimas de

violência, no entanto, recebem nos institutos de medicina legal atestados de óbito que alimentam as estatísticas de mortalidade por causas externas.

As mortes por causas externas – ou, em menor ou maior grau, violentas – incluem diferentes subgrupos: acidentes de transporte, outros acidentes, suicídio, efeitos adversos de drogas ou medicamentos, homicídios e outras violências. Tais mortes são declaradas em formulário padronizado, de preenchimento obrigatório pelos médicos legistas em todo o país, embora em algumas situações isso não seja feito corretamente. No Rio de Janeiro, por exemplo, muitos médicos evitam usar a classificação homicídio

para não se comprometer judicialmente, o que transfere parte desses óbitos, nas estatísticas, para a classificação "outras violências" (as de causas ignoradas), conforme constatou, em estudo feito em 1992, a Secretaria de Saúde do Rio de Janeiro.

Essa atitude altera as estatísticas de mortalidade do Estado do Rio de Janeiro, que acusam uma proporção muito maior de mortes por "outras violências" do que as de outros estados. Em 1989, o Rio de Janeiro registrou 53,64% dos óbitos do país, nesse código. São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Pernambuco, juntos, respondem por outros 30%, aproximadamente, dessas mortes. Por isso, aos dados sobre homicídios foram somados aos de outras violências, para a comparação nacional. Mas como no Rio de Janeiro as mortes por outras violências podem ser divididas, praticamente meio a meio, entre homicídios e acidentes de transporte, foi comparado também, para obter um quadro mais representativo da violência no país, o total de mortes por causas externas em cada estado.

As estatísticas do Ministério da Saúde revelam que as causas externas ocupavam, na década de 80, o terceiro lugar no total de óbitos no Brasil, perdendo apenas para as doenças do aparelho circulatório (principalmente derrames e cardiopatias). Nos anos 90, os dados já divulgados pelos estados indicam que, em âmbito nacional, as causas externas continuam crescendo, o que confere à questão da violência uma dimensão assustadora. Ainda mais quando se constata que, ao contrário das mortes por doenças, as mortes violentas atingem pessoas cada vez mais jovens. Em 1989, tais óbitos ocorriam principalmente entre 15 e 39 anos (38,97% dos casos entre 15 e 29 anos e 58,66% dos casos

entre 15 e 39 anos), em uma proporção média de sete homens para cada mulher em todo o país (no Rio de Janeiro, em 1993, a proporção foi de mais de 10 homens para cada mulher).

A violência nas macrorregiões

A reconstituição do mapa das mortes violentas – por macrorregião, estado, capital e região metropolitana – permite analisar essas informações comparando-as com dados sobre pobreza e urbanização, apontadas há décadas como as principais causas do calamitoso crescimento da violência no Brasil. O aumento populacional nos anos 80, as mudanças de ritmo e direção das migrações e a redução da taxa de natalidade no país (e sua diferenciação regional) tornam necessário relativizar o número de óbitos, criando-se uma taxa de mortalidade violenta, definida como o número de mortes por causas externas em cada 100 mil habitantes.

Determinada por macrorregião, em anos alternados da década de 80 (figura 1), essa taxa aponta o Centro-Oeste como a região campeã da violência de 1981 (com 75,40 mortes violentas por 100 mil habitantes) até 1987 (92,49), seguida de perto pelo Sudeste (73,07 em 1981), que toma a dianteira em 1989 (93,30). No Sul, a taxa é estacionária até 1985 (68,19) e

crece até atingir 72,99 em 1989. No Norte, os índices também aumentam a partir de 1985 (de 46,85 para 50,05), mas ficam abaixo da média nacional (57,51). O Nordeste, a mais pobre região do Brasil, é também a que apresenta taxas mais baixas (47,49 em 1989).

A comparação das taxas de mortes violentas com os índices de pobreza das regiões indica claramente que a miséria, isoladamente, não explica a participação relativa de cada macrorregião no quadro nacional da violência. Dados do IBGE apontam que, em 1988, o Nordeste, a região com menor taxa de mortes violentas, apresentava a maior diferença entre o percentual da população nacional que lá vivia (27,6%) e a participação no PIB nacional (13,65%). O Norte, também com taxas mais baixas de mortes violentas, detinha 6,2% da população e apenas 4,35% do PIB. Nas regiões com índices de violência altos, a situação no mesmo ano era inversa. O Centro-Oeste, com 6,9% da população, ficava com 6,24% do PIB; o Sul tinha 14,5% da população e 17,68% do PIB; e o Sudeste, com a maior taxa de mortes violentas (em 1989), abrigava 44,8% da população e abocanhava 58,18% do PIB (em 1988).

Se a análise tomar para comparação a desigualdade social (ou pobreza relativa), a correlação inversa entre pobreza e mortes violentas se repete. O coeficiente

de Gini, que mede a desigualdade e varia de 0 a 1, é mais alto para as regiões Nordeste (0,64) e Norte (0,61), as menos violentas. Nas regiões de maior violência, o coeficiente é um pouco menor: 0,60 (Centro-Oeste), 0,57 (Sul) e 0,58 (Sudeste).

A pobreza absoluta, medida pelos percentuais da população regional incluídos nas faixas de renda mais baixas, também não explica as diferenças regionais nas taxas de mortalidade vio-

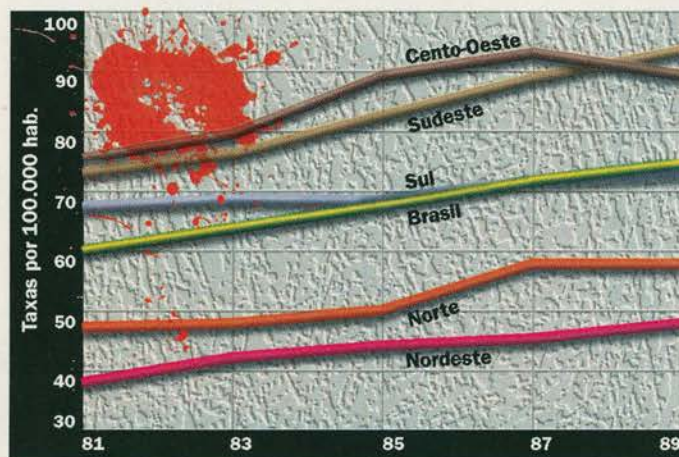


Figura 1. Taxas de mortalidade por causas externas (macrorregiões).

lenta. Tais percentuais, como Hamilton Tolosa e Sonia Rocha revelaram em estudo de 1993, apresentam notáveis quedas em todas as regiões, nos anos 70, seguidas por ligeiros aumentos na década seguinte, tanto no Nordeste (de 49,6% para 51,1%, em índices anuais médios), região de mais baixa taxa de mortes violentas, quanto no Sudeste (de 12% para 14,9%), que em 1989 tinha a taxa de mortalidade mais alta, e no Sul (de 18,2% para 20%). No Norte (de 30,9% para 20,7%) e no Centro-Oeste (de 24,1% para 21,3%) a redução das taxas médias de pobreza se manteve.

Da mesma forma, o crescimento populacional e as migrações não esclarecem a origem dos diferentes índices de mortes violentas. Se até 1970 o Centro-Oeste detinha a maior taxa média anual de crescimento populacional no país, seguido de perto pelo Norte e pelo Sul, a partir de então a liderança passa a ser da região Norte, com média de 5,02% nos anos 70 e de 3,85% nos anos 80, segundo o Anuário Estatístico do IBGE de 1994. Nessa última década, os dados do Ministério da Saúde revelam que a região Norte, apesar da explosão populacional, manteve o segundo menor índice de mortalidade violenta. A taxa média de aumento da população no Centro-Oeste caiu de 5,6% nos anos 60 para quase a metade (3,01%) nos anos 80, mas na maior parte da década a região liderou a estatística de mortes violentas. A região Sul provavelmente perdeu população, já que as taxas médias de aumento populacional nos anos 70 (1,44%) e 80 (1,38%), as menores do país, ficaram abaixo das taxas de natalidade, mas ainda assim os índices de violência cresceram. O Nordeste, região menos violenta nos anos 80, também reduziu naquela década a taxa média de cres-

cimento populacional (para 1,83%). O Sudeste, região mais rica do país, que terminou a década de 80 como líder em mortes violentas, apresentou, como o Sul, uma notável redução do aumento populacional – de 2,64% (anos 70) para 1,77% (anos 80). A participação relativa dessas regiões no total populacional do país também caiu.

A análise, portanto, deixa claro que indicadores sociais como pobreza, desigualdade social, migração ou incremento populacional não são, como foi apontado muitas vezes, os responsáveis pelo aumento dos índices de violência nas macrorregiões brasileiras.

A violência nos estados e capitais

O exame dos dados regionais desmente as teses tradicionais sobre a violência, mas a constatação de que existem grandes diferenças, dentro das macrorregiões, entre os índices de mortalidade violenta nos estados, nas capitais e nas áreas metropolitanas torna necessário aprofundar a questão. O quadro fica mais claro ao compararmos os estados (figura 2). Em 1989, Roraima, Rio de Janeiro e Rondônia lideravam as estatísticas, com índices de mais de 130 mortes por causas externas por 100 mil habitantes. Dois eram novíssimos estados,

de ocupação recente e crescimento populacional acelerado na década (taxas médias de 9,55% em Roraima e 7,66% em Rondônia, as maiores do país). O outro, um dos mais antigos (sede da capital federal por 250 anos), apresentava crescimento populacional de apenas 1,13%, um dos menores do país.

Num segundo patamar (entre 100 e 80 mortes violentas por 100 mil habitantes) estavam Mato Grosso, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, estados economicamente bem situados. Mato Grosso apresentava taxa de crescimento populacional alta (5,38%), mas não os demais (2,13% em SP, 2,33% em GO e 2,41% em MS). No mesmo patamar de violência relativa situavam-se o Distrito Federal e os estados do Espírito Santo, Pernambuco e Rio Grande do Sul, com taxas de aumento da população de 2,84% (DF), 2,31% (ES), 1,36% (PE) e 1,48% (RS). Os dois últimos perdiam habitantes através da migração.

Pouco abaixo do índice médio nacional de mortes violentas estavam Santa Catarina, Alagoas, Paraná e Acre. Os dois estados do Sul tinham baixos índices de crescimento populacional (2,06% em SC e 0,93% no PR, o mais baixo do país) e enviavam migrantes para o Centro-Oeste e o Norte. Em outro, um estado do Nordeste com fama de violento (onde os conflitos interpessoais seriam 'resolvidos a bala'), o crescimento populacional (2,18%) era reduzido. O quarto, um estado relativamente novo da região Norte, aumentava rapidamente sua população (3,01%). As menores taxas de mortalidade violenta, bem abaixo da média nacional, estavam em Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pará, Paraíba e Bahia, os estados mais pobres do país. As taxas de aumento populacional de quatro deles nos anos

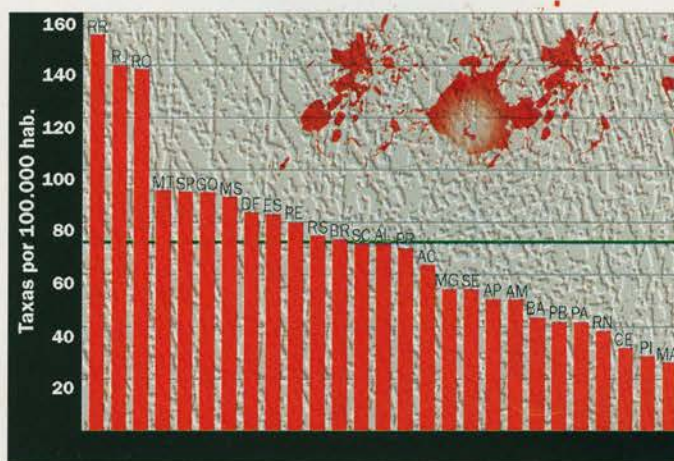


Figura 2. Taxas de mortalidade por causas externas no Brasil em 1989 (estados).

80 (1,93% no MA, 1,73% no PI, 1,70% no CE e 2,22% no RN) eram superiores às do Rio de Janeiro, Paraná, Pernambuco e Rio Grande do Sul, todos com taxas de mortes violentas superiores à média nacional.

Dentro do Sudeste, a região mais rica, o estado de Minas Gerais mostrou aumento populacional abaixo da média nacional, mas o percentual de mortes violentas se manteve, nos anos 80, enquanto Rio de Janeiro e São Paulo, que reduziram muito o ritmo do aumento populacional nas duas últimas décadas, foram os campeões nacionais da violência. São Paulo detinha o maior percentual do PIB nacional, seguido pelo Rio de Janeiro, mas este apresentou um quadro de empobrecimento grave a partir de 1988 – não está claro se isso impulsionou a violência ou se esta é que contribuiu para agravar a pobreza. Os dois estados têm as maiores áreas metropolitanas do país, em torno de suas capitais, com sinais claros de 'periferização' (aumento populacional na periferia) da pobreza.

A análise da violência nas capitais estaduais (e regiões metropolitanas) seguiu outra metodologia, tomando-se não todas as mortes por causas externas, mas a soma de dois subgrupos: homicídios e outras violências. Os acidentes de transporte foram excluídos em função do maior peso relativo nas grandes cidades, permitindo avaliar melhor as taxas de violência interpessoal nos diferentes centros urbanos, e os suicídios, efeitos de drogas e medicamentos e outros acidentes têm pequena expressão estatística. A constatação do preenchimento incorreto

dos atestados de óbito, notadamente no Rio de Janeiro, é a razão para a soma, aos homicídios, das mortes classificadas como outras violências – sem o que haveria graves distorções na análise.

O quadro das mortes violentas por estados é alterado com a exclusão de acidentes de transporte, efeitos de medicamentos e suicídios (figura 3). Roraima mantém a maior taxa de mortalidade por 100 mil habitantes (107,3), mas no Rio de Janeiro (94,63) e em Rondônia (55,19) essa taxa cai muito. Como as outras causas têm índices baixíssimos no país, a conclusão óbvia é a de que os acidentes de transporte são estatisticamente mais importantes nos dois últi-

pobres do país.

As estatísticas sobre as capitais (figura 4) revelam que o município do Rio de Janeiro, com uma taxa de 77,41 mortes por homicídios e outras violências em 1989, está em melhor situação que o estado (94,63 no mesmo ano), porque a violência é maior na área da Baixada Fluminense. Em São Paulo ocorre o inverso: a taxa do estado (35,44) é menor que a da capital (45,05). No estado líder em mortes violentas, Roraima, a capital Boa Vista apresenta uma taxa superior à estadual, indicando que não é tanto em áreas isoladas – o garimpo ou o campo – que se dá o conflito, mas justamente na cidade em que deveriam

funcionar as instituições destinadas a evitá-lo. No entanto, é preciso considerar também que os dados no interior desses estados são menos confiáveis, em função do sub-registro dos casos. Porto Velho (com 74,95) e Rio Branco (com 50,78) também têm taxas maiores que as dos respectivos estados, Rondônia e Acre, assim como Recife (PE) e Aracaju (SE). As capitais menos violentas (taxas em torno de 20) são as de Santa Catarina, Amapá, Piauí, Mi-

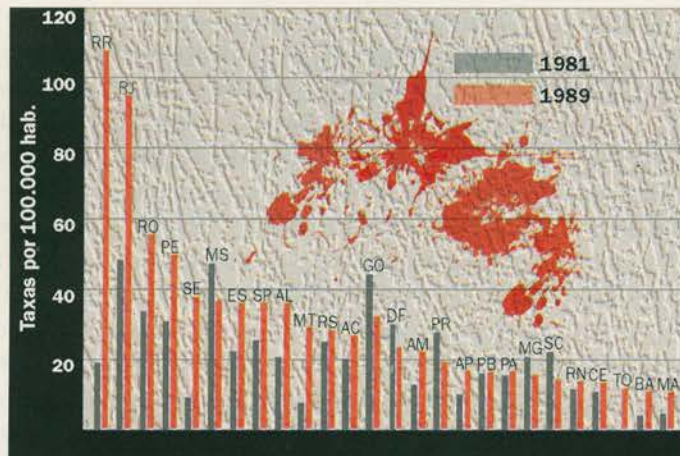


Figura 3. Taxas de mortalidade por homicídios e outras violências (estados).

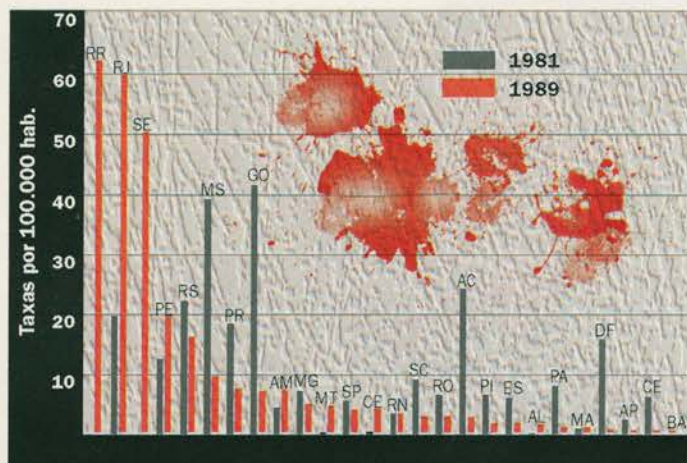


Figura 4. Taxas de mortalidade por homicídios e outras violências (capitais).

nas Gerais, Bahia, Ceará, Mato Grosso, Paraná e Maranhão – o que inclui algumas das mais ricas e algumas das mais pobres do país.

O crescimento populacional das capitais poderia justificar a violência em Rondônia, Roraima e Acre, onde esse indicador apresentou as mais altas taxas médias anuais do país, mas não no Rio de Janeiro (a menor do país) ou em Pernambuco e São Paulo (com índices baixos de expansão urbana). Além disso, algumas das capitais menos violentas são as de estados com rápido crescimento urbano (Mato Grosso, Amapá, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Ceará, Piauí e Maranhão). Belo Horizonte é de novo um caso à parte: com taxa de crescimento urbano inferior a 3%, a cidade, além de ser das menos violentas do país, ainda mostra tendência decrescente de homicídios.

Trazendo à análise a questão migratória, um movimento populacional que faz cair por terra as explicações culturalistas ou racistas da violência é o que levou cerca de 2,5 milhões de agricultores a deixarem o interior do Paraná de 1980 a 1986. Desse total, segundo estudo de George Martins em 1994, cerca de 1,5 milhão seguiram para outros estados, principalmente Rondônia, um dos campeões da violência. Mas a capital paranaense, Curitiba, que provavelmente recebeu a maior parcela do restante dessa migração, tem uma das taxas de homicídios mais baixas do país. A diferença nos índices de violência indica que a explicação pode estar nas atividades e na estrutura institucional existentes no ponto final da migração, mais do que no movimento populacional em si ou na etnia dos migrantes.

Comparações desse tipo desmentem a idéia do migrante rural tradicional inadaptado nas grandes cidades, repetida *ad nauseam* em livros, novelas e filmes até integrar o senso comum e o imaginário da população, transformando em personagem central da violência urbana esse migrante – o favelado no Rio de Janeiro e o nordestino em São Paulo, por exemplo. Na verdade, estamos diante de novos fenômenos da criminalidade moderna e da violência que esta produz, diferente da violência costumeira dos sertões brasileiros, onde imperavam um código de honra muito claro e conflitos interfamiliares agudos. A distribuição das taxas de mortes por causas externas no Brasil (figura 5) demonstra essa afirmação.

A violência nas metrópoles

Embora os dados referentes a estados e capitais já permitam refutar as teorias da origem social ou étnica da violência, é preciso ver o que ocorre nas áreas metropolitanas, que exibem os maiores contingentes de pobres do país, para avaliar o possível impacto da concentração de pobreza em áreas densamente povoadas. Em todas as metrópoles do país, exceto Belo Horizonte, as taxas de mortalidade aumentaram, seja conside-

rando-se apenas homicídios e outras violências, seja contando-se todas as mortes por causas externas. Belo Horizonte liderou as taxas de acidentes de transporte por toda a década de 80 (com variação de 22 a 32 mortes por 100 mil habitantes), mas foi a única metrópole em que a de homicídios caiu (de 19,3 para 17). No mesmo período, a Grande São Paulo duplicou a taxa de homicídios (de 24,64 para 44,30) e quase repete esse feito quando são somadas as outras violências (de 27 para 48,26), enquanto o Grande Rio começou a década com uma taxa alta (45,14) e terminou com 93,24.

As áreas metropolitanas onde a violência é maior são indiscutivelmente aquelas que abrigam os maiores contingentes de pobres e miseráveis do país (São Paulo, Rio de Janeiro e Recife), mas não as com maiores proporções de pobres (São Paulo e Rio de Janeiro não estão entre estas). Todas as metrópoles reduziram seus percentuais de pobres nos anos 80, segundo estudo de Sonia Rocha, em 1992. As exceções foram Porto Alegre (em que o índice caiu até 1986 e em seguida cresceu quatro pontos percentuais até 1990) e Rio de Janeiro (que teve desempenho semelhante, mas aumentou dramaticamente seu per-

centual de pobres) de 1986 (23,2%) a 1990 (32,7%). Foi, sem dúvida, a metrópole que mais empobreceu, mas isso só ocorreu quando a taxa de homicídios já havia dobrado e muitas empresas estavam deixando o estado por causa do clima de insegurança e medo. Mesmo assim, tinha no final da década menos pobres, proporcionalmente, que Belém, Fortaleza e Salvador, que mantiveram algumas das taxas de mortes violentas mais baixas entre as capitais. E ficou em patamar próximo ao de Belo Horizonte (30,7% em

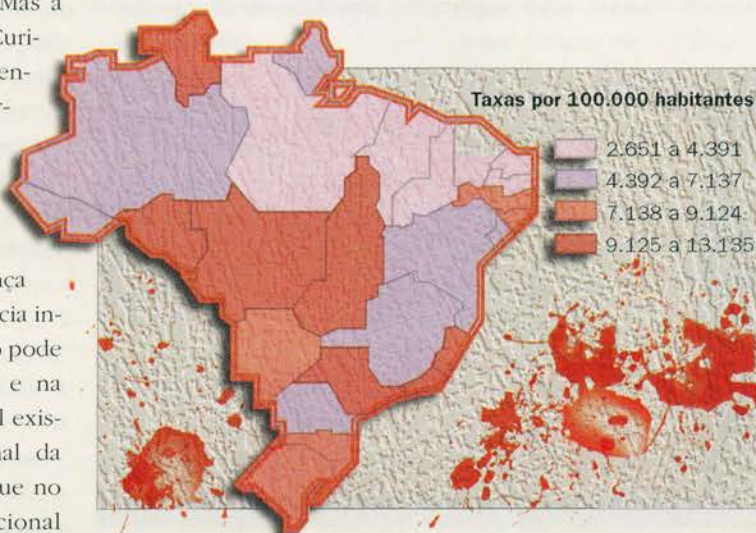


Figura 5. Taxas de mortalidade por causas externas em 1989 (Brasil).

1990), que, sem aumentar ou diminuir a proporção de pobres, reduziu a taxa de mortes violentas ao longo da década.

São Paulo, porém, manteve a mesma proporção de pobres que tinha no início dos anos 80, mas a taxa de mortes violentas cresceu ao longo da década. Recife, metrópole com a maior proporção de pobres do país (48,4% em 1990, quatro vezes a de Curitiba), é a única que poderia indicar uma correlação entre alta proporção de pobres e alta taxa de mortalidade violenta. No entanto, mesmo tendo uma proporção de pobres maior que a do Rio de Janeiro, Recife apresenta uma taxa de mortes violentas menor.

Quando se examina a questão sob o prisma do crescimento populacional do núcleo e da periferia das áreas metropolitanas, verifica-se que as taxas de mortalidade violenta não refletem nem o aumento total da população, nem o da 'periferização'. Rio de Janeiro, São Paulo e Recife foram as metrópoles que menos cresceram na década de 80 e as que apresentaram as mais altas taxas de mortes violentas. No Rio de Janeiro, a população da periferia aumentou apenas 1,47%, a menor taxa do país. Belo Horizonte novamente mostra uma situação *sui generis*: sua periferia cresceu (4,98%) bem mais que a média nacional (3,05%), mas a taxa de mortes violentas caiu. Curitiba, Fortaleza e Salvador, áreas metropolitanas com as maiores 'periferizações', naquela década, revelaram as taxas mais baixas de homicídios e outras violências.

Em São Paulo e Rio de Janeiro, a violência é sobretudo metropolitana: os municípios da periferia da metrópole e da capital concentram as altas taxas de mortalidade violenta. No interior dos estados,

as taxas caem bastante. Esses dados sugerem o exame de uma antiga teoria da sociologia criminal, segundo a qual a violência não é da responsabilidade dos migrantes, mas da segunda geração dos que migram. A segunda geração escolhe mais facilmente o caminho da delinquência ao incorporar ainda na juventude os valores materiais de sucesso nas grandes metrópoles, sem ter as oportunidades ou meios legais para atingir esse sucesso, como escreveu Robert Merton em artigo clássico da sociologia urbana ('Social structure and anomie', em *American Sociological Review*, 1938). A hipótese se encaixa na situação de São Paulo, mas não na do Rio de Janeiro, que já detinha uma taxa de crescimento populacional bastante reduzida nos anos 70.

A progressiva dificuldade de encontrar emprego e os baixos salários, no Rio de Janeiro, colocariam essa metrópole mais perto da teoria das poucas oportunidades – mas nesse caso o reflexo deveria se dar nos crimes econômicos (contravenções e crimes contra o patrimônio), e não nos crimes contra a pessoa, não relacionados com a ascensão social. Vale lembrar que essa teoria se desenvolveu nos Estados Unidos, na chamada escola socioló-

gica de Chicago, quando aquele país estava mergulhado na crise urbana e criminal dos anos 20, época da proibição do consumo do álcool. Os personagens mais visados da época eram os imigrantes italianos que implantaram o crime organizado (a máfia local) junto com os imigrantes irlandeses. Em São Paulo, ao contrário, a primeira etnia é saudada pela teoria da imigração como a responsável pelo progresso econômico do estado. Essa comparação serve, no mínimo, para mostrar que os aspectos raciais ou culturais do grupo de migrantes não explicam seu comportamento. A explicação, na verdade, parece estar nos contextos políticos e institucionais do ponto final da viagem. Hoje, poucos estudiosos da questão duvidam da associação, na Chicago dos anos 20, entre o aumento da violência e o gangsterismo em torno da venda do álcool proibido.

A situação de Roraima e Rondônia, estados que se equiparam ao Rio de Janeiro em mortes violentas (assim como as respectivas capitais), sugere que mais importante do que a migração ou a pobreza é a existência de atividades como frentes de expansão agrícola e garimpos, além do tráfico de drogas, que estimulam a competição individual desenfreada com pouco ou nenhum limite institucional nas conquistas e na resolução dos conflitos interpersonais. No Rio de Janeiro, 'frentes de expansão' artificiais surgiram em um espaço urbano densamente povoado, através de práticas aprovadas e estimuladas por governos estaduais e municipais. A opção pela invasão de terrenos públicos como 'política habitacional' tornou-se uma verdadeira indústria, gerando as favelas e um novo mercado imobiliário que beneficia poucos, especialmente os que acumularam as funções de grileiros e cabos eleitorais, transformando e tensionando as relações sociais dentro de aglomerações irregulares cada vez



Figura 6. Taxas de mortes violentas de homens (Américas).

mais compactas.

Dentro desse contexto, a ocupação das principais ruas da cidade pela camelotagem informal e ilegal misturou uma saída para o desemprego com o crime organizado, este ainda mais patente em ferros-velhos e ourivessarias, centros de recepção e de organização do crime. Mas é o tráfico de drogas e de armas que aparece como o maior responsável pelo sofrimento dos moradores do segundo centro urbano do país: ricos, remediados e pobres. O erro de diagnóstico (que repete dogmas das teorias sociológicas da pobreza e da urbanização acelerada) e a incompreensão dos mecanismos institucionais e societários do crime organizado (que atravessa classes e não sobrevive sem apoio institucional das agências estatais incumbidas de combatê-lo) iniciaram a catástrofe na mais internacional metrópole brasileira. E o processo agravou-se porque, em um segundo momento, confiou-se, sem reformas nem críticas, em uma polícia implicada com o crime organizado e baseada em táticas repressivas da população pobre, há muito condenadas.

Essas escolhas político-institucionais e as facilidades para a proliferação do crime deram ao Rio de Janeiro destaque entre as metrópoles do país. A corrupção policial encontrou no mesmo dogma o seu álibi: o problema seria unicamente 'social'. Isso garantiu a impunidade dos

responsáveis por atividades ilegais e sobretudo discriminatórias contra os jovens, especialmente os mais pobres, que o poder público deveria defender, tratando em centros de saúde e educando preventivamente nas escolas. Extorquidos e criminalizados pelo uso de drogas, eles acabam nas mãos de traficantes e assaltantes, ou são vítimas de chacinas que, quando esclarecidas, exibem seus reais motivos: a cobrança de 'dívidas' ou a divisão dos 'lucros' com policiais corruptos. Mais do que os grupos de ex-terminio, são os grupos de extorsão que criam o ambiente em que quadrilhas e grupos ainda mais organizados lutam pelo domínio de territórios. A tendência que São Paulo e Porto Alegre revelavam no final dos anos 80 (especialmente a primeira, onde a taxa de homicídios duplicou e segue crescendo) parece indicar que o tráfico de drogas também está modificando o panorama da segurança pública nessas metrópoles.

O papel crucial do tráfico de drogas no quadro atual da violência interpessoal fica claro através do exame da distribuição das mortes violentas de homens nas Américas (figura 6). Entre os países latino-americanos, os maiores índices estão no México (passagem obrigatória das rotas terrestres da droga para os Estados Unidos), na Colômbia (principal produtor de cocaína) e no Brasil (onde existem rotas de tráfico rodoviárias, aeroviárias e

marítimas, tanto para os Estados Unidos quanto para a Europa). Os três países apresentaram em meados da década de 80 uma taxa média acima de 105 mortes violentas por 100 mil habitantes para pessoas do sexo masculino. Os Estados Unidos, a nação mais rica do continente americano e um dos principais mercados consumidores de drogas no mundo, estão no segundo patamar de mortes violentas de homens (taxa acima de 85).

A indicação de que os índices de mortalidade violenta estão vinculados mais à degradação das condições institucionais e menos a fatores sociais traz um desafio para os que se preocupam com a vida, em especial a dos jovens: imaginar e pôr em prática soluções, nas áreas da saúde e da educação, para os problemas criados pela disseminação das drogas. A política atual de guerra às drogas e repressão dos usuários, principalmente nos países em que os direitos de cidadania são precários, não livrou esses países do tráfico e não foi capaz de impedir a epidemia de Aids por drogas injetáveis nos portos e cidades ao longo das rotas dos criminosos e a 'epidemia' de mortes por homicídio entre os homens jovens.

Alba Zaluar

Ceres Albuquerque

José de Carvalho Noronha

Instituto de Medicina Social,

Universidade do Estado do Rio de Janeiro.



- **Ciência Hoje Hipertexto**
- **Ciência Hoje das Crianças Eletrônica**

Um mundo de ciência na tela de seu computador

DO CÂNCER AO VENENO DE COBRA, OS AVANÇOS DA BIOLOGIA APLICADA

Reunidos em Serra Negra (SP), biólogos brasileiros e latino-americanos fazem um balanço das mais recentes pesquisas na área experimental

A exemplo do que já ocorrera no ano passado, especialistas ligados à biologia experimental, reunidos em agosto, na cidade paulista de Serra Negra, puderam traduzir mais fielmente as múltiplas interfaces das suas diferentes áreas de atuação, dando um tratamento temático aos estudos apresentados. Para Marcello Barcinski, vice-presidente da Federação das Sociedades de Biologia Experimental, entidade que promove o encontro, o novo formato dos trabalhos – consolidado no décimo ano do encontro – veio permitir que um mesmo tema seja analisado através de vários enfoques específicos e a tendência é que essa organização se mantenha.

A possibilidade de tratar um mesmo assunto de muitas maneiras ficou clara na conferência do pesquisador hondurenho Salvador Moncada, que, ao trabalhar com o óxido nítrico, analisou seus efeitos no surgimento do câncer e nos sistemas nervoso, cardiovascular e imunológico. Outros temas de grande interesse fizeram parte da agenda desta X Reunião Anual da Fesbe. Antônio Belló (UFRGS), por exemplo, trouxe para o encontro as respostas encontradas nos 20 anos em que vem pesquisando os efeitos perniciosos do peróxido de hidrogênio no coração. Outro estudo de relevância foi apre-

sentado pelo médico equatoriano Patricio Jamarillo, apontando para a suplementação de cálcio como uma estratégia eficaz na prevenção da pré-eclâmpsia, que é a principal causa de mortalidade de gestantes no Terceiro Mundo.

De grande interesse para farmacologistas, citologistas, imunologistas e patologistas, o estudo apresentado por Henrique Lenzi, patologista da Fundação Oswaldo Cruz (RJ), sobre as manchas de aspecto leitoso encontradas no órgão linfóide, mostrou que ainda há muito a conhecer sobre o sistema imune. Na mesma perspectiva temática, o encontro trouxe ainda estudos sobre a conjugação de fatores genéticos e ambientais na origem do alcoolismo, do médico geneticista Claiton Bau (UFRGS); os efeitos patológicos locais induzidos pelo veneno de uma espécie de jararaca, investigados pelo microbiologista costarricense José Maria Gutierrez; os resultados conclusivos da bióloga Luiza Lina Villa, do Instituto Ludwig de Pesquisa do Câncer (SP), sobre o papel desempenhado pelo Papilomavírus Humano (HPV) em neoplasias que levam ao câncer; e as experiências da bióloga Patrícia Silva, também da Fundação Oswaldo Cruz (RJ), estabelecendo a relação entre diabetes e as reações inflamatórias de natureza alérgica.

Óxido nítrico, mais que um novo neurotransmissor

Ao apresentar seu estudo sobre os efeitos do óxido nítrico nos processos cancerígenos e nos sistemas nervoso, cardiovascular e imunológico, o pesquisador hondurenho Salvador Moncada, atualmente no Laboratório de Pesquisa Wellcome, em Londres, afirmou que o sistema de enzimas correlacionado ao óxido nítrico é extremamente importante na modulação do tônus em diferentes sistemas do organismo.

Em sua conferência, o pesquisador hondurenho disse que o óxido nítrico é bem mais que um novo neuro-

transmissor, propiciando a liberação de informações capazes de mudar conceitualmente a percepção de diferentes sistemas. No caso de uma neurotransmissão, definida como a comunicação entre duas células nervosas por intermédio de um agente químico responsável pela informação, Moncada sugeriu uma inovação conceitual: o óxido nítrico permite o contato de uma determinada célula nervosa com suas vizinhas, promovendo uma comunicação em rede e não necessariamente unidirecional (figura 1).

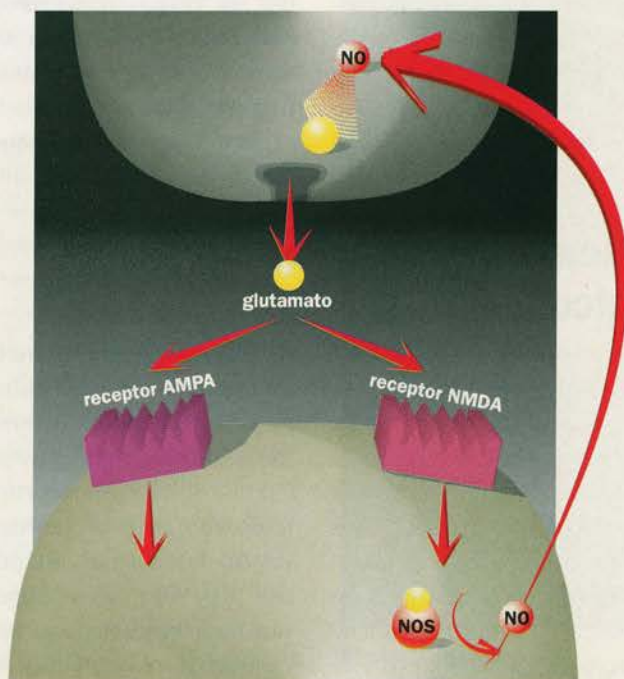


Figura 1. A liberação de glutamato por uma célula nervosa induz a produção de óxido nítrico em outra, que por sua vez o difunde de volta, aumentando a liberação daquele neurotransmissor.

A dupla face dos radicais livres

Por que o macrófago, célula central do sistema imune, produz quantidades tão grandes de radicais livres quando ativado? O pesquisador Momtchilo Russo, do Departamento de Imunologia (USP), acredita que, se isso não acontecesse, o ser humano estaria muito mais sujeito a infecções. Ao falar sobre a imunobiologia do macrófago, Russo buscou demonstrar que, embora esteja distribuído em todo o corpo, ele permanece inativado. Sua ativação se dá durante infecções ou inflamações, quando ocorre grande influxo de células no local.

Russo supõe – conforme afirmou em Serra Negra – que a produção de radicais livres seja um indicador da ativação dessas células. Segundo o pesquisador, existem as espécies de radicais derivadas do metabolismo do oxigênio e aquelas derivadas do metabolismo do nitrogênio. No primeiro caso, há pessoas que nascem

com defeito na enzima oxidase, o que as torna propensas a infecções sucessivas, principalmente por estafilococos. Os radicais livres de oxigênio se encarregariam, então, de adaptar o indivíduo à convivência com esses microorganismos sem se infectar ou morrer.

Quanto ao óxido nítrico, acredita-se que seu principal papel seja proteger o indivíduo nas infecções causadas por protozoários, como *Leishmania* e *Trypanosoma cruzi*, impedindo seu crescimento (figura 2). Russo ressaltou que ainda não foi feito um experimento em humanos comprovando essa tese, embora ela já tenha sido demonstrada em modelos animais. Em laboratório, confirmou-se que camundongos privados da enzima responsável pela produção de óxido nítrico se tornaram mais susceptíveis a infecções.

Sabe-se, por outro lado, que

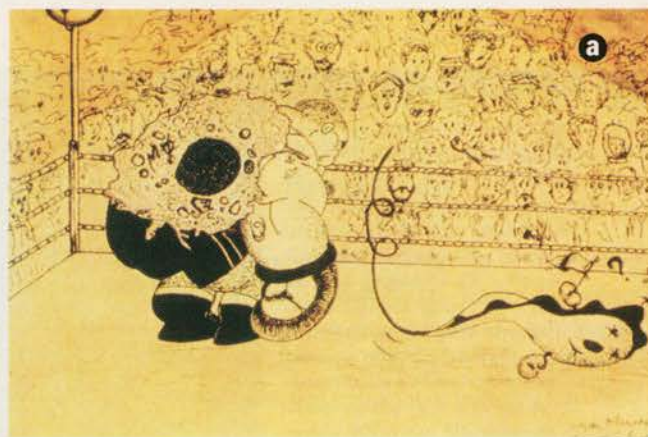


Figura 2. Na primeira situação (a), o *Trypanosoma cruzi* é destruído por radicais livres no interior de macrófagos; em (b), o parasita, para se defender, tenta conquistar o coração da donzela, onde não há produção desses radicais.

os radicais livres estão associados a uma série de problemas, sobretudo o envelhecimento e as doenças degenerativas. O pesquisador da USP acredita que, entendendo sua ação fisiológica, talvez seja possível controlar sua produção e eventualmente evitar dano de tecidos, como um

infarto do miocárdio. Entre as várias pistas nesse sentido, Russo citou os radicais livres de oxigênio, que podem ser seqüestrados pelas vitaminas A, C, D e E. O acúmulo desses radicais no organismo produz danos celulares irreparáveis durante processo de envelhecimento.

Gen e ambiente na origem do alcoolismo

Pressupondo que o alcoolismo deriva da conjunção de fatores genéticos e ambientais, o geneticista Claíton Bau, do Departamento de Genética (UFRGS), considera que é preciso entender a heterogeneidade do problema antes de buscar tratamentos psicoterápicos ou farmacológicos adequados a cada um dos diferentes grupos de alcoolistas.

De acordo com estudos in-

ternacionais, o grau de determinação genética do alcoolismo situa-se entre 30% e 50%. "Não existe uma única pessoa em que o alcoolismo seja determinado só pela genética ou só pelo ambiente", assegurou Bau. Atualmente empenhado em investigar os genes candidatos a essa predisposição, como o de um receptor do neurotransmissor chamado dopamina e o da enzima

monoaminoxidase – enzima envolvida com o metabolismo de neurotransmissores –, ele acredita que no futuro poderão ser identificados subgrupos de alcoolistas que estejam mais freqüentemente associados a alelos desses genes.

O geneticista gaúcho recomendou às pessoas que tenham parentes alcoolistas, sobretudo pais e irmãos, que evitem o uso de álcool ou se limitem a um consumo controlado, pois elas teriam em princípio uma susceptibilidade

de aumentada ao alcoolismo. Quanto às medidas de tratamento, ele avalia que a ciência ainda está nos estágios iniciais desse tipo de estudo.

Embora sejam precários os dados sobre o alcoolismo no Brasil, sabe-se que em algumas das capitais ele atinge cerca de 9% da população adulta e 5% de jovens na faixa de 10 a 18 anos. No mundo, o alcoolismo é tido como um dos maiores problemas de saúde pública e talvez o maior problema psiquiátrico.

Cálcio bandido...

Há 20 anos investigando os efeitos do peróxido de hidrogênio no coração, o fisiologista gaúcho Antônio Belló (UFRGS), atestou a teoria de que a produção desse radical livre está associada à isquemia-reperusão, uma das

doenças que mais matam no mundo hoje. Belló explicou que o coração pode sobreviver algum tempo sem sangue, ou seja, sem oxigênio. Mas, paradoxalmente, ele tende a morrer mais depressa se, após ficar algum tempo sem sangue, receber novamente oxigênio. Conforme a dose de peróxido de hidrogênio utilizada, o coração perde sua força e sua capacidade de relaxar, podendo ficar rígido como uma pedra. "É exatamente isso que acontece na lesão de reperusão", esclarece o pesquisador.

Segundo Belló, o peróxido de hidrogênio pode gerar radicais livres de oxigênio, que oxidam os lipídios das membranas celulares, destruindo sua seletividade e permeabilidade. Como na lesão de reperusão, a membrana é lesada e o cálcio, que está em



Figura 3. O esquema mostra o percurso do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) numa lesão de reperusão, que culmina com a chamada rigidez por cálcio.

maior concentração fora da célula, nela penetra, mantendo a contração (figura 3). É a chamada rigidez por cálcio. Além de estudar substâncias capazes de evitar essa reação, entre elas a indometacina, a equipe da UFRGS está testando as vitaminas A e E, que sequestram uma outra espécie de oxigênio liberada durante a lesão, chamada singlete.

As implicações do ferro nessas lesões também estão sendo investigadas. Segundo Belló, quando o peróxido de hidrogênio entra em contato com o ferro da mioglobina, forma um radical livre chamado hidroxila, considerado o maior 'bandido' das isquemias, pois o organismo não sabe como se defender dele. Uma vez formado, esse radical reage com moléculas vizinhas e não há enzima que o destrua ou iniba.

...cálcio mocinho!

A incidência de pré-eclâmpsia, principal causa de mortalidade de gestantes do Terceiro Mundo, pode se reduzir significativamente com uma suplementação alimentar à base de cálcio durante a gestação. Estudos feitos pelo médico equatoriano Patricio Jamarillo, diretor de pesquisa do Ministério de Saúde Pública do Equador, mostraram que essa suplementação mantém estáveis os níveis circulantes de cálcio livre, também chamado de iônico, fundamental na síntese de substâncias vasoativas, como o óxido nítrico.

Com a colaboração de Salvador Moncada, o médico equatoriano demonstrou que a gravidez é um estado de ativa vasodilatação, que se mantém graças à produção de óxido nítrico pelas células das paredes dos vasos – o endotélio vascular – em adequadas concentrações de cálcio iônico circulante. Quando o teor de óxido nítrico cai, provavelmente pela redução dos níveis de cálcio iônico, há uma vasoconstrição, que explica as manifestações básicas da pré-eclâmpsia, como hipertensão arterial, perda de proteína por via urinária, alterações na função e na agregação plaquetária, ou seja,

das estruturas envolvidas com o processo de coagulação, presentes no sangue e, finalmente, alterações na coagulação, que causam a morte da mãe ou da criança.

Em seu primeiro ensaio clínico, Jamarillo estudou 176 mulheres com menos de 25 anos em sua primeira gestação, que apresentavam supressão arterial normal no momento do diagnóstico de gravidez e não tinham antecedentes de doenças cardiovasculares. À metade do grupo ele administrou dois gramas diários de carbonato de cálcio; a outra metade recebeu placebo. No final do estudo, apenas 4% das mulheres que ingeriram cálcio desenvolveram a doença, que atingiu 27% das mães que receberam placebo.

No segundo ensaio, feito com 56 mulheres de alto risco para o desenvolvimento da pré-eclâmpsia, verificou-se dramática redução da incidência da doença: caiu para 14% entre as mulheres que usaram cálcio. Entre as que receberam placebo, a taxa se manteve em torno de 70%. Os efeitos benéficos da suplementação alimentar com cálcio também foram confirmados em estudo feito nos EUA com 4.000 gestantes.

ENCONTRO DE TRÊS MIL CIENTISTAS

A X Reunião Anual da Federação das Sociedades de Biologia Experimental (Fesbe) consolidou-se como o maior evento da área no país, ao reunir em Serra Negra (SP), de 23 a 26 de agosto, cerca de 3.000 participantes. Em 35 módulos temáticos, o programa da reunião incluiu 46

conferências, 68 miniconferências, 132 comunicações orais, além de 16 cursos e 1.700 painéis, englobando as áreas de farmacologia e terapêutica experimental, fisiologia, neurociências e comportamento, investigação clínica, imunologia, biofísica e bioquímica.

Mais um tijolo no edifício imune

A hipótese de que as pequenas manchas de aspecto leitoso, encontradas no órgão linfóide – pequenos nodos em que se encontram os linfócitos –, presente nas cavidades peritoneal (do abdômen) e pleural (do pulmão) (figura 4), sejam os prováveis sítios de origem dos linfócitos B1 foi defendida pelo patologista Henrique Lenzi, da Fundação Oswaldo Cruz (RJ). Partindo do pressuposto de que esses linfócitos surgem no sistema imune provavelmente antes dos já conhecidos linfócitos B2, Lenzi supõe que eles produzam as imunoglobulinas responsáveis pela extensa rede do sistema imune, exercendo importante papel na construção do edifício

imunológico.

Segundo o patologista, esse sistema traz uma memória filogenética dos animais triploblásticos (que apresentam ectoderma, endoderma e mesoderma, órgão que dá origem às cavidades celomáticas). Na filogenia dos animais multicelulares, essas cavidades funcionam como o sistema circulatório mais primitivo. Um aspecto que interessa aos farmacologistas, citologistas, imunologistas e patologistas é que a maioria das células que caem no interior dessas cavidades são produzidas nas manchas leitosas (*milky spots*).

Lenzi considerou esses estudos relevantes para mostrar que o órgão linfóide é

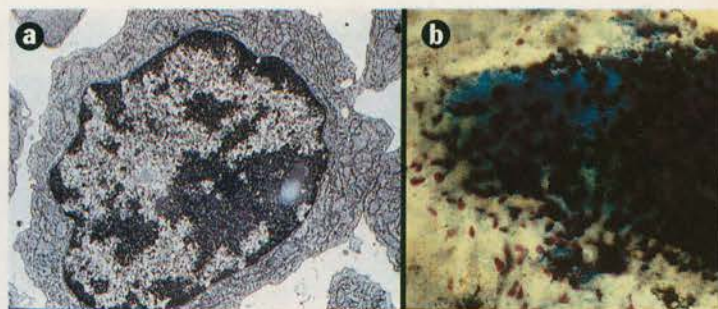


Figura 4. Aspectos estruturais das manchas leitosas (*milky spots*) do órgão linfóide. Corte histológico de uma mancha leitosa em camundongo, com linfócitos e plasmoblastos (a); preparado da membrana que divide os espaços pleurais de camundongos, com grande número de mastócitos (b).

mais complexo do que aparenta ser e que tem uma face peculiar desconhecida, voltada para o atendimento das cavidades celomáticas. Seu trabalho mostrou que o sistema imune, embora muito estudado, apresenta lacunas quanto à origem de algumas células, a exemplo dos linfócitos B1.

Experimentos realizados

em camundongos de diferentes linhagens infectados com *Schistosoma mansoni* mostraram que o parasita provoca reatividade das estruturas do órgão linfóide. A próxima etapa da pesquisa será feita em material humano, por meio da análise em fetos e natimortos, onde esse sistema é mais expressivo.

Asma sem vez na diabetes

A bióloga Patrícia Silva, da Fundação Oswaldo Cruz, observou que a reação inflamatória de natureza alérgica fica suprimida em animais diabéticos. Essa reação, como se sabe, depende do mastócito tanto para seu disparo quanto para sua amplificação. Utilizando o modelo de diabetes experimental, a pesquisadora constatou que os animais diabéticos apresentam reduzida população de mastócitos nas cavidades pleural e peritoneal. Ela observou também que o menor

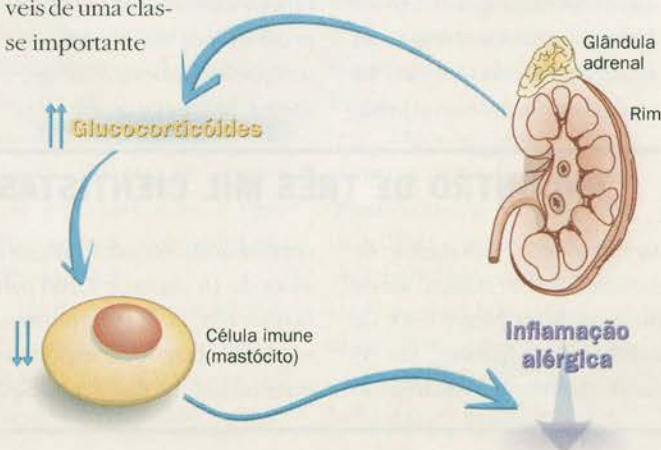
número de mastócitos verificado em ratos diabéticos tinha correlação clara com a inibição da resposta alérgica nesses animais.

Para entender melhor o processo de supressão, a bióloga avaliou os níveis de uma classe importante

de hormônios, os glucocorticóides, substâncias com reconhecida atividade antiinflamatória e supressora da população de mastócitos. Três dias após a indução da diabetes em animais de laboratório, ela observou que estes apresentavam níveis aumentados do hormônio (figura 5).

Paralelamente, verificou-se que os níveis de glicose sanguínea aumentaram diante da insuficiência na produção de insulina, que por sua vez tem papel oposto ao dos corticosteróides. Enquanto a insulina aumenta a população de mastócitos pleurais, os corticosteróides a reduzem. Com base nisso, a pesquisadora defende a hipótese de que a redução da resposta inflamatória alérgica associada ao quadro diabético ocorre em função da deficiência na produção de insulina e do aumento nos níveis de corticosteróides, que atuam em conjunto na determinação do baixo número de mastócitos verificado nos diabéticos.

Figura 5. O esquema simula o provável mecanismo para a mútua exclusão de diabetes mellitus e asma brônquica.



VITÓRIA SOBRE A HIPERTENSÃO COMEMORA TRINTA ANOS

Descoberto no veneno da jararaca em 1965 pelo farmacologista Sérgio Henrique Ferreira, ex-presidente da Fesbe e atual presidente da SBPC, o Fator de Potenciação da Bradicinina (BPF) permitiu o desenvolvimento de uma das mais importantes famílias de substâncias hipotensoras, os chamados inibidores da enzima conversora. Os 30 anos dessa descoberta foram festejados num módulo temático que reuniu importantes cientistas ligados a essas investigações, entre eles H. Gravas, da Universidade de Boston (EUA), primeiro a mostrar que os peptídeos presentes no veneno da jararaca são capazes de restaurar a pressão normal de pacientes hipertensos.

O pesquisador B.A. Schoelkone, do Instituto Hoescht (Alemanha), que estuda outras atividades desse grupo de substâncias na proteção de tecidos durante a isquemia e na regulação da insuficiência cardíaca, mostrou que a angiotensina-II não é o fator preponderante. Segundo ele, a potenciação da bradicinina, tal como descrita pela equipe de Sérgio Ferreira, é o fator mais importante para a produção desse efeito.

Ao longo das pesquisas que conduziram à descoberta do BPF, Ferreira verificou inicialmente que o veneno usado para produzir bradicinina também continha substâncias capazes de potenciá-la. A partir daí, foi possível entender que a bradicinina natural estava contaminada por substâncias que, embora inativas, potenciavam o produto que gerava. Ao demonstrar sua atividade farmacológica, Ferreira revelou que elas não só podiam potencializar a bradicinina como também funcionavam em vários modelos de hipertensão nos quais a angiotensina é um mediador importante.

Na mesma época, o grupo do laboratório Squib (EUA) também isolou esses peptídeos usando a mesma fonte de venenos. Logo em seguida, Gravas mostraria que os peptídeos sintéticos eram capazes de controlar a pressão arterial. Sua produção comercial, entretanto, não pôde ser viabilizada, pois eram à época produtos mais caros que o ouro. Mas, nos anos 70, tornou-se possível transformar peptídeos em moléculas muito mais simples. "Foi aí que os americanos deram o golpe de mestre, inventando o Captopril, droga hoje amplamente usada contra a hipertensão", lembra o farmacologista.

Natureza em cápsulas

O mercado internacional de drogas de origem vegetal com emprego médico, os fitoterápicos, que já conquistou 50% das maiores empresas da área farmacológica no mundo, é capaz de gerar atualmente recursos da ordem de 15 bilhões de dólares anuais. Apoiado nessas estatísticas, o presidente da Sociedade Brasileira de Farmacologia e Terapêutica Experimental (SBFTE), João Batista Calixto, acredita que é o momento de se efetivar a parceria entre pesquisa e setor produtivo no sentido de incrementar a produção de fitofármacos no Brasil, que representa hoje apenas 4,5% do mercado brasileiro de medicamentos, embora o país possua uma das mais ricas floras do mundo.

Para Calixto, a X Reunião da Fesbe representou importante passo nessa direção ao promover uma mesa-redonda entre representantes do Ministério da Saúde, das universidades e do setor industrial, com o objetivo de debater questões ligadas ao desenvolvimento, controle de qualidade e comércio de fitofármacos no país. Paralelamente foram apresentados 160 painéis sobre o estudo de extratos e compostos de plantas e um módulo temático abordando a pesquisa em plantas medicinais para o desenvolvimento de novos fármacos.

No Departamento de Farmacologia da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Calixto realiza pesquisas destinadas a testar a eficácia de



Figura 6. A quebra-pedra (*Phyllanthus niruri*), cujos estudos pré-clínicos confirmam ação eficaz contra cálculo renal e hepatite B, revela também potente atividade analgésica.

extratos de plantas ditas medicinais. Confirmada a atividade medicinal do extrato, ele investiga sua toxicidade, isolando depois os compostos que se mostram ativos, para avaliar como eles atuam isoladamente. Calixto participa também de pesquisas visando confirmar a ação de medicamentos já comercializados para demonstrar sua eficácia em nível pré-clínico.

Um grupo de plantas que merece destaque nas pesquisas de produtos fitoterápicos são as chamadas quebra-pedras (*Phyllanthus niruri*), cujos estudos clínicos confirmam ação eficaz no tratamento do cálculo renal e da hepatite B. Além de ser encontrada abundantemente na natureza – só no Brasil há cerca de 100 espécies –, a quebra-pedra (figura 6) tem revelado ainda novas atividades medicinais. Atualmente o grupo de Calixto estuda sua ação como potente analgésico, sobretudo em dores relacionadas ao sistema renal. "Esses estudos muitas vezes confirmam efeitos já consagrados pela sabedoria popular", reconhece o pesquisador.

APRENDIZES DE CIÊNCIA

Com o objetivo de caracterizar cepas para trabalhos que usam cobaias com reação imunológica específica, Pedro Marcelino da Silva, aluno do 3º ano do 2º grau no Instituto Metodista Bennett (RJ), apresentou, durante a X Reunião da Fesbe, o resultado da sua pesquisa nos laboratórios da Fundação Oswaldo Cruz, na qual avaliou camundongos fungênicos inoculados com protozoários.

Selecionado entre 12 jovens talentos dos laboratórios da Fiocruz, Pedro Marcelino partiu do pressuposto de que os animais são geneticamente idênticos e, por isso, a reação imunológica de um indivíduo seria muito semelhante ou mesmo igual à de outro. Com a segurança de um experiente pesquisador, ele mostrou, em Serra Negra, que os protozoários tendem a apresentar as mesmas características, o mesmo desenvolvimento e o mesmo tempo de sobrevivência, por

estarem em condições ambientais semelhantes – ou seja, os organismos dos camundongos.

Aos 17 anos, Pedro Marcelino se prepara para o vestibular de medicina, onde pretende seguir a carreira de pesquisador na área de parasitologia. Participando pela segunda vez de uma reunião da Fesbe, ele reconheceu, entusiasmado, a importância de estar apresentando seu trabalho num evento internacional antes mesmo de terminar o 2º grau. O programa “O jovem e a ciência do futuro” – realizado pela terceira vez – vem demonstrando o sucesso da parceria entre a Fesbe e a Fiocruz, revelando vocações e incentivando a pesquisa científica entre os estudantes secundaristas, que há três anos dispõem, na reunião da Fesbe, de uma área reservada à exposição de seus trabalhos.

Armas preventivas contra o HPV

Após 10 anos de pesquisas sobre o Papilomavírus Humano (HPV), a bióloga Luiza Lina Villa, do Instituto Ludwig de Pesquisa sobre o Câncer (SP), não tem dúvidas em afirmar que alguns tipos de HPV causam neoplasias que conduzem ao câncer, principalmente de colo do útero. Estudos moleculares desses vírus demonstraram que os tipos de alto risco são capazes de imortalizar células em cultura e de destruir algumas proteínas importantes para o controle do ciclo celular.

Quando as células infec-

tadas mantêm esses vírus de alto risco, elas se tornam mais susceptíveis à ocorrência de alterações genéticas que levam ao câncer. Dados epidemiológicos associados a estudos moleculares indicam que a infecção por certos tipos de HPV de fato aumentam o risco de desenvolvimento do câncer genital. Segundo a bióloga, alguns parâmetros clássicos de risco para esse tipo de câncer, como promiscuidade e idade precoce da primeira relação sexual, são os mesmos para a infecção pelo HPV, mostrando que há uma

associação direta.

Um dos principais interesses do grupo coordenado por Luiza Villa tem sido trabalhar com o agente etiológico dessa patologia, que ainda afeta e mata muitas mulheres no mundo. No Brasil, campeão mundial do câncer de colo de útero, o Nordeste lidera as ocorrências, registrando entre 60 e 70 casos em cada grupo de 100 mil mulheres. Nas regiões Sul e Sudeste, essa incidência cai à metade.

Para mudar essas estatísticas, a pesquisadora recomendou maior cobertura do clássico exame Papanicolau, que

indica a presença de alterações morfológicas associadas à neoplasia. Segundo ela, essa é uma patologia que pode ser prevenida e controlada através do acompanhamento das mulheres que mantêm vírus de alto risco. Mas-esse exame não permite determinar o tipo de HPV presente na amostra, o que é possível através de testes que detectam e tipam o DNA viral, como o PCR (Reação de Polimerase em Cadeia). Atualmente estão em andamento importantes estudos no sentido de desenvolver vacinas para o controle e até mesmo a cura da infecção por HPV.

Veneno à flor da pele

Os efeitos patológicos locais induzidos pelo veneno de *Bothrops asper*, espécie de jararaca típica da América Central, estão sendo investigados pelo microbiologista costarriquenho José Maria Gutierrez, diretor do Instituto Clodomiro Picado,

da Universidade de Costa Rica. A equipe de Gutierrez isolou do veneno de *B. asper* oito toxinas que produzem lesão muscular, as chamadas miotoxinas. Com base no estudo de sua estrutura química e de seus mecanismos de ação, concluiu-

se que essas toxinas atuam diretamente sobre as células musculares, produzindo necroses.

Estudando também os efeitos hemorrágicos desse veneno, os pesquisadores costarriquenhos isolaram duas toxinas que são enzimas proteolíticas, isto é, que digerem proteínas envolvidas na coagulação e pro-

duzem hemorragias. No momento, além de investigar o mecanismo de ação dessas toxinas, eles vêm estudando o edema que se forma no local da picada, em colaboração com o Instituto Butantã, em São Paulo.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte,
Enviada especial a Serra Negra.

**CADERNO COM INFORMAÇÕES PRÁTICAS
PARA QUEM ESTUDA, PESQUISA E
DESENVOLVE ATIVIDADES CIENTÍFICAS,
DE NORTE A SUL DO BRASIL.**

Neste caderno:

1. Relatório de Avaliação da Capes – 4ª parte
2. Atualização e correção de dados sobre sociedades e publicações científicas brasileiras

Avaliação da Pós-Graduação

Ciência Hoje dá continuidade à publicação dos resultados da avaliação dos cursos de mestrado e doutorado do país realizada, no período de 1992-93, pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), considerado o trabalho mais importante no gênero, feito no país. Deste número constam as notas referentes aos cursos de Engenharia. Nos próximos números, divulgaremos as notas dos demais cursos, seguindo a ordem alfabética estabelecida no próprio relatório da Capes.

A avaliação foi realizada por comissões de consultores científicos, membros do corpo docente e pesquisadores dos programas de mestrado e doutorado, e baseou-se em relatórios de visitas periódicas e num conjunto de dados fornecidos pelas coordenações dos cursos, de forma padronizada, e organizados pela Capes. Esses dados referem-se ao corpo docente, à estrutura curricular, às atividades de pesquisa, à produção científica, técnica e artística, e ao corpo discente.

Os conceitos variam de **A** a **E**, em escala decrescente. O **A** indica os cursos consolidados e o **E**, os cursos que preenchem os requisitos mínimos para desenvolvimento de atividades de pós-graduação *stricto sensu*. A indicação **SA** (Sem Avaliação) marca os cursos que não enviaram dados ou enviaram dados considerados insuficientes.

Coordenação: José Monserrat Filho

S E R V I Ç O S

E N G E N H A R I A A E R O E S P A C I A L		A E R O E S		P A C I A L	
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
ITA	Engenharia Aeronáutica e Mecânica	61	69	A-	B

E N G E N H A R I A A G R Í C O L A		A G R Í C O L A		A G R Í C O L A	
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Esal	Engenharia Agrícola	90	-	A-	-
UFC	Agronomia (Irrigação e Drenagem)	76	-	B-	-
UFPB/CG	Engenharia Agrícola	87	-	C+	-
UFSM	Engenharia Agrícola	72	-	B	-
UFV	Engenharia Agrícola	70	89	A	A-
Unesp/BOT	Agronomia (Irrigação e Drenagem)	88	88	B+	B
Unicamp	Engenharia Agrícola	77	-	B+	-
USP/ESALQ	Máquinas Agrícolas	89	-	B+	-
USP/ESALQ	Irrigação e Drenagem	77	90	A	B+

E N G E N H A R I A B I O M É D I C A		B I O M É D I C A		B I O M É D I C A	
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFPB	Engenharia Biomédica	78	-	C	-
UFRJ	Engenharia Biomédica	71	82	A	A
USP/SC	Bioengenharia	78	-	C	-

E N G E N H A R I A C I V I L		C I V I L		C I V I L	
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
PUC/RJ	Engenharia Civil	65	84	A	B
UFC	Engenharia Civil (Recursos Hídricos)	75	-	B-	-
UFF	Engenharia Civil	72	-	C+	-
UFMG	Engenharia de Estruturas	88	-	B+	-
UFPB/CG	Engenharia Civil	71	-	B-	-
UFPE	Engenharia Civil	92	-	CN	-
UFPR	Engenharia Hidráulica	86	-	B	-
UFRGS	Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	69	89	A	A

• **LEGENDA:** **M** - Mestrado; **D** - Doutorado; **CN** - Curso Novo; **CR** - Curso em Reestruturação; **SA** - Sem Avaliação. Os sinais "+" e "-" indicam tendência crescente ou decrescente em relação ao conceito atribuído. • **SIGLAS DAS INSTITUIÇÕES:** **CBM** Conservatório Brasileiro de Música. **CBPF/CNPq** Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Cefet/MG** Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. **Cefet/PR** Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. **Cefet/RJ** Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. **Cesanta** Centro de Pós-Graduação Médica da Santa Casa de Misericórdia do RJ. **Efei** Escola Federal de Engenharia de Itajubá. **EPM** Escola Paulista de Medicina (atual Universidade Federal de São Paulo, Unifesp). **Esal** Escola Superior de Agricultura de Lavras. **Esam** Escola Superior de Agricultura de Mossoró. **EST** Escola Superior de Teologia. **Faenquil** Faculdade de Engenharia Química de Lorena. **FCAP** Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. **FCMSCSP** Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo. **Fesp/UPE** Fundação Universidade de Pernambuco. **FFCMPPA** Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre. **FGV/RJ, FGV/SP** Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro e São Paulo. **Fiocruz** Fundação Oswaldo Cruz. **FMCG** Faculdade de Música Carlos Gomes. **FMTM** Faculdade de Medicina do Triângulo Mineiro. **Fisg** Faculdades Integradas de São Gonçalo. **Fuam** Fundação Universidade do Amazonas. **FUC** Fundação Universitária de Cardiologia. **Fuel** Fundação Universidade Estadual de Londrina. **Fuem** Fundação Universidade Estadual de Maringá. **FUFPI** Fundação Universidade Federal do Piauí. **Funfarme** Fundação Faculdade Regional de Medicina de São José do Rio Preto. **Furg** Fundação Universidade do Rio Grande. **Hospitel** Hospital Heliópolis. **HSFA** Hospital São Francisco de Assis. **Iamspe** Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual. **Ibepege** Instituto Brasileiro de Estudos e Pesquisas Gastroenterológicas. **IFT** Instituto de Física Teórica. **IME** Instituto Militar de Engenharia. **Impa/CNPq** Instituto de Matemática Pura e Aplicada/CNPq. **IMS** Instituto Metodista de Ensino Superior. **Inpa/Fuam** Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. **Inpe/CNPq** Instituto de Pesquisas Espaciais/CNPq. **ITA** Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

S E R V I Ç O S

USP	Engenharia Civil	70	70	A-	A-
UFSC	Engenharia Civil	91	-	B	-
USP/SC	Geotecnia	77	84	A-	B
UnB	Geotecnia	89	-	B+	-
USP/SC	Engenharia Hidráulica e Saneamento	70	76	A	A
Unicamp	Engenharia Civil	86	-	B	-
USP/SC	Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas)	70	70	A	A-
UFRGS	Engenharia Civil (Estruturas)	70	86	A-	B-
UFRJ	Engenharia Civil	67	68	A	A
UFV	Engenharia Civil	91	-	B-	-
UnB	Estruturas	92	-	CN	-

E N G E N H A R I A D E M A T E R I A I S E M E T A L U R G I A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Faenquil	Engenharia de Materiais	88	88	C	D
IME	Ciência dos Materiais	71	77	B+	C
PUC/RJ	Engenharia Metalúrgica	71	91	A	CN
UFMG	Engenharia Metalúrgica e de Minas	71	84	A	A
UFPB	Engenharia de Minas	86	-	C	-
UFRGS	Engenharia Metalúrgica	74	87	A	A
UFRGS	Ciência dos Materiais	-	92	-	CN
UFRJ	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	67	72	A	A
UFSCar	Engenharia de Materiais	79	87	A-	B+
USP	Engenharia Metalúrgica	71	71	C+	B+
USP	Engenharia Mineral	70	80	C+	C+
USP/SC	Engenharia Metalúrgica	71	79	B-	C-
USP/SC	Ciência e Engenharia de Materiais	93	93	CN	CN

E N G E N H A R I A D E P R O D U Ç Ã O					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
PUC/RJ	Engenharia de Produção	67	93	A	CN
UFF	Engenharia de Produção	72	-	C	-
UFPB	Engenharia de Produção	75	-	B	-
UFRJ	Engenharia (Pesquisa Operacional e Gerenc. de Produção)	67	79	A	A
UFSC	Engenharia de Produção	69	89	A	A

Iuperj Instituto Universitário de Pesquisas do RJ. **ON/CNPq** Observatório Nacional/CNPq. **PUC/Camp, PUC/MG, PUC/RJ, PUC/RS, PUC/SP** Pontifícia Universidade Católica (de Campinas, de Minas Gerais, do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Sul, de São Paulo). **SBI** Sociedade Brasileira de Instrução. **UECE** Universidade Estadual do Ceará. **Uerj** Universidade Estadual do Rio de Janeiro. **Ufal** Universidade Federal de Alagoas. **UFBA** Universidade Federal da Bahia. **UFC** Universidade Federal do Ceará. **Ufes** Universidade Federal do Espírito Santo. **UFF** Universidade Federal Fluminense. **UFGO** Universidade Federal de Goiás. **UFJF** Universidade Federal de Juiz de Fora. **UFMA** Universidade Federal do Maranhão. **UFMG** Universidade Federal de Minas Gerais. **UFMS** Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. **UFMT** Universidade Federal de Mato Grosso. **Ufop** Universidade Federal de Ouro Preto. **UFPA** Universidade Federal do Pará. **UFPB** Universidade Federal da Paraíba. **UFPE** Universidade Federal de Pernambuco. **UFPEL** Universidade Federal de Pelotas. **UFPR** Universidade Federal do Paraná. **UFRGS** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **UFRJ** Universidade Federal do Rio de Janeiro. **UFRN** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. **UFRPE** Universidade Federal Rural de Pernambuco. **UFRRJ** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **UFSC** Universidade Federal de Santa Catarina. **UFSCar** Universidade Federal de São Carlos. **UFSE** Universidade Federal de Sergipe. **UFMS** Universidade Federal de Santa Maria. **UFU** Universidade Federal de Uberlândia. **UFV** Universidade Federal de Viçosa. **UGF** Universidade Gama Filho. **Unaerp** Universidade da Associação de Ensino de Ribeirão Preto. **UnB** Universidade de Brasília. **Unesp** Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. **Unicamp** Universidade Estadual de Campinas. **Unicentro** Fundação Universidade Estadual Centro-Oeste. **Unimar** Universidade de Marília. **Unimep** Universidade Metodista de Piracicaba. **UniRio** Universidade do Rio de Janeiro. **Unisinos** Universidade do Vale do Rio dos Sinos. **Unitau** Universidade de Taubaté. **USP** Universidade de São Paulo. **USP/Cena** Centro de Energia Nuclear na Agricultura. **USP/ESALQ** Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. **USP/FOB** Faculdade de Odontologia de Bauru. **USP/RP** USP/Ribeirão Preto. **USP/SC** São Carlos. **USU** Universidade Santa Úrsula.

S E R V I Ç O S

UFSCar	Engenharia de Produção	92	-	CN	-
UFSM	Engenharia de Produção	74	-	B	-
USP	Engenharia de Produção	71	72	A	A

E N G E N H A R I A D E T R A N S P O R T E S					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
ITA	Pesquisa Operacional e Transporte Aéreo	79	75	C	C
UFRJ	Engenharia de Transportes	79	91	B	CN
UnB	Transportes Urbanos	88	-	C+	-
USP	Engenharia de Transportes	76	83	A-	B
USP/SC	Transportes (Estradas e Aeroportos)	73	76	A-	B

E N G E N H A R I A E L É T R I C A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Efe	Engenharia Elétrica	68	-	C+	-
FEI	Engenharia Elétrica	82	-	SA	-
IME	Engenharia Elétrica	71	-	C	-
ITA	Engenharia Eletrônica e Computação	61	69	B+	B+
PUC/RJ	Engenharia Elétrica	63	81	A-	A-
Ufes	Engenharia Elétrica	91	-	B-	-
UFMG	Engenharia Elétrica	72	-	A-	-
UFPA	Engenharia Elétrica	86	-	B-	-
UFPB/CG	Engenharia Elétrica	70	79	B+	B
UFPE	Engenharia Elétrica	78	-	B+	-
UFRJ	Engenharia Elétrica	66	72	A	A
UFRN	Engenharia Elétrica	83	-	C	-
UFSC	Engenharia Elétrica	71	87	A-	A-
UFSM	Engenharia Elétrica	74	-	C	-
UFU	Engenharia Elétrica	85	-	B	-
UnB	Engenharia Elétrica	79	-	B+	-
Unicamp	Engenharia Elétrica	72	72	A	A
USP	Engenharia Elétrica	68	70	B	B-
USP/SC	Engenharia Elétrica	75	-	B	-

E N G E N H A R I A M E C Â N I C A					
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Efe	Engenharia Mecânica	68	-	B	-
IME	Engenharia Mecânica	73	-	B-	-
PUC/RJ	Engenharia Mecânica	64	80	A-	B
UFMG	Engenharia Mecânica	72	-	B	-
UFPB	Engenharia Mecânica	75	-	B	-
UFPB/CG	Engenharia Mecânica	79	-	C-	-
UFRGS	Engenharia Mecânica	86	86	B+	C
UFRJ	Engenharia Mecânica	65	70	A-	B
UFRN	Engenharia Mecânica	83	-	C+	-
UFSC	Engenharia Mecânica	69	81	A	B+
UFU	Engenharia Mecânica	85	-	B+	-
UnB	Engenharia Mecânica	87	-	C+	-
Unesp/Guar	Engenharia Mecânica	83	83	B	D
Unicamp	Engenharia de Petróleo	87	-	B	-
Unicamp	Engenharia Mecânica	74	75	A	A-
USP	Engenharia Mecânica	71	80	A	B
USP/SC	Engenharia Mecânica	70	76	A	B

S E R V I Ç O S

E N G E N H A R I A N A V A L		E O C E Â N I C A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFRJ	Engenharia Oceânica	67	89	A-	C
USP	Engenharia Naval	70	73	B	C

E N G E N H A R I A		N U C L E A R			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
IME	Engenharia Nuclear	69	-	D+	-
UFMG	Ciências e Técnicas Nucleares	68	-	B-	-
UFPE	Ciência e Tecnologia Nuclear	77	-	B+	-
UFRJ	Engenharia Nuclear	68	79	A	A
USP	Tecnologia Nuclear	76	76	A	A

E N G E N H A R I A		Q U Í M I C A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Fuem	Engenharia Química	90	-	C	-
UFBA	Engenharia Química	88	-	C+	-
UFMG	Engenharia Química	92	-	CN	-
UFPA	Engenharia Química	92	-	CN	-
UFPB/CG	Engenharia Química	79	-	B-	-
UFRJ	Engenharia Química	63	70	A	A
UFRJ	Tecnologia de Processos Bioquímicos	76	89	CR	CR
USP	Engenharia Química	68	52	A	A
UFSC	Engenharia Química	93	-	CN	-
UFSCar	Engenharia Química	82	90	A-	B-
Unicamp	Engenharia Química	80	89	A-	B+
UFRN	Engenharia Química	88	-	B-	-

E N G E N H A R I A		S A N I T Á R I A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
Ufes	Engenharia Ambiental	89	-	B-	-
UFMG	Engenharia Sanitária	72	-	B	-
USP/SC	Ciências da Engenharia Ambiental	89	89	A	B

2. ATUALIZAÇÃO E CORREÇÃO DE DADOS SOBRE SOCIEDADES E PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS BRASILEIRAS

Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia - Editor: Martinho de Almeida e Silva. U. F. Viçosa/Departamento de Zootecnia, Cep 36570-000, Viçosa, MG. Tel.: (031) 891-1196.

Arquivos de Zoologia - Editor: Miriam David Marques. Revista do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 7172 - Cep 01064-970, São Paulo, SP.

Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo - Editor: Thales de Brito. Av. Dr. Enéas de Aguiar, 470, Cep 05403-000, São Paulo, S.P. Tel.: (011) 852-2174. Fax.: (011) 852-3622.

Papéis Avulsos de Zoologia - Editor: Carlos Alberto Ferreira Brandão. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. Caixa Postal 7172 - Cep 01064-970, São Paulo, SP.

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

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

Editores: Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRJ), Ronald Cintra Shellard (CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFRJ), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/UFRJ).

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

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Cilene Vieira.

Redação: Ana Mascia Lagôa (coordenação executiva); Martha B. Neiva Moreira (auxiliar de redação); Maria Ignez Duque Estrada, Ricardo Menandro, Cássio Leite Vieira e Cláudio Casillag (edição de texto); Luísa Massarani (repórter); Micheline Nussenzweig (internacional); Helena Londres (Tecnologia); Teresa Cristina S. Coelho (secretária).

Edição de Arte: Claudia Fleury (direção de arte), Carlos Henrique Viviane dos Santos (programação visual), Luiz Baltar (computação gráfica), Irani Fuentes de Araújo (secretária).

Ciência Hoje BBS (Bulletin Board System): Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física - UFRJ/edição científica CH-BBS), Jesus de Paula Assis (Ciência Hoje Hipertexto), Cássio Leite Vieira e Marcelo Quintelas Lopes (SysOps/Ciência Hoje das Crianças Eletrônica), Rodolfo Patrocínio dos Santos (expedição). Para acessar o BBS disque: (021) 295-6198 (24 horas).

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), Maria Elisa da Costa Santos (assistente), Luiz Tito de Santana, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Cathia Maria A. Leiras, Luiz Claudio de O. Tito, Neuza L. de S. Soares, Flávia Verônica de Souza.

Atendimento ao Assinante: Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo e Márcio de Souza, tel.: (021) 270-0548. Junia Pousa C. de Paiva, tel.: (021) 295-4846.

Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, R. Francisco Medeiros, 240, Higienópolis, Rio de Janeiro, tel.: (021) 270-0548.

Colaboraram neste número: Pedro M. Persechini (Instituto de Biofísica/UFRJ); Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRJ), Antônio Barros de Lhuosa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmio Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weyffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lett (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 Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moyses Nussenzweig (Instituto de Física/UFRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA), Warwick E. Kerr (Universidade Federal de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado (coordenação científica), Roberto Barros de Carvalho (coordenação de jornalismo), Marise de Paula Muniz (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) e Elza Pires - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax: (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcusch, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel. e fax: (081) 453-2676.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação), Itamar Cavalcante (jornalista), Ricardo Zorzetto (estagiário), Fernando

E. Costa Pereira (auxiliar). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp), USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J, 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefax: (011) 818-4192/814-6656.

Correspondentes: **Porto Alegre:** Ludwig Backup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (041) 266-3633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan (Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas), CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633, r. 184. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho (Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba), Rua Nilda de Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

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

Assinatura para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 60,00.

Fotolito: Studio Portinari Matizes Gráficas. **Impressão:** Gráfica J.B. S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A. **ISSN-0101-8515.**

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

Publicidade: **Rio de Janeiro:** Yeda Mary Marcanth (contato), tel.: (021) 295-4846, fax: (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780. **Nordeste:** Rudiger Ludemann, telefax: (071) 876-1079.

FBB
FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL

Programa de Apoio a Publicações Científicas

SCT/PR
CNPq
FINEP



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

Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Ciência Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Ciência Hoje das Crianças* (1990-). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede Nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: (011) 259-2766, fax: (011) 606-1002

Regionais: **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69908-970, C. Postal 491, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 191/192 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP

40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novais); **CE** - UFCE/ Campus do Pici, C. Postal 12155, CEP 60020-040 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 281-6179 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB/IE, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 348-2746/348-2188/273-4780 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 335-2477, fax: (027) 335-2337 (José Plínio Baptista); **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, C. Postal, 1331, CEP 86001-970 - Londrina, PR, tel.: (043) 3261525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Campus Universitário Bacanga, Ed. Castelo Branco, térreo, Biologia, CEP 65020-900, São Luiz, MA, tel.: (098) 232-3350/232-3385/222-8682, fax: (098) 222-3186/221-5285 (Maria Marlúcia Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077, fax: (031) 332-2534/371-2077, r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte/UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311, r. 233, fax: (067) 787-3093/787-1035 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPA, R. Apriço Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000, r. 340, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - R. D. Magina Pontual, 260/204, Boa Viagem, Recife, PE, tel.: (081) 441-4577, r. 418, (Rosângela Paula T. Lessa); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1212, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Frotas); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPEL, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Soares); **PR** - Departamento de Biologia Celular e Genética/UFPR, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900,

Maringá, PR, tel.: (044) 262-2727, r. 342, fax: (044) 222-2654 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRN, C. Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 306, 231-9047, fax: (084) 231-9048/9749 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus Universitário, BR 364, km 9,5, tel.: (069) 216-8558, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9408 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, R. Eng. Luis Englert, s/nº, Campus Central, CEP 91040-040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Maria Suzana Arrosa Soares); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 20200, r. 24, fax: (0532) 302126 (Norton Mattos Giauqua); **Santa Maria** (seccional) - UFSM, R. Floriano Peixoto, 1750, sala 308, CEP 97015-372, Santa Maria, RS, tel.: (055) 222-3444, r. 231, 222-6699 (fax), (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacêuticas/CIF/CCS/Universidade Federal de Sta. Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (0482) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Claudia Maria Oliveira Simões); **SE** - UFSE, Campus Universitário, UFS, Jardim Rosa ELZE, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 241-2848, r. 335 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia/Instituto de Biociências/USP, C. Postal 11461, CEP 05499-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-7559, Lab. 818-7583, (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Ciência Tecnologia Agroindustrial/ESALQ-USP, Av. Pádua Dias, 11, C. Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-4323, fax: (0194) 22-3650 (Luis Gonzaga do Prado Filho); **SP** - (subárea II, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dértia Villalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboatão, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219/220, fax: (0163) 22-4275 (Áureo Evangelista Santana).



DE PORTINARI



A PORTINARI

UMA HISTÓRIA DE ARTE E EMPRESAS

De quando em quando tomamos conhecimento da criação de um novo espaço cultural desenvolvido a partir de recursos oriundos de empresas das mais diversas. Conscientes da importância da iniciativa, tais entidades provocam a possibilidade de manifestação diversificada das artes, ratificando assim sua fé no poder da ação cultural como elemento dos mais essenciais ao desenvolvimento do País.

Através destas iniciativas resgatam-se vultos nacionais, revelam-se novos talentos, levando à nação as realizações de sua intelectualidade e de sua arte ao longo da história.

Quando João Candido Portinari, filho do famoso pintor, lançou-se no resgate da produção artístico-cultural em 1979, pela criação do Projeto Portinari, guardava como maior desejo o de garantir a visão integrada do artista e de sua geração sobre o Brasil de sua época, pulverizada pela dispersão geográfica de seus trabalhos.

A necessidade de construir um documento que referenciasse cronologicamente toda a trajetória do pintor, explicitando cada obra com todas as informações correlacionadas, sob a forma de um catálogo "raisonné", resultou em um projeto de equipamentos comprometidos com uma tecnologia de ponta.

Para enfrentar os elevados investimentos, após rigorosa negociação com a FINEP, através de seu programa ADTEN, foram levantados os recursos financeiros. A necessidade de saldar o compromisso assumido levou João Candido a presidir um moderno parque de produção de fotolitos digitais, o STUDIO PORTINARI Matrizes Gráficas.

Equipado com um sistema SCITEX de última geração, definindo uma planta instalada internacionalmente comparável às mais completas e reunindo profissionais de alto nível, nasce um empreendimento capaz de atender aos clientes mais exigentes, quando desejando-se um fotolito de alta qualidade, em curto espaço de tempo e a preço favorável.

Localizado no 27º andar da Torre Rio Sul, no Rio de Janeiro, o STUDIO PORTINARI pretende valorizar de forma marcante o parque gráfico nacional.

Assim, partindo da localização de telas famosas, João Candido trilha caminhos desafiadores, resultando na criação de uma empresa que guarda na excelência o compromisso imposto pelo próprio nome.

Visite-nos e comprove nossas afirmações.

Torre Rio Sul
27º andar - RJ
Tel.: (021) 542-7979
Fax: (021) 542-7692



COMPETÊNCIA PROFISSIONAL NASCE COM EDUCAÇÃO.

ART EXPRESS

Criatividade e participação total deixaram de ser atributos de gerência.

A globalização da economia, com maior controle de qualidade e aumento da competição, exigem um trabalhador responsável por decisões e pela repercussão de suas atividades.

O Programa de Educação para a Competitividade representa uma aliança inédita entre o setor produtivo e o sistema educacional de base.

FINEP



FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

Democratizando um ensino de qualidade.

