



CIÊNCIA HOJE

Macacos sul-americanos: uma nova história

Netuno
150 anos
de surpresas

Mayana Zatz
A busca da
terapia gênica

La Recherche
O primeiro
computador

VACINA CONTRA A MALÁRIA ESTÁ MAIS PRÓXIMA



O LIXO LEVADO A SÉRIO

Conder ganha o Top de Ecologia com o Projeto de Disposição Final de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de Salvador.

O saneamento básico é condição essencial para a qualidade de vida da população. O povo tem direito a água tratada, a rede de esgotos e a uma destinação segura e adequada do lixo. O saneamento básico é prioridade absoluta do Governo da Bahia - que vem investindo maciçamente em programas de largo alcance, como o Bahia Azul, o mais importante projeto de esgotamento sanitário e recuperação ambiental em curso no País. A disposição final do lixo urbano também tem

merecido do governo baiano ações e recursos específicos. É preciso garantir o descarte sistemático e adequado da crescente produção de lixo das cidades - o que é, hoje, um dos maiores problemas ambientais do planeta. A Região Metropolitana de Salvador, com seus quase três milhões de habitantes, gera 80 mil toneladas de lixo por mês. A maior parte disposta em lixões a céu aberto, sem qualquer tratamento. Como ocorre, aliás, em cerca de 90 por cento das cidades brasileiras. Esse quadro está começando a mudar. A Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia, através da Conder - Companhia de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Salvador, está implantando um projeto que busca a solução definitiva do destino final do lixo na capital baiana e em toda a sua vasta área de influência.



Aterro Integrado Camaçari/Dias d'Ávila

Com um modelo inédito de gestão compartilhada, o projeto prevê a construção de quatro grandes aterros sanitários, dotados da mais moderna tecnologia de proteção ambiental, para atender aos dez municípios da Região Metropolitana de Salvador. O primeiro - o Aterro Integrado Camaçari/Dias d'Ávila - já foi

concluído e está em operação, beneficiando uma população de 150 mil pessoas. Os outros estão em fase de construção. O Aterro Integrado Ilha, que atenderá aos municípios de Itaparica e Vera Cruz, com as obras em estágio avançado. O Aterro de Ponta do Ferrolho, que atenderá aos municípios de Candeias, São Francisco do Conde e Madre de Deus. E o Aterro Metropolitano Centro, que vai atender Salvador, Simões Filho e Lauro de Freitas, cujas

obras foram iniciadas há cerca de dois meses. A importância ambiental e o caráter inovador desse trabalho da Conder foram contemplados com o reconhecimento nacional, através do Top de Ecologia 96, uma das mais importantes premiações do País na área de meio ambiente. Única empresa pública a conquistar o Top de Ecologia, a Conder orgulha-se do prêmio.

Orgulha-se muito mais, no

entanto, de estar contribuindo no grande esforço de saneamento básico e ambiental que vem sendo desenvolvido pelo Governo da Bahia na área da



Aterro em operação



Grande Salvador. A Conder sabe que levar o lixo a sério, tratá-lo de forma adequada, é um dos maiores passos que se pode dar na direção de um meio ambiente sadio.

Financiamento:
Banco Mundial

CONDER
Companhia de Desenvolvimento
da Região Metropolitana de Salvador


GOVERNO DA BAHIA
SECRETARIA DO PLANEJAMENTO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O NARIZ DA UNIVERSIDADE AUTÔNOMA

*“O poeta municipal
discute com o poeta estadual
qual deles é capaz de bater o poeta federal.
Enquanto isso o poeta federal/tira ouro do nariz.”*

CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE

Ao receber a responsabilidade de administrar com autonomia as finanças, o ensino e a pesquisa, as universidades deverão estabelecer com nitidez quais exemplos e caminhos pretendem seguir nos próximos anos. O próprio Ministério da Educação acena com diferentes modelos: universidades de ensino e pesquisa ou apenas de formação profissional.

Não está claro na maioria dos *campi* qual será a escolha. A pesquisa científica e a pós-graduação são atividades recentes e em muitas universidades frágeis e questionadas. O número de docentes que efetivamente participam de atividades de pesquisa é reduzido. Os doutores somam menos de 10 mil e a maioria encontra-se no centro-sul. O total de docentes das federais é de 50 mil.

Prevalecem nos colegiados e órgãos reguladores – salvo exceções – representações e compromissos que guardam vínculos remotos com a pesquisa científica. A escola profissional de fato prevalece. Caberá a esses Conselhos definir prioridades e regulamentos da universidade autônoma.

Há uma certeza: ciência e pós-graduação, lá onde se estabeleceram, contribuíram muito para a renovação dos cursos e a qualificação dos docentes. Multiplicaram também as possibilidades de colaboração com as atividades industriais, agrícolas e os serviços públicos.

O que está sendo feito para difundir essa certeza é significativo. A SBPC, as Sociedades Científicas, a Academia, foram e são persistentes. Essas mesmas convicções orientam há décadas as ações do CNPq, Capes e Finep. Graças a elas, estas agências encontraram forças para resistir às sucessivas ameaças de extinção. A formação de recursos humanos de alta qualificação foi inicialmente lenta. Apenas nesses últimos anos, seu crescimento ganhou expressiva velocidade.

Há uma transição em curso: na próxima década, deveremos consolidar a pesquisa e a pós-graduação também nas universidades ‘periféricas’. É preciso agora evitar que os ajustes da administração universitária, induzidos pela autonomia, tornem esse tempo ainda mais longo.

Há duas iniciativas que podem acelerar as mudanças, sem retardar a necessária autonomia. A primeira deve comprometer municípios, sociedades e governos estaduais na definição de programas e prioridades. A segunda, criar instrumentos de fomento da pesquisa científica nos centros onde essa atividade é apenas emergente.

A tradição centralizadora dos governos federais deixa pouco espaço para a ‘política literária’ de Drummond – o poeta municipal e o poeta estadual sabem de onde o federal pode tirar o ouro... A autonomia é um fato novo, não há mais poeta federal. E o ouro não é metáfora.

É preciso redefinir as relações entre universidades, estados e municípios. Abrir os conselhos universitários à participação da sociedade, criar instrumentos locais capazes de obter recursos, discutir programas, acompanhar sua implementação em prazos longos.

Em alguns estados, funcionam as fundações de apoio à pesquisa, em outros tais relações são encontradas apenas nas discussões dos poetas municipais com estaduais... De repente, porém, elas tornaram-se atuais e necessárias. Urgentes.

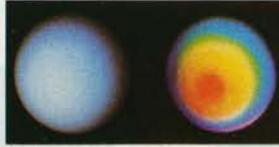
Ao mesmo tempo, é necessária uma definição do governo federal. As desigualdades regionais, em ciência, devem ser corrigidas. Limitam o acesso a vastos laboratórios naturais, reduzem a possibilidade de compreensão da dinâmica social, seus conflitos e equilíbrios, além de esterilizar o desenvolvimento econômico.

Em cada estado, deve existir uma universidade de pesquisa, contando com bons laboratórios em algumas áreas do conhecimento. Pelo menos uma. Este objetivo precisa ganhar prioridade, e não podemos abandoná-lo.

A implementação da autonomia prevê que 90% dos atuais recursos serão repassados diretamente às universidades, enquanto a distribuição dos outros 10% dependerá da avaliação do desempenho de suas funções. Propomos que parte desses recursos – por exemplo, 6% – sejam destinados a programas voltados à implantação da pesquisa e à qualificação da graduação nas universidades ‘periféricas’.

Que sua concessão obedeça a rigorosos critérios de qualidade, mas a meta desse programa deve ser nítida. É insustentável insistir em um modelo de desenvolvimento do sistema federal de ensino superior que atribui a poucas instituições – concentradas em uma única região – a função de ser Universidade.

OS EDITORES

**EDITORIAL****TOME CIÊNCIA**

Pode estar perto a vitória contra a malária, doença que afeta 300 milhões de pessoas por ano, em todo o mundo. Uma nova vacina apresentou resultados bastante promissores em testes com voluntários. Por Antoniana Krettl.

UM MUNDO DE CIÊNCIA 6

Especialistas brasileiros comentam as realizações que deram o Prêmio Nobel de 1996 a 13 personalidades: os timorenses Dom Carlos Filipe Ximenes Belo e José Ramos-Horta (Paz); a poeta Wislawa Szymborska (Literatura); os teóricos da economia pública James A. Mirrlees e William S. Vickrey (Economia); os imunologistas Peter C. Doherty e Rolf M. Zinkernagel (Medicina); os descobridores dos fulerenos, Harold W. Kroto, Richard E. Smalley e Robert F. Curl Jr. (Química); e os pesquisadores David M. Lee, Douglas D. Osheroff e Robert C. Richardson (Física).

**CRÔNICA**

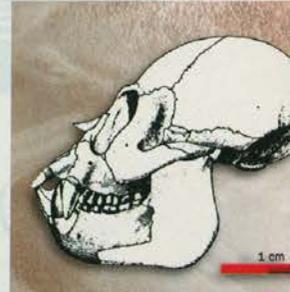
Local de importância histórica e científica, pelos vestígios da exploração de ouro que ainda exhibe, o Morro Doce vem sendo rapidamente ocupado pela expansão da cidade de São Paulo, impedindo novos estudos. Por Celso Dal Ré Carneiro.

1 OPINIÃO**24**

As descobertas da genética serão cada vez mais confrontadas com problemas sociais e éticos, a começar pela conciliação dos direitos individuais com o controle centralizado e pelos debates sobre o determinismo genético e o patenteamento de porções do DNA. Por Francisco M. Salzano.

4**O LEITOR PERGUNTA****29**

Praticar o *jogging* – ou andar com ritmo regular – faz bem mesmo se o exercício é feito em meio ao ar poluído pelos veículos? A resposta está no balanço entre os benefícios do esporte e os danos causados pela poluição.

**Macacos sul-americanos:****descoberta importante muda a história 30**

Cástor Cartelle e Walter C. Hartwig

Há poucos anos, pesquisadores brasileiros encontraram, na Toca da Boa Vista, em Campo Formoso (BA), os fósseis mais completos e mais bem conservados de primatas já recuperados. A descoberta trouxe novas e importantes informações sobre a adaptação dos macacos ao Novo Mundo.

22**Netuno: 150 anos de história e ciência 38**

Othon Winter

A descoberta de Netuno está completando 150 anos. Um passeio por esse século e meio revela que o planeta nebuloso, com múltiplos anéis e satélites e com seu pequeno e obscuro vizinho Plutão, foi sempre uma fonte de desafios e glórias para os cientistas.



ENTREVISTA

Mayana Zatz, coordenadora – com Maria Rita Passos-Bueno – do grupo de pesquisas genéticas do Departamento de Biologia da USP, fala do mapeamento dos genes de importantes síndromes infantis, do abandono em que vivem alguns portadores de doenças genéticas no Brasil e das questões éticas que envolvem o tema.

REPORTAGEM

Lançado pelo governador do Distrito Federal, Christóvam Buarque, em 1995, o programa Bolsa-Escola já começou a ser copiado em outros estados, atraiu o interesse do presidente da África do Sul, Nelson Mandela, e foi premiado pela Unicef.

PONTO DE VISTA

Uma análise dos resultados da fase de seleção do Programa de Apoio aos Núcleos de Excelência – Pronex – revela em que medida foram supridas as necessidades da pesquisa nacional e onde podem ser feitas melhorias. Por Reinaldo Guimarães.

RECHERCHE CIÊNCIAHOJE

O primeiro computador imitava o cérebro humano

Philippe Breton

Embora 1946 seja tido como o ano de nascimento do computador, por causa do aparelho norte-americano Eniac, este era apenas uma máquina de calcular aperfeiçoada. O primeiro computador, na verdade, foi o inglês Mark 1, pronto em 1948, de estrutura lógica inovadora.

48 É BOM SABER

Criada por Anísio Teixeira em pleno Estado Novo, em 1935, a Universidade do Distrito Federal (UDF) resistiu apenas por quatro anos às perseguições das autoridades conservadoras, mas as marcas de seu espírito inovador permanecem vivas. Por Maria de Lourdes de Albuquerque Fávero.

69

CIÊNCIA EM DIA

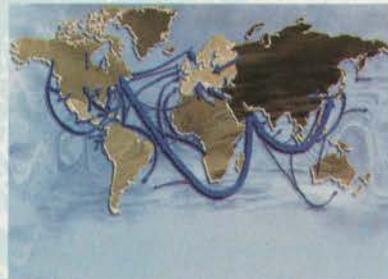
56

Estudo sobre orquídeas brasileiras do botânico João Barbosa Rodrigues, guardado há mais de um século, é finalmente publicado.

74

Pesquisadores encontram na restinga da Barra de Maricá uma aranha que, apesar de suas cores fortes, era uma espécie desconhecida.

63



TECNOLOGIA

64

Marcadores biológicos – compostos orgânicos presentes, em diferentes concentrações, em todos os tipos de petróleo existentes no planeta – permitem, através de modernas técnicas, identificar a origem dos derramamentos de óleo que atingem praias e mares.

76

Engenheiro desenvolve monitor meteorológico que prevê o risco de deslizamentos de terra durante chuvas mais fortes e alerta a população quando o limite crítico é ultrapassado.

VACINA CONTRA A MALÁRIA: OTIMISMO COM CAUTELA

A nova proposta de vacina, testada em voluntários humanos, resultou em 85% de proteção. Ela foi produzida pelo Instituto de Pesquisa Walter Reed, do Exército norte-americano, sediado em Bethesda, EUA, em colaboração com o Laboratório SmithKline Beecham Biologicals, da Bélgica, e baseou-se em trabalho dos pesquisadores brasileiros Ruth e Victor Nussenzweig, da Universidade de Nova Iorque. O resultado dos testes, publicado na revista *The New England Journal of Medical Research*, de 9 de janeiro de 1997, foi recebido com certo entusiasmo, pois as tentativas de criação de uma vacina do gênero têm sido infrutíferas em diversos países. **Antoniana U. Krettl**, do Laboratório de Malária do Centro de Pesquisas René Rachou, da Fundação Instituto Oswaldo Cruz, de Belo Horizonte, comenta o fato e afirma que o desafio da malária, em expansão no mundo, pode estar chegando ao fim.

Nos últimos 10 anos, intensas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de desenvolver uma vacina contra a malária, doença infecciosa provocada por parasitas do gênero *Plasmodium*, que, anualmente, afeta centenas de milhões de pessoas em todo o mundo. As propostas de vacinas testadas nesse período revelaram-se inúteis na prevenção da doença e pouco eficazes na geração de uma resposta do sistema imunológico humano. Agora, após mais de uma década de tentativas, surgem boas novas a respeito de uma vacina.

Os autores da nova proposta, Stoute e sua equipe, conseguiram proteger

voluntários humanos contra a infecção por esporozoítas de *Plasmodium falciparum*, agente da forma mais grave de malária (conhecida como terçã maligna), usando uma proteína encontrada na superfície do próprio parasita – a circumesporozoíta (CS) – incorporada a substâncias que aumentam a resposta do sistema imunológico (adjuvantes).

Denominado RTS,S, o antígeno (molécula capaz de provocar a resposta imune) contém a região central da proteína CS (com repetições de alguns de seus aminoácidos) e a região carboxi-terminal (vital para que o esporozoíta reconheça e penetre nas células do fígado), fundidas a um antígeno obtido da superfície do vírus da hepatite B (denominado HBsAg). As duas proteínas são produzidas juntas pelo fungo *Saccharomyces cerevisiae* (através da técnica de DNA recombinante, que permite modificar os genes do fungo e fazer com que ele 'fabrique' moléculas específicas) e, durante sua síntese, formam espontaneamente partículas compostas.

Na pesquisa com voluntários humanos, o RTS,S foi usado em três formulações diferentes, em 46 indivíduos nunca expostos à transmissão da malária. Duas das vacinas testadas (figura 1) induziram elevadas concentrações de anticorpos. Durante os testes, quatro dos indivíduos vacinados tiveram reações adversas (dor local, febre, mal-estar, dor de cabeça e dores musculares). Atribuídos à intensa resposta imune após a segunda dose, tais sintomas não ocorreram após a terceira dose, reduzida. Foram expostos a esporozoítas, através da picada de mosquitos infectados com o *P. falciparum*, 22 dos indivíduos imunizados e seis não-imunizados (grupo-controle). Desenvolveram malária todos os indivíduos do grupo-controle, sete dos oito que receberam a Vac1 e cinco dos sete inoculados com a Vac2 (após diferentes períodos de incubação). No entanto, apenas um dos sete indivíduos que receberam a Vac3 se infectaram (figura 2).

Isso significa, em resumo, que uma vacina recombinante, baseada na fusão dos antígenos CS e HBsAg, em uma emulsão em óleo mineral, contendo ainda um potente adjuvante (formado por monofosforil lipídio A e QS21), obteve significativa proteção contra a malária induzida por esporozoítas. A proteína

Vacina (formulação)	Proteção	Título de anticorpos		PPP (dias)
		ELISA	IFA	
Vac1 (alúmen + lipídio A)	Protegidos: 1/8 (12,5%)	43,9	3.200	>60
	Não-protegidos: 7/8	5,88	800	12
Vac2 (óleo mineral + água)	Protegidos: 2/7 (28,5%)	244,34	38.400	>60
	Não-protegidos: 5/7	38,32	8.200	14
Vac3 (óleo mineral + água + lipídio A + QS21)	Protegidos: 6/7 (85,7%)	*	*	>60
	Não-protegidos: 1/7	5,22	800	11

* os dados referentes aos seis indivíduos imunizados estão na figura 2.

Figura 1. Proteção da nova vacina, em diferentes formulações. Os valores (médios) da reação imunológica (título de anticorpos) foram obtidos por teste imunoenzimático (ELISA) da proteína CS ou por imunofluorescência indireta (IFA) de esporozoítas intactos de *P. falciparum*. O PPP é o intervalo entre a inoculação com esporozoítas e o surgimento de parasitas (11-13 dias nos indivíduos não-vacinados). Indivíduos sem parasitas durante 60 dias foram considerados protegidos.

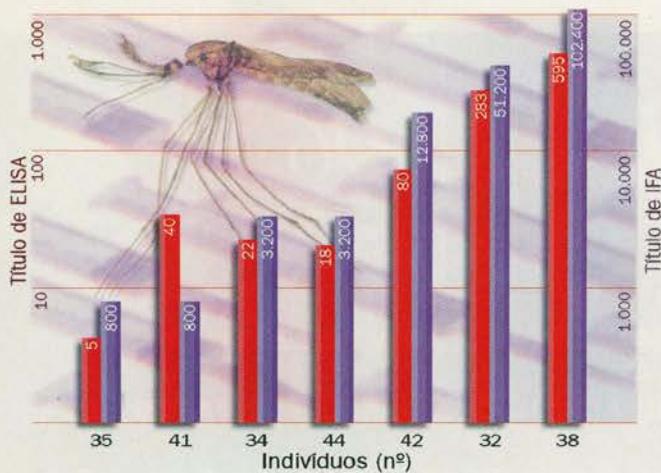


Figura 2. Reação imunológica (título de anticorpos antiesporozoítas, em escala logarítmica, obtido a partir de soro sanguíneo) nos seis indivíduos vacinados com a formulação Vac3 e protegidos contra o *P. falciparum*, comparada à reação de indivíduo não-vacinado (n° 35).

CS já havia sido usada como vacina, com outros adjuvantes, mas até agora mostrava baixa resposta imune e proteção discreta. Portanto, o segredo que a fez tornar-se um antígeno tão eficaz está na nova formulação.

Nos últimos cinco anos, a comunidade científica concentrou suas expectativas na vacina desenvolvida na Colômbia por Manoel E. Patarroyo contra o *P. falciparum*, usando o antígeno SPF66, mas testes mostraram proteção pouco animadora.

Já a vacina anti-CS foi desenvolvida com base em estudos da resposta imune antiesporozoíta feitos na Universidade de Nova Iorque pelos médicos Ruth e Victor Nussenzweig (ver 'A vacina é possível', em *Ciência Hoje* n° 16). O casal, formado pela Universidade de São Paulo e radicado nos Estados Unidos desde os anos 60, tem mantido entusiasta parceria com pesquisadores do Brasil e formado estudantes que continuam frequentando seu laboratório (caso da autora deste trabalho). A vacina produzida inicialmente na Universidade de Nova Iorque consistia em doses múltiplas de esporozoítas inativados por radiação gama e induzia completa proteção em camundongos, ratos e macacos. Testada por outros grupos em voluntários norte-americanos, essa vacina (esporozoítas inteiros inativados por irradiação) confirmou amplamente sua eficácia.

Nos anos 80, o uso de novas técnicas (como a de anticorpos monoclonais) permitiu identificar o antígeno protetor: a proteína CS, posteriormente clonada em várias espécies de plasmódios. A identificação iniciou uma corrida competitiva e milionária em busca da vacina humana de segunda geração, com o antígeno CS puro, e de parcerias com a indústria. O primeiro teste clínico em voluntários do antígeno CS, produzido artificialmente ou obtido pela técnica de DNA recombinante, foi feito em 1987, mas resultou em baixa produção de anticorpos e proteção medíocre.

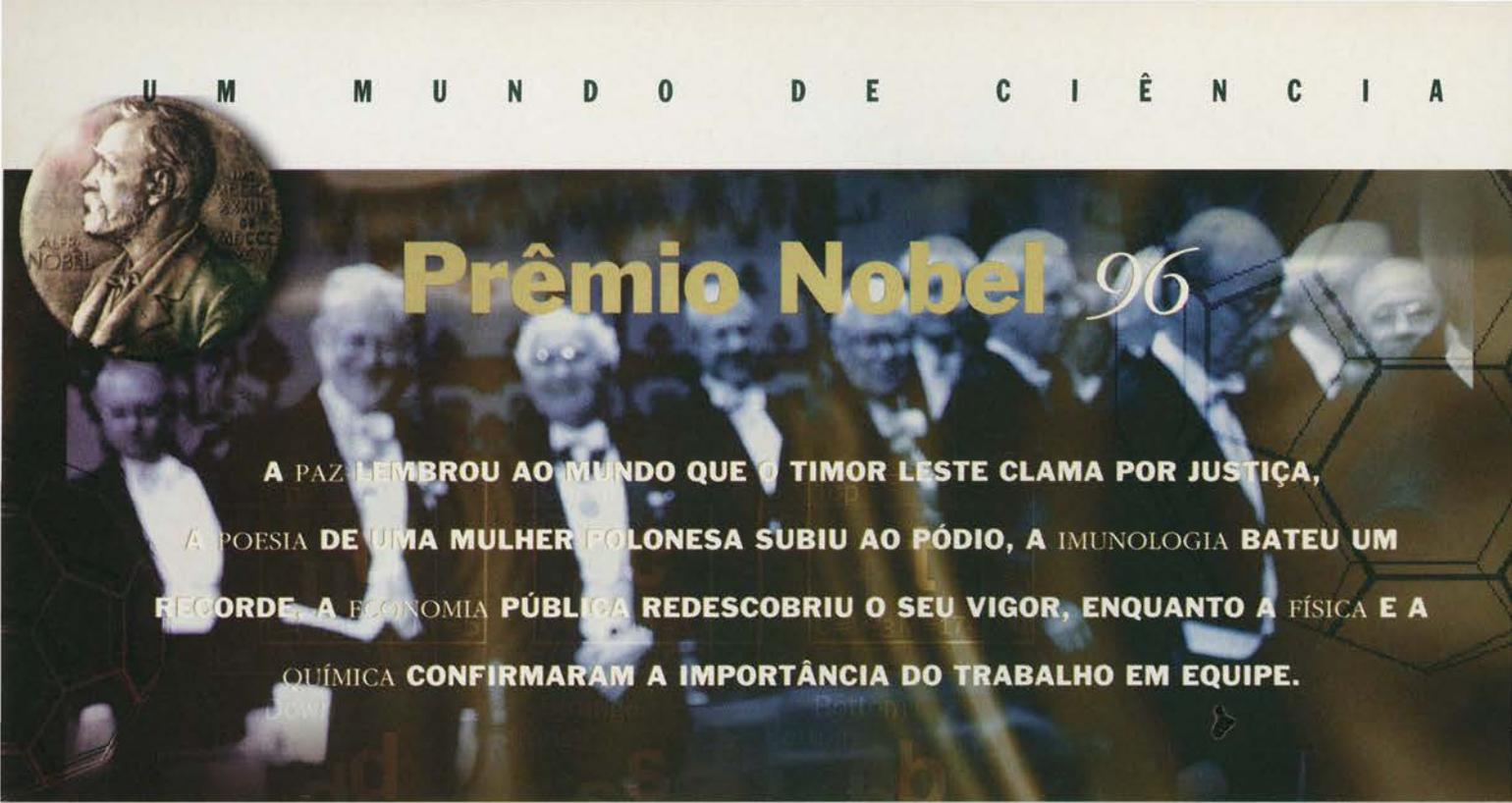
O resultado desapontador reduziu drasticamente os níveis de financiamento (mas não o entusiasmo do casal Nussenzweig). As críticas da imprensa e o ceticismo dos competidores tornaram-se ferrenhos, mas a busca das causas do fracasso prosseguiu. Agora, o novo e promissor candidato a vacina baseia-se no mesmo antígeno CS.

O potencial comercial de uma vacina eficaz é enorme: cerca de 300 milhões de indivíduos são infectados por ano em todo o mundo, com 2,7 milhões de mortes causadas por *P. falciparum*. As infecções graves ocorrem em crianças (sobretudo na África, que concentra 90% dos casos) e adultos não-imunes. No Brasil, onde durante a última década mais de meio milhão de pessoas foram diagnosticadas e tratadas por ano, as

mortes decorrem, principalmente, de diagnóstico e tratamento tardios, ou pelo uso de drogas ineficazes contra o *P. falciparum* resistente. A doença continua endêmica na Amazônia, onde há condições favoráveis à proliferação dos mosquitos transmissores, o que dificulta seu combate, além de baixo nível socioeconômico da população migrante e insuficiente atendimento de saúde. Como o parasita vem desenvolvendo resistência a inúmeros medicamentos, a doença está em expansão no mundo, mas a nova vacina renova a esperança de controle (ver 'Malária: como vai?', em *Ciência Hoje* n° 76).

Sabe-se pouco sobre a evolução da malária não-tratada e sobre a malária assintomática, mas estas vêm sendo analisadas graças a técnicas mais sensíveis de diagnóstico de doenças parasitárias latentes. Pesquisadores da Universidade de Oxford, em estudo clínico de 1.700 crianças do arquipélago de Vanuatu, no Pacífico, durante dois anos, observaram que estas não morriam, apesar de sucessivamente infectadas por *P. falciparum*. Isso foi atribuído à possível proteção cruzada entre essa espécie e o *P. vivax* (causadora de forma mais branda da doença), que infectaria as crianças até dois anos, tornando-as imunes.

Tal conclusão contraria o dogma de falta de proteção cruzada entre as duas espécies de parasitas. Estudos recentes no Brasil, de Luzia H. Carvalho e outros, do Centro de Pesquisas René Rachou (publicado em *Parasite Immunology*, 1997), sugerem a existência de reatividade cruzada da proteína CS de *P. vivax* e de *P. falciparum*. Se confirmada, a descoberta poderá influenciar no desempenho da vacina RTS,S (ou anti-CS). Parecem necessários novos testes, para prevenir problemas com o uso do estimulante imunológico (sobretudo em crianças), esclarecer quanto tempo dura a proteção e reduzir os efeitos colaterais da vacina. Há razões para otimismo, sem dúvida, mas com reservas.



Prêmio Nobel 96

A PAZ LEMBROU AO MUNDO QUE O TIMOR LESTE CLAMA POR JUSTIÇA, A POESIA DE UMA MULHER POLONESA SUBIU AO PÓDIO, A IMUNOLOGIA BATEU UM RECORDE, A ECONOMIA PÚBLICA REDESCOBRIU O SEU VIGOR, ENQUANTO A FÍSICA E A QUÍMICA CONFIRMARAM A IMPORTÂNCIA DO TRABALHO EM EQUIPE.

NOBEL DE QUÍMICA

A descoberta dos fulerenos

A descoberta acidental, em 1985, por Sir Harold W. Kroto, da Universidade de Sussex (Inglaterra), e por Richard E. Smalley e Robert F. Curl, da Universidade de Rice (Houston, Estados Unidos), de moléculas 'gaiolas' estáveis com 60 e 70 átomos de carbono (C₆₀ e C₇₀) é considerada uma das mais importantes contribuições atuais para a ciência de materiais (ver 'Fulerenos: a nova fronteira do átomo', em *Ciência Hoje* nº 87, 1992). O feito levou seus autores ao Prêmio Nobel de 1996.

Em 1975, o professor Kro-

to detectou, por radioastronomia, na poeira interestelar das estrelas vermelhas gigantes, perto do centro da galáxia, algumas cianopoliinas (HC_nN) que contêm uma cadeia longa de carbono com ligações simples e triplas alternadas. Acreditando na possibilidade de obter moléculas análogas em laboratório, Kroto foi à Universidade de Rice conduzir experimentos de vaporização a laser nos laboratórios de Smalley e Curl, especialistas em microondas e espectroscopia de infravermelho (técnica de análise de substâncias usando radiação

infravermelha), que estudavam a química de agregados de átomos ou moléculas. Smalley havia projetado e construído um aparelho especial capaz de vaporizar praticamente qualquer material, formando gases de íons positivos e elétrons livres. Ao serem resfriados, tais gases formavam agregados.

Kroto decidiu disparar feixes de raios laser sobre alvos de grafite, tentando arrancar átomos de carbono. Estes, condensados por resfriamento rápido, gerariam os produtos que o cientista desejava. Na primeira semana de setembro de 1985, Kroto, Curl, Smalley e os estudantes Jim Health, Sean O'Brien e Yuan Liu, usando espectrometria de massa, observaram nos gráficos a presença de moléculas com 60 e 70 átomos de carbono, com predominância das de 60 (figura 1).

Não foi difícil atribuir corretamente uma estrutura esférica fechada, com uma cavidade central (por isso chamada de 'gaiola'), a essa terceira forma alotrópica do carbono (o grafite e o diamante são as outras substâncias que contêm somente átomos de carbono).

Em 1982, outro grupo de cientistas, formado por Donald Huffman, da Universidade de Arizona (Tucson, Estados Unidos), e Wolfgang Krätschmer, do Instituto Max Planck para Física Nuclear (Heidelberg, Alemanha), já obtivera o C₆₀, mas este não foi reconhecido. Uma fuligem contendo quantidade apreciável de C₆₀, formada pela combustão arco-voltaica entre dois eletrodos de grafite numa compoteira de vidro, em atmosfera de hélio, foi analisada por espectroscopia eletrônica, mas uma banda de

Em 1996 o Prêmio Nobel contemplou 13 personalidades de oito países. O reconhecimento dos esforços de dois patriotas do Timor Leste em prol da Paz com justiça, além de surpreender a comunidade internacional, em boa hora recolocou a questão da autodeterminação da antiga colônia portuguesa na pauta dos conflitos que reclamam solução urgente. Já a poesia da polonesa Wislawa Szymborska era forte candidata à premiação, não só pelo prestígio conquistado na terra natal, como também pelo sucesso obtido com a tradução inglesa de sua obra. Wislawa foi a única mulher a receber a láurea e também a única ganhadora solitária do Nobel. Dois economistas, o escocês James A. Mirrlees e o canadense William S. Vickrey, foram recompensados por seus trabalhos sobre teoria da economia pública. Lamentavelmente, Vickrey faleceu três dias após o anúncio da premiação, aos 82 anos, de ataque cardíaco. Mais dois imunologistas levaram o Nobel de Medicina e, com isso, alcançou-se cifra inédita: 25 cientistas agraciados nessa área da pesquisa. A descoberta acidental dos fulerenos – moléculas ‘gaiolas’ de carbono – em 1985 valeu o Nobel de Química a dois norte-americanos e um inglês, enquanto três norte-americanos ligados à Universidade de Cornell foram reconhecidos pelas pesquisas no campo da física da matéria condensada.

absorção observada foi erradamente atribuída à contaminação pelo vapor do óleo da bomba de vácuo.

Cinco anos após a descoberta do C60, em 1990 – “cinco anos no deserto”, segundo Kroto, que não obteve apoio de instituições britânicas para prosseguir suas pesquisas –, seu estudante Jonathan Hare dissolveu a fuligem negra em benzeno. Esse experimento simples, mas muito importante, trouxe novas perspectivas para purificação e completa identificação estrutural das ‘gaiolas’ de carbono. Em seguida, Kroto isolou amostras puras do C60 e de seu parente C70 a partir da fuligem. A análise, por ressonância magnética nuclear, da solução do C60 em benzeno (de cor magenta, enquanto a do C70 apresenta cor vermelha) mostrou que todos os átomos de carbono

estão dispostos de forma idêntica. Ou seja, todos os carbonos são quimicamente equivalentes.

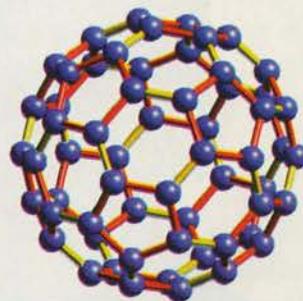
Outra contribuição importante, ainda em 1990, foi dada por Huffman e Krätschmer, que isolaram cristais do C60, embora contaminados por C70. Estudos por difração de raio X e elétrons confirmaram a estrutura esférica do C60. Hoje, sabe-se que a fuligem contém outros compostos de carbono, como C76, C94 etc. Provavelmente, o C60 estaria presente na fuligem formada pela chama de queimadores de Bunsen, se não fosse sua rápida decomposição pelo ozônio do ar (em estado sólido o C60 é estável, mas os radicais de carbono que o formam – quando se condensam na câmara de combustão – são muito instáveis).

Kroto, um admirador dos

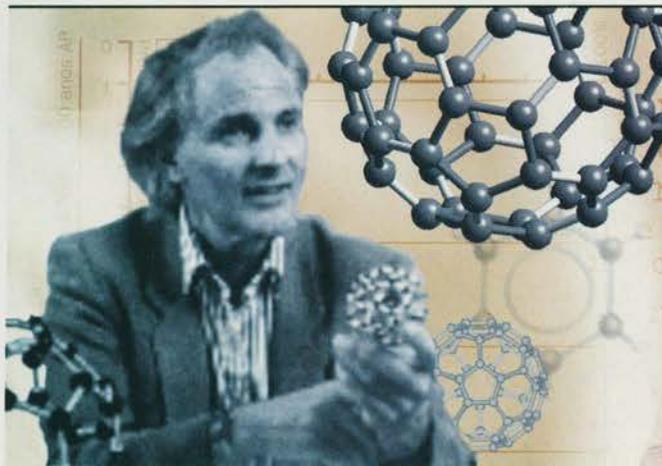
domos geodésicos do arquiteto Buckminster Fuller (1895-1983), no pavilhão americano na Exposição Mundial de Montreal, em 1967, batizou de fulerenos a família do C60 (a palavra inglesa *fullerene* foi aportuguesada para fulereno, sem o ‘l’ duplo, mas na literatura científica em inglês o C60 recebe vários nomes: *fullerene-60*, *[60]fullerene*, *buckminsterfullerene* ou *buckyball*). Os fulerenos têm sempre 12 pentágonos, enquanto o número de hexágonos varia de acordo com o teorema de Euler: $m = (C_n - 20)/2$. Quanto ao C60, sua estrutura é a de um icosaedro truncado, de 32 faces (20 hexágonos e 12 pentágonos), com uma cavidade esférica vazia. Coincidentemente, o C60 tem a mesma geometria da bola de futebol.

A descoberta dos fulerenos estabeleceu um marco

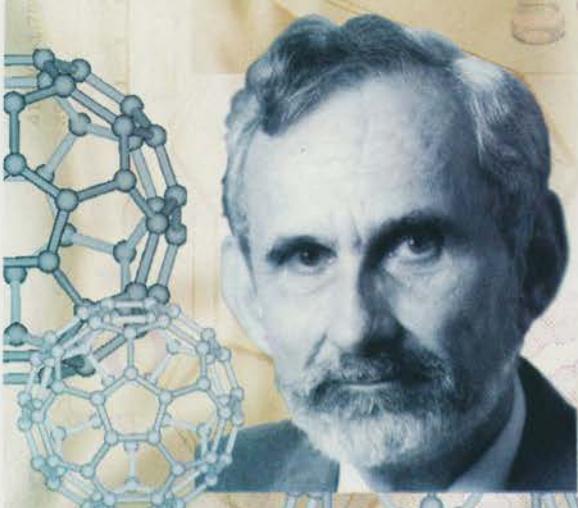
para a química, com a introdução de nova arquitetura para as moléculas: das aromáticas policíclicas planas (2D) às tridimensionais (3D) dos fulerenos. Reações de complexos metálicos, principalmente do grupo da platina, com C60 resultam em ligações com os átomos de car-



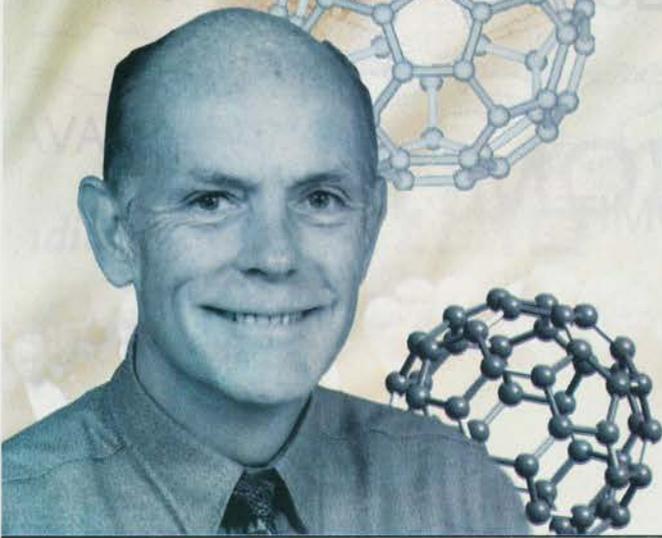
A estrutura do C60, molécula de carbono com 60 átomos, é semelhante à de uma esfera, com espaço vazio em seu interior, e por isso é chamada molécula ‘gaiola’. A distribuição das faces dessa estrutura – 12 pentágonos e 20 hexágonos – é idêntica à dos ‘gomos’ de uma bola de futebol.



Sir Harold W. Kroto nasceu em 1939 em Wisbech, na região de Cambridgeshire (Inglaterra), e graduou-se em química em 1961 pela Universidade de Sheffield. Obteve o doutorado em 1964 na mesma universidade, pesquisando, com R. N. Dixon, espectros de radicais livres produzidos por fotólise. Logo depois, passou dois anos no Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá, e um ano nos Laboratórios da Bell Telephone, em New Jersey (Estados Unidos), trabalhando em espectroscopia Raman e química quântica. Em 1967, ingressou na carreira acadêmica da Universidade de Sussex, em Brighton (Inglaterra), tornando-se professor titular de química em 1985. Desde 1991, é membro da Royal Society Research dessa universidade.



Robert F. Curl Jr. nasceu em 1933 na cidade de Alice, no Texas (Estados Unidos), e graduou-se em 1954 na Universidade Rice. Em 1957, após obter o doutorado na Universidade da Califórnia, foi pesquisador durante um ano em Harvard, trabalhando com E. B. Wilson em espectroscopia de microonda. Um ano depois tornou-se professor assistente de química da Universidade Rice, onde permanece até hoje – desde 1967 como professor titular. Foi chefe do departamento entre 1992 e 1996. Curl foi pesquisador visitante do Conselho Nacional de Pesquisa do Canadá e de outras instituições, como o Instituto para a Ciência Molecular (Okazaki, no Japão); o Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia (Boulder, nos Estados Unidos); a Universidade de Bonn (na Alemanha); e a Universidade de Canterbury (Christchurch, na Nova Zelândia).



Richard E. Smalley nasceu em 1943 na cidade de Akron, em Ohio (Estados Unidos), e graduou-se em 1965 pela Universidade de Michigan. Obteve o doutorado em química em 1973, na Universidade de Princeton. Trabalhando com os professores Lennard Wharton e Donald Levy, na Universidade de Chicago, Smalley foi pioneiro nas pesquisas sobre espectroscopia de feixes supersônicos de laser. Em 1976, ingressou na Universidade Rice e fundou, três anos depois, o Instituto Quantum Rice, do qual foi diretor por 10 anos (1986 a 1996). Em 1982, foi nomeado para a cadeira Gene e Norman Hakerman de química e, desde janeiro de 1990, é professor no Departamento de Física. Neste mesmo ano, a Universidade de Liège (Bélgica) conferiu-lhe o título de doutor honoris causa.

FOTO UNIVERSIDADE DE SUSSEX, INGLATERRA

FOTO UNIVERSIDADE DE RICE, EUA

FOTO UNIVERSIDADE DE RICE, EUA

bono desse fulereno. Entretanto, para encapsular espécies metálicas no interior da

'gaiola' do C60, o grafite é impregnado com íons metálicos antes da combustão.

Recentemente, foi pesquisada a funcionalização do C60, visando criar polímero-

fulerenos. Polímeros de fulereno-60 modificados, solúveis em água, exibem atividades

biológicas em células vivas ou em contato com vírus, DNA e enzimas – um exemplo é a protease HIV-1 (vírus da Aids). Isso permite imaginar seu potencial terapêutico.

A química molecular e do estado sólido dos fulerenos continua avançando rumo à produção de nova classe de derivados moleculares condutores, supercondutores e ferromagnéticos. No estado sólido, tem merecido atenção especial a exploração das propriedades do C60 como material supercondutor. Técnicas de sublimação permitem

obter sais de metais alcalinos (A_xC_{60} , onde 'A' designa o metal alcalino) em filmes de C60. A condutividade é máxima para os sais A_3C_{60} (obtidos com potássio, rubídio e céσιο), que se comportam como supercondutores em temperaturas um pouco mais elevadas do que as observadas até agora. Sais M_3C_{60} (onde 'M' representa um metal), assim como o próprio C60, exibem também interessantes propriedades ópticas ainda em estudo.

Atualmente, as pesquisas do grupo do fulereno em Sus-

sex focalizam várias áreas: a química do fulereno, as nanoestruturas de carbono (cilindros com faces hexagonais de carbono com as extremidades fechadas por 12 pentágonos necessários para a curvatura) e a ciência dos agregados instáveis. Harold Kroto, em particular, estuda a dinâmica da nucleação associada a nanopartículas e nanofibras (usando a técnica de vaporização a laser), a química de moléculas na poeira interestelar e a espectroscopia (por microondas e fotoeletrônica) de novas molé-

culas e intermediários de reações. Ele também continua os estudos astrofísicos do carbono, visando encontrar o C60 na poeira espacial das estrelas gigantes vermelhas. Seu interesse pessoal inclui ainda a empresa The Vega Science Trust, criada em 1994 para produzir filmes científicos para a comunidade educacional.

Gilson Herbert Magalhães Dias

Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas.



O Prêmio Nobel de Física de 1996 foi concedido aos cientistas norte-americanos David M. Lee e Robert C. Richardson, da Universidade de Cornell, e Douglas D. Osheroff, da Universidade de Stanford, pela descoberta da superfluidez no líquido formado por átomos de hélio-3 (isótopo de hélio com dois prótons e um nêutron, identificado pela notação ^3He) extremamente resfriados.

A superfluidez é um estado líquido da matéria no qual pode haver escoamento sem dissipação de energia. Um líquido normal – como a água – colocado em movimento

no interior de um tubo necessita de um agente externo (uma bomba d'água ou a gravidade, por exemplo) para continuar deslocando-se. Removido o agente externo, o líquido pára rapidamente, porque seu movimento dissipa energia. O mesmo não acontece em um líquido superfluido, que continua a se movimentar após a retirada do agente externo.

Em 1972, antes da descoberta de Lee, Richardson e Osheroff, a ocorrência do estado superfluido havia sido confirmada no fluido formado pelos elétrons presentes nos metais de várias substân-

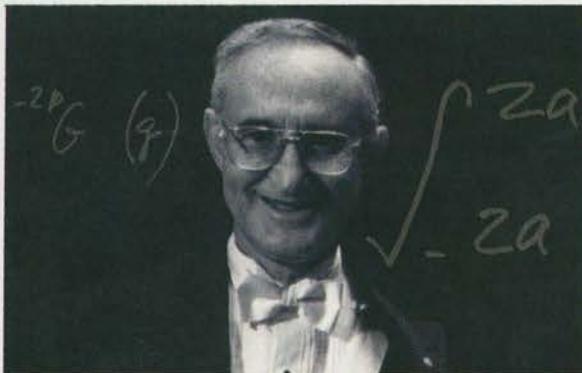
cias e no líquido constituído por átomos de hélio-4, ou ^4He (isótopo com dois prótons e dois nêutrons).

A primeira observação do estado superfluido, em mercúrio metálico, ocorreu em 1911. O holandês Heike Kamerlingh Onnes, premiado com o Nobel de Física de 1913, resfriou esse material e observou que sua resistência elétrica anula-se abaixo de -269°C , temperatura apenas $4,2^\circ\text{C}$ acima do zero absoluto ($-273,2^\circ\text{C}$) ou zero grau Kelvin (K). O cientista batizou o fenômeno de supercondutividade. Em 1939, os canadenses John Allen e Donald Misener – e, de forma independente, o russo Peter Kapitsa – descobriram que o ^4He líquido, quando resfriado abaixo de 2,2 K, podia escoar através de tubos sem viscosidade (ou seja, sem dissipação de energia). Kapitsa acabaria ganhando o Prêmio Nobel de

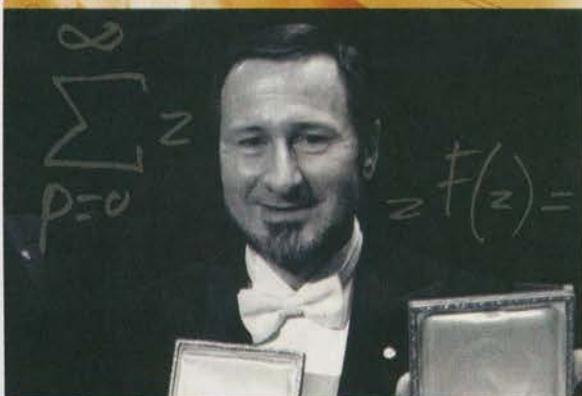
Física em 1978, por suas pesquisas sobre magnetismo a baixíssimas temperaturas.

A explicação microscópica para a superfluidez é baseada na mecânica quântica, segundo a qual todas as partículas existentes na natureza pertencem a duas classes distintas chamadas férmions e bósons. Os átomos de ^4He são bósons. Como tal, podem formar um condensado de Bose, estado de equilíbrio termodinâmico no qual um número macroscópico de átomos ocupa um mesmo estado de energia, ou estado quântico (ver 'A condensação de Bose-Einstein', em *Ciência Hoje* nº 111, 1995). O estado superfluido do ^4He resulta da formação de um condensado de Bose abaixo de 2,2 K.

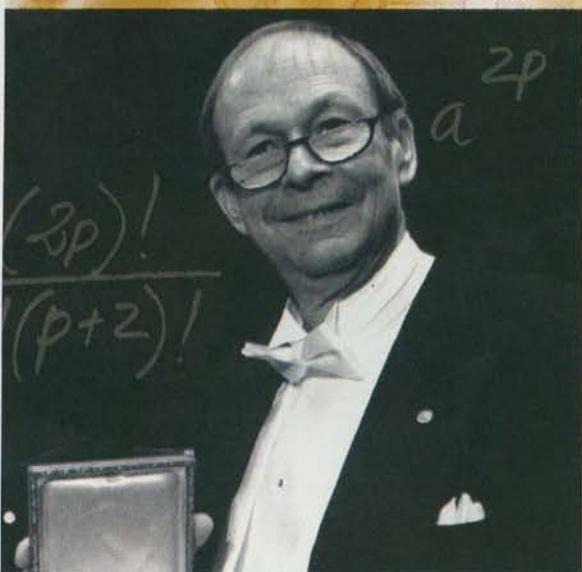
No fluido eletrônico dos metais, o estado superfluido não pode ser explicado da mesma maneira, porque os elétrons são férmions e, pelas



Nascido em 1931, na cidade de Rye (Estados Unidos), **David M. Lee** graduou-se em física na Universidade Harvard, em 1952. Completou o mestrado em 1955 na Universidade de Connecticut e o doutorado em 1959 na Universidade de Yale. É professor titular de física na Universidade de Cornell, à qual está associado desde 1959. Foi pesquisador visitante no Laboratório Nacional de Brookhaven (Estados Unidos), professor visitante nas Universidades da Flórida e da Califórnia (San Diego) e conferencista visitante nas Universidades de Pequim (China) e de Grenoble (França).



Nascido em 1945 em Aberdeen, no Estado de Washington (Estados Unidos), **Douglas D. Osheroff** graduou-se em 1967 em física no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), recebendo o doutorado em 1973 na Universidade de Cornell. De 1972 a 1987, trabalhou nos laboratórios da empresa Bell AT&T, como chefe do Departamento de Pesquisa em Estado Sólido e Baixas Temperaturas. Desde 1987, Osheroff é professor de física e física aplicada na Universidade Stanford. Atualmente, é titular da cadeira J. G. Jackson e C. J. Wood nesta universidade.



Robert C. Richardson nasceu em 1937 em Washington, no Distrito de Colúmbia (Estados Unidos). Graduou-se em física no Instituto Politécnico da Universidade de Virgínia, em 1958, onde também fez o mestrado em 1960. Obteve o título de doutor em física pela Universidade Duke, em 1966. No mesmo ano, tornou-se pesquisador associado da Universidade Cornell, onde é professor titular desde 1975. Em Cornell, assumiu em 1987 a cadeira F.R. Newman de física e três anos depois tornou-se diretor do Laboratório de Física Atômica e do Estado Sólido. Complementando seus trabalhos acadêmicos, Richardson produziu vídeos como O mundo na temperatura do zero absoluto, dirigido ao público em geral, e Introdução à Física, utilizado em Cornell no curso básico de física para estudantes sem preparo em cálculo.

leis da mecânica quântica, não podem formar diretamente um condensado de Bose. Em 1956, os norte-americanos John Bardeen, Leon Cooper e Robert Schrieffer formularam a teoria BCS da supercondutividade, que lhes deu o Prêmio

Nobel de 1972. Segundo essa teoria, um par de elétrons forma um estado semelhante a uma molécula, chamado par de Cooper. Esses pares são bósons. Abaixo da temperatura na qual o metal fica supercondutor, pares de Co-

oper formam um condensado de Bose que, como no ^4He , é responsável pela ocorrência do estado superfluido. Acima dessa temperatura, os pares de Cooper se rompem e o metal retorna ao normal. Os átomos de ^3He , um

isótopo raro, também são férmions. Poucos anos após a formulação da teoria BCS, foi previsto, teoricamente, que átomos de ^3He poderiam formar pares de Cooper e um condensado de Bose, que daria lugar a um estado su-

perfluido nesse material. Entretanto, enquanto nos supercondutores conhecidos até então os pares de Cooper têm simetria interna esférica, as previsões teóricas diziam que os pares de Cooper de átomos de ^3He não teriam essa mesma simetria. Isso levaria a um superfluido anisotrópico (que não apresenta as mesmas propriedades em todas as direções). Tal superfluido tem propriedades bastante distintas das encontradas no fluido eletrônico dos metais e no ^4He . Previa-se que o estado superfluido do ^3He ocorreria em temperatura um pouco inferior à mais baixa alcançada na época (1959-1960): cerca de 0,1 K.

Tais previsões motivaram vários grupos a desenvolver novas tecnologias para resfriar o ^3He a temperaturas extremamente baixas, em busca do novo estado. Esse objetivo só foi alcançado em 1972, quando Lee, Richardson e Osheroff atingiram, trabalhando juntos na Universidade de

Cornell, temperaturas abaixo de 0,003 K. O método de resfriamento utilizado pelos pesquisadores usa uma célula onde o ^3He sofre compressão equivalente a algumas dezenas de vezes a pressão atmosférica. Com isso, parte da substância é solidificada. Uma propriedade surpreendente do ^3He – o sólido é menos ordenado que o líquido – faz com que a formação do sólido exija fornecimento de calor, o que esfria ainda mais a substância. Com esse método é possível atingir temperaturas mínimas pouco inferiores a 0,002 K.

No experimento que levou à descoberta do estado superfluido no ^3He , publicado em 1972 na revista *Physical Review Letters* (vol. 28, p. 885), Lee, Richardson e Osheroff observaram que, enquanto a pressão externa aplicada à célula crescia proporcionalmente ao tempo, ocorreram duas anomalias na pressão do ^3He – que denominaram A e B. A princí-

pio, pensaram tratar-se de mudanças de fase no ^3He sólido, pois havia sido previsto teoricamente que existiriam fases magnéticas no sólido, na faixa de temperaturas por eles estudada. Logo depois, Osheroff, Gully, Richardson e Lee fizeram experimentos de ressonância magnética nuclear, publicados ainda em 1972 na *Physical Review Letters* (vol. 29, p. 920), e concluíram que tais anomalias resultavam de fenômenos ocorridos no líquido.

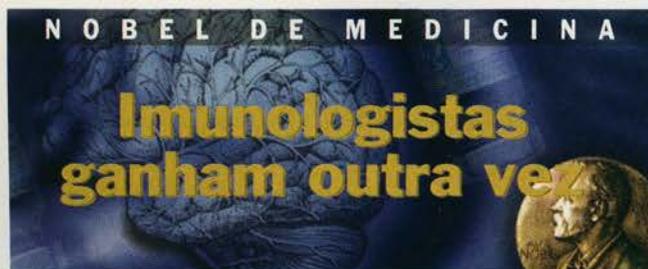
Trabalhos subsequentes, realizados por vários grupos, mostraram que as anomalias observadas por Lee, Richardson e Osheroff, em torno de 34 vezes a pressão atmosférica, correspondiam a duas transições de fase distintas. A anomalia A, observada à temperatura de 0,0027 K, corresponde à transição do líquido normal para uma fase superfluida, batizada $^3\text{He-A}$. A anomalia B, verificada à temperatura de 0,0018 K, foi associada à transição do $^3\text{He-A}$

para outra fase superfluida, denominada $^3\text{He-B}$. A diferença entre essas fases está na simetria interna do par de Cooper formado pelos átomos de ^3He . Ambas são superfluidos anisotrópicos.

A importância da descoberta de Lee, Richardson e Osheroff está, por um lado, na confirmação da veracidade das idéias sobre o estado superfluido de líquidos fermiônicos (propostas por Bardeen, Cooper e Schrieffer) e, por outro, na abertura de nova área de pesquisa experimental e teórica (o estudo de superfluidos anisotrópicos), bastante ativa até hoje. O desenvolvimento dessa área permitiu ampliar o conhecimento existente sobre sistemas de muitas partículas que interagem fortemente entre si e sobre fenômenos quânticos macroscópicos.

Gilson Carneiro

*Instituto de Física,
Universidade Federal
do Rio de Janeiro.*



Nos anos 50 e 60 surgiu uma série de conceitos fundamentais que sustenta a imunologia moderna. Esse período marcou a retomada do crescimento científico da imunologia, desvinculado dos pila-

res de sua época fundadora, quando voltava-se primordialmente para a sorologia. O reconhecimento da importância dos resultados alcançados culminou com a sucessão de prêmios Nobel concedidos a

imunologistas (figura 1). Entre os 25 cientistas agraciados por estudos nessa área estão Macfarlane Burnet, por sua teoria da seleção clonal, desenvolvida entre 1955 e 1959; Peter B. Medawar, pelos estudos (em 1953) sobre a tolerância imunológica e a autoimunidade; Jean Dausett e George D. Snell, por seus trabalhos (entre 1958 e 1962) sobre o complexo principal de histocompatibilidade (conhecido pela sigla MHC, de

major histocompatibility complex) e o papel deste nos transplantes de tecidos; e Baruj Benacerraf, por ter demonstrado (em 1963) a importância desse complexo na reatividade imunológica, o que gerou grande avanço na área da imunologia celular.

O MHC é uma região de alto polimorfismo gênico, cujos produtos são proteínas expressas na superfície de todas as células do organismo. Esse complexo está intima-

ANO	IMUNOLOGISTAS	CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA
1901	Emil Von Behring	Soroterapia (transferência da imunidade pelo soro)
1905	Robert Koch	Investigações e descobertas sobre a tuberculose
1908	Paul Ehrlich Elie Metchnikoff	Estudos sobre imunidade humoral (teoria das cadeias laterais) Estudos sobre imunidade celular (fagocitose)
1913	Charles R. Richet	Descoberta da anafilaxia
1920	Jules Bordet	Complemento (bacteriólise mediada por complemento)
1930	Karl Landsteiner	Descoberta dos grupos sanguíneos
1951	Max Theiler	Desenvolvimento da vacina contra a febre amarela
1957	Daniel Bovet	Descoberta de anti-histamínicos no tratamento da alergia
1965	Macfarlane Burnet Peter B. Medawar	Descoberta da tolerância imunológica adquirida (estudos sobre seleção clonal, tolerância e doenças auto-imunes)
1972	Rodney R. Porter Gerald M. Edelman	Estudos sobre estrutura química dos anticorpos
1977	Rosalyn Yalow	Desenvolvimento do radioimunoensaio
1980	George D. Snell Jean Dausset Baruj Benacerraf	Descoberta do <i>locus</i> do MHC e de sua importância na reatividade imunológica
1984	Niels Jerne George Köhler Cesar Milstein	Teoria da rede idiotípica (teoria seletiva de degeneração da especificidade preexistente) Anticorpos monoclonais
1987	Susumu Tonegawa	Estudos sobre os processos de rearranjo gênico das regiões variáveis das imunoglobulinas e receptores de células T
1990	Joseph E. Murray Edward D. Thomas	Transplante renal e de medula óssea e renal (técnicas de imunossupressão para transplantes)
1996	Rolf M. Zinkernagel Peter C. Doherty	Descoberta da restrição pelo MHC

Figura 1. Prêmios Nobel concedidos a imunologistas e suas contribuições científicas.



Figura 2. A hipótese do reconhecimento antigênico duplo (A), aceita durante algum tempo, foi substituída pela da interação dual pelo mesmo receptor (B) e pela do MHC 'próprio alterado' (C), ambas propostas por Zinkernagel e Doherty. APC significa célula apresentadora de antígeno.



Figura 3. Na apresentação de antígeno restrita ao MHC, só ocorre resposta positiva (A) quando o MHC é 'próprio' e está associado ao peptídeo antigênico. Caso não exista essa associação (B) ou o MHC seja 'não-próprio' (C), não há resposta do sistema imunológico.

mente associado ao processo de rejeição e aceitação de transplantes e com a resposta imunológica de modo geral.

Enquanto antigas indagações começavam a ter respostas mais claras, novas perguntas surgiam. Questões como tolerância, auto-imunidade e rejeição de transplantes ganhavam cada vez mais importância, e só vieram a ser parcialmente solucionadas com os trabalhos de dois jovens imunologistas, o suíço Rolf M. Zinkernagel e o australiano Peter C. Doherty, na Escola de Pesquisa Médica John Curtin, em Canberra (Austrália).

As teorias formuladas por Burnet, Medawar, Snell, Dausset e Benacerraf não respondiam amplamente a todas aquelas questões. Não explicavam, por exemplo, por que as células 'aprendem' a não reagir na presença do MHC do próprio organismo (apesar de reagir ao MHC de um órgão transplantado), por que em geral o sistema imune não se volta contra as células do próprio indivíduo e por que a quebra dessa tolerância aos próprios tecidos desencadeia doenças auto-imunes. Vários trabalhos identificaram alguns aspectos estruturais importantes do MHC. No entanto, era pequeno o conhecimento funcional dessas moléculas.

Acreditava-se que, durante uma resposta imune, as células T (um tipo de linfócito, ou glóbulo branco, integrante do sistema imunológico), ao entrar em contato com células apresentadoras de antígenos

FOTO UNIVERSIDADE DE TENNESSEE, EUA.

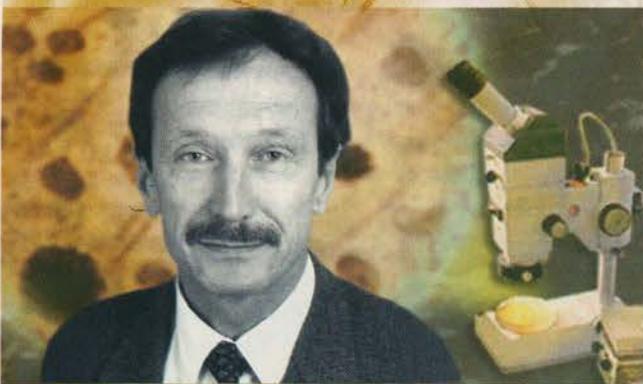


Nascido na Austrália em 15 de outubro de 1940, **Peter C. Doherty** graduou-se em 1962 na Universidade de Queensland (Austrália), onde também obteve o título de mestre em 1966. Começou a trabalhar no Instituto para Pesquisas Animais, em Brisbane.

De 1967 a 1970, durante seu doutorado, na Universidade de Edimburgo (Escócia), atuou no Departamento de Patologia Experimental do Instituto de Pesquisa Moredun. Voltando à Austrália, tornou-se pesquisador do Departamento de Microbiologia da Escola John Curtin de Pesquisa Médica da Universidade Nacional Australiana, em Canberra. A partir de 1975 foi professor associado e

depois titular do Instituto Wistar de Filadélfia (Estados Unidos). Em 1982, novamente na Austrália, passou a integrar o corpo docente da Escola John Curtin de Pesquisa Médica da Universidade Nacional Australiana, como titular e chefe do Departamento de Patologia Experimental, posto que ocupou até 1988 – quando aceitou o convite para retornar aos Estados Unidos como chefe do Departamento de Imunologia do Hospital St. Jude para a Pesquisa Infantil, em Memphis, no Tennessee. Doherty exerce o cargo até hoje, e também é professor do Departamento de Patologia e Pediatria da Escola de Medicina da Universidade do Tennessee.

FOTO UNIVERSIDADE DE ZURIQUE, SUÍÇA.



Nascido em 6 de janeiro de 1944, em Basiléia, na Suíça, **Rolf M. Zinkernagel** formou-se na Faculdade de Medicina da Universidade da Basiléia, onde também fez o mestrado. Obteve o doutorado na Universidade Nacional Australiana, em Canberra, trabalhando de 1973 a 1975 com Peter C. Doherty na Escola John Curtin para a Pesquisa Médica. Em 1976, atuou como professor assistente no Departamento de Imunopatologia do Instituto de Pesquisa Scripps, em La Jolla, na Califórnia (Estados Unidos). Um ano depois, ingressou no Departamento de Patologia da Universidade de La Jolla como professor associado. Em 1979, tornou-se professor titular no

Departamento de Imunopatologia do Instituto de Pesquisa Scripps, mas no mesmo ano voltou à Suíça para ser professor (a partir de 1988, titular) do Departamento de Patologia do Hospital Universitário da Universidade de Zurique. Desde 1992, é diretor do Instituto de Imunologia Experimental da mesma universidade.

(conhecidas pela sigla APC, de *antigen-presenting cells*), eram capazes de reconhecer, através de seu receptor e de sua própria molécula de MHC, o antígeno e o MHC dessas células, respectivamente – antígenos são peptídeos (fragmentos de proteínas) estranhos ao organismo e capazes de gerar uma resposta imune. Esse processo era chamado de hipótese do reco-

nhecimento duplo (figura 2). Durante a primeira metade dos anos 70, Zinkernagel e Doherty introduziram nova hipótese – a da restrição da resposta celular ao MHC – em uma série de trabalhos, desenvolvidos a partir de modelos nos quais as células T só eram capazes de destruir células infectadas por vírus quando estas últimas expressassem na superfície celular

moléculas de MHC do próprio organismo. Os dois imunologistas lançaram a idéia de que o reconhecimento não ocorria separadamente, nem é feito por diferentes receptores, sendo na verdade uma interação dual pelo mesmo receptor. Para ocorrer uma resposta do sistema imunológico, é necessário que o antígeno cause uma modificação estrutural da molécula de

MHC, ao associar-se a ela, efeito que os autores denominaram de 'próprio alterado'. Os linfócitos T, no entanto, só são capazes de responder às células caso tenham aprendido – durante o processo de seleção clonal no timo – a reconhecer o MHC dessas células como 'próprio' (figura 3).

A idéia da resposta imune restrita ao MHC ganhou força

e, cerca de 22 anos após suas primeiras pesquisas, Zinkernagel (hoje, aos 52 anos, chefe do Instituto de Imunologia Experimental de Zurique, na Suíça) e Doherty (hoje, aos 55 anos, chefe do Departamento de Imunologia do Hospital Pediátrico Saint Jude, em Memphis, nos Estados Unidos, e professor de imunologia da Universidade de Tennessee) ganham o Prêmio Nobel de Medicina. Os dois cientistas influenciaram a abertura de amplos campos de pesquisa na área da imu-

nologia, revolucionando as idéias da época, com repercussões diretas no entendimento dos mecanismos de auto-imunidade, tolerância, rejeição de transplantes e processos de imunização, fundamentais para que a imunologia desse um salto qualitativo, vindo a integrar o *dream team* das ciências.

Até o início dos anos 80, esses imunologistas desenvolveram em colaboração cerca de 30 trabalhos que enfocam o desenvolvimento de linfócitos T citotóxicos deriva-

dos do timo, a especificidade e a histocompatibilidade requerida por essas células a diferentes alvos, os processos inflamatórios e sua regulação, a memória imunológica e tolerância imunológica, sempre utilizando seus modelos virais e apoiados na teoria lançada em seus primeiros trabalhos. Zinkernagel e Doherty possuem uma bibliografia extremamente rica, incluindo inúmeros artigos em livros-texto e mais de 500 trabalhos publicados em revistas científicas. Na realidade, já faziam parte

da história da imunologia desde a década de 70, e agora entram para a história da humanidade.

Neusa F. dos Santos

Laboratório de Imunologia Tumoral, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho e Departamento de Bioquímica Médica, UFRJ.

Luis Fernando Marques-Santos

Laboratório de Imunologia Tumoral, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, UFRJ.



O Prêmio Nobel de Economia de 1996 agraciou o inglês James Mirrlees, professor na Universidade de Cambridge (Inglaterra), e o canadense William S. Vickrey, professor na Universidade de Colúmbia (Nova Iorque, Estados Unidos). Seus principais trabalhos tratam de teoria da economia pública – a parte da economia que analisa problemas associados à taxação. A contribuição dos dois economistas foi fundamental para que esse ramo, há muito estagnado, apresentasse novo vigor, capaz de permitir a compreensão e solução de problemas econômicos cada vez mais

importantes na atualidade.

Ao longo deste século, a macroeconomia foi o ramo da economia política que mais se desenvolveu, procurando, principalmente, caminhar para um maior entendimento de como se formam os equilíbrios econômicos. Isto é: o que determina e como se estabelecem os níveis de emprego, de produto, de consumo, de investimento etc., e qual a importância das falhas de mercado, da assimetria de informações e de outros desvios dos paradigmas do equilíbrio competitivo clássico.

A depressão dos anos 30 e a resposta keynesiana a ela

mostraram como é importante a ação do governo, através de políticas específicas, no combate a situações em que a não-cooperação entre os diferentes agentes econômicos (governo, empresas e indivíduos) e algumas inflexibilidades, como a do salário nominal, levam a um estado de continuada recessão, com elevado desemprego. John Maynard Keynes (1883-1946) ensinou o caminho para sair de tais situações: usando instrumentos de política fiscal como, por exemplo, o aumento proposital de gastos públicos em infra-estrutura, especialmente quando exigem uso intensivo de mão-de-obra.

Por outro lado, desde a criação do *Federal Reserve System* (o Banco Central dos Estados Unidos), em 1911, muito se aprendeu também sobre a relação entre o controle da moeda e a evolução dos ciclos econômicos. E a curva de Phillips, descoberta

empiricamente no final dos anos 50, mostrou a relação entre emprego, ou nível de atividade econômica, e taxa de inflação. Mais recentemente, Robert Lucas (premiado com o Nobel em 1995) e outros lançaram os fundamentos para a compreensão de como as expectativas dos próprios agentes econômicos afetam o seu comportamento, a demanda e a taxa de inflação. Isso permite inclusive entender melhor como funciona o mecanismo por trás da própria curva de Phillips.

Sem nenhuma surpresa, pode-se admitir que avanços semelhantes e tão profundos ainda não haviam ocorrido na teoria da economia pública, embora alguns dos seus principais problemas sejam conhecidos desde muito cedo. Por exemplo: três dos grandes clássicos da economia – Adam Smith (1723-1790), David Ricardo (1772-

1823) e Antoine-Augustin Cournot (1801-1877) – já esboçavam situações em que a presença de esquemas de taxaço altera profundamente os resultados obtidos.

A teoria da taxaço ótima, base da economia pública, começa com o mecanismo de F.P. Ramsey (1927) para a taxaço de *commodities*, mais tarde estudado também por Arthur C. Pigou (1947). Entretanto, a verdadeira compreensáo dos problemas envolvidos só começou nos anos 70, com os trabalhos de William J. Baumol e David F. Bradford (1970), Peter Dia-

mond e Mirrlees (1972) e Martin S. Feldstein (1972).

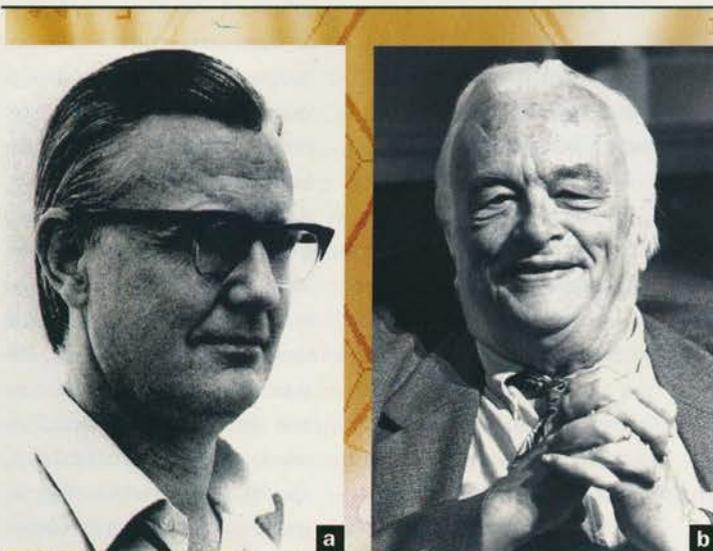
Antes disso, em 1953, Paul Samuelson mostrou como estimar o impacto da introduço ou alteraço de um esquema de taxaço sobre o equilíbrio resultante, sob hipóteses bastante restritivas. Mas continuava em aberto uma série de questões, de certa forma relacionadas ao simples fato de que todo esquema de taxaço cria incentivos (para alguns agentes) e pode ser a causa de externalidades (resultados da aço de um agente sobre outro), afetando o comportamento ge-

ral da economia. Os trabalhos de Mirrlees e Vickrey partem do reconhecimento desse fato mas, embora inspirados na mesma fonte, seguem caminhos diferentes.

Pode-se dizer que Mirrlees é mais intervencionista em suas proposições, ressaltando-se que não se trata de uma postura a favor da aço estatal irrefletida. Ao contrário, ele aceita e sugere que os mecanismos de taxaço devem levar em conta as externalidades e os incentivos que geram para diferentes agentes, e que a aço do governo deve se pautar pela procura

de esquemas maximizadores do bem-estar geral (aqueles que permitam obter elevados índices sociais). Mirrlees mostra grande preocupação com a questão da eficiência econômica. Ele enfatiza problemas do tipo 'principal e agente': casos em que, ao taxar um determinado tipo de atividade, o governo inibe ou distorce os resultados, de tal forma que sua aço acaba afetando seus próprios objetivos.

Na construção de uma obra pública, por exemplo, Mirrlees propõe considerar não só os benefícios desta,



James A. Mirrlees (a) nasceu em 1936 na cidade de Minnigaff (Escócia). Em 1957, concluiu o mestrado em Ciências Matemáticas em Edimburgo e, seis anos depois, obteve o doutorado na Universidade de Cambridge (Inglaterra). Atualmente, é professor de economia em Cambridge, mas de 1969 a 1995 lecionou ciências econômicas na Universidade de Oxford, também na Inglaterra.

William S. Vickrey (b) nasceu em Victoria, na Colúmbia Britânica (Canadá), em 1914. Graduiu-se em matemática em 1935, na Universidade de Yale (Estados Unidos).

Obteve o doutorado em economia na Universidade de Colúmbia, em Nova Iorque, em 1948. Sua tese de doutorado foi reimpressa em 1964 e considerada um dos trabalhos clássicos em economia. No mesmo ano, Vickrey começou a lecionar na Universidade de Colúmbia, onde tornou-se professor titular em 1958. Foi professor na cadeira McVickar de economia política e chefe do Departamento de Economia Política. Aposentou-se em 1982, mas prosseguiu suas pesquisas. Destacou-se na determinação de impostos em diversos países, além dos Estados Unidos, onde foi assessor de Bill Clinton. Estudou mecanismos de taxaço de heranças em Porto Rico e visitou o Japão em 1949 e 1950 para recomendar reformas no sistema de tributos do país. Seus inúmeros interesses o levaram a estudar problemas urbanos, entre eles o congestionamento das ruas nas horas de rush. Três dias após o anúncio do prêmio, William Vickrey morreu, aos 82 anos, vítima de um ataque cardíaco.

mas também o desprazer causado pela necessidade de custeá-la, seja à vista, seja através de algum tipo de financiamento que implique taxaço futura. Caso tais grandezas possam ser comparadas, um mecanismo de taxaço ideal seria aquele que otimizasse o seu resultado.

Vickrey, por sua vez, defende a criaço de esquemas de incentivo que supram as necessidades de arrecadaço dos governos, permitindo obter resultados ótimos (os melhores possíveis em uma dada situaço), ainda que de certa forma condicionados pelo formato dos próprios sistemas adotados. Ele ressalta que, em situaçoes práticas, não há possibilidade de intervenço governamental eficaz sem alteraço fundamental das modalidades de incentivo vigentes.

É interessante exemplificar um pouco as diferenças entre os dois economistas, através de dois exemplos baseados em situaçoes reais, em que ambos observaram, analisaram e até estenderam os limites da sua maneira usual de encarar os problemas conceituais e práticos associados à taxaço.

O pool tax e a eficiência de Pareto

Um dos conceitos mais importantes da teoria econômica é o de Eficiência de Pareto, baseado nos estudos do italiano Vilfredo Pareto (1848-1923). Em qualquer economia, uma alocaço é dita 'eficiente de Pareto' se não leva a uma redistribuiço dos bens

disponíveis na qual todos os indivíduos fiquem pelo menos tão contentes quanto antes e ao menos um deles fique em melhor situaço. Ao contrário, uma alocaço 'ineficiente de Pareto' é a que possibilita melhorar alguém sem piorar outros, e qualquer taxaço que crie uma situaço desse tipo é ruim porque, em certo sentido, indica a existêcia de um desperdício.

O segundo teorema do bem-estar social – segundo Hal Varian, em 1991 – garante que, dada uma economia com uma distribuço inicial de recursos e uma alocaço eficiente de Pareto qualquer, é possível, desde que, entre outras coisas, não existam custos de transaço, criar um sistema de transferêcias de renda tal que, a partir da alocaço inicial, o equilíbrio resultante seja exatamente a alocaço de Pareto.

A princípio, esse seria um grande resultado. Tal teorema é, em parte, a base teórica do *pool tax* britânico, que tanta discussáo causou no final do período de governo de Margaret Thatcher (cuja queda pode ser em parte atribuída à revolta popular contra o novo sistema de taxaço). O *pool tax* era a cobrança de uma soma fixa de cada família do Reino Unido. Embora, como ficou claro, a administraço prática de um imposto desse tipo seja muito complexa (invalidando a hipótese de ausência de custos de gerenciamento), as dificuldades conceituais quanto à sua validade são ainda mais profundas.

Mesmo sendo um ardente defensor de esquemas de alta eficiência de taxaço, Mirrlees (1985) reconhece que o principal problema de um mecanismo de transferêcias é a impossibilidade prática de fazer os agentes revelarem suas verdadeiras preferêcias. Isso significa que há geralmente forte estímulo para que tais agentes mintam sobre seus verdadeiros ganhos, quando este ou aquele esquema é adotado. O economista mostra, de forma bastante genérica, que o desenho teórico de um sistema ótimo levaria os agentes, na prática, a falsificar o que informam, tomando os resultados ineficientes no sentido de Pareto.

A determinaço de preços de serviços públicos

Um dos problemas clássicos de economia pública é a cobrança por serviços públicos. É comum, quando um governo ignora o longo prazo, o estabelecimento de uma regra do tipo 'preço a ser cobrado igual ao custo marginal de fornecer o bem', para evitar distorçoes – 'ineficiêcias de Pareto' – de curto prazo no suprimento desse bem.

Isso é justificado a partir da tese de que o suprimento de um serviço público deveria ser o mais 'competitivo' possível, especialmente nas situaçoes em que existe algum poder de monopólio, seja legal ou natural. Assim, seriam evitadas perdas de eficiência associadas a monopólio. Em uma economia em con-

corrêcia perfeita, as empresas produzem aquela quantidade que iguala seu custo marginal de produzir ao preço vigente de mercado.

Em brilhante artigo, sobre uma proposta de que as tarifas aeroportuárias deveriam ser baseadas nos custos marginais de longo prazo, Vickrey demonstra, através de forte argumentaço, que tal regra levaria a um esquema de incentivos completamente distorcido. Isso porque, no caso particular dos aeroportos, o custo marginal de longo prazo dependeria da profundidade, largura e comprimento das suas pistas.

Vickrey demonstrou que, para aeroportos de cidades pequenas e médias, geralmente com apenas uma pista, o preço de aterrissar um avião maior poderia ficar proibitivo se tal regra fosse aplicada. Somente aviões muito pequenos seriam atendidos, e isso geraria ineficiêcias que se alastrariam por toda a economia. Para evitar isso, o custo dos aeroportos deveria ser parcialmente subsidiado através de um sistema de leilão entre as partes beneficiárias. Quem mais usasse pagaria mais, criando-se um mecanismo de ofertas que forçaria os agentes econômicos a revelarem seus verdadeiros custos alternativos.

Carlos Ivan Simonsen Leal

Escola de Pós-graduaço
em Economia,
Fundação Getúlio Vargas.



A concessão do Prêmio Nobel da Paz de 1996 a duas lideranças nacionalistas de Timor Leste, o bispo Ximenes Belo e o político José Ramos-Horta, surpreendeu a comunidade

internacional e teve o mérito de recolocar a antiga colônia portuguesa, ocupada pela Indonésia desde 1975, no mapa das questões de autodeterminação a serem resolvidas

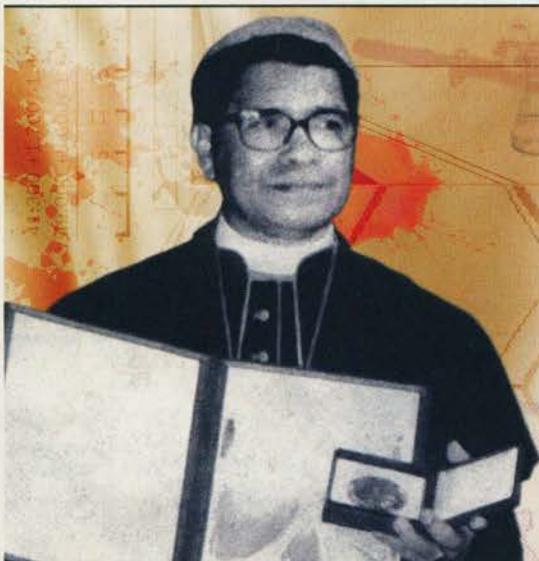
neste final de século.

“A questão de Timor Leste estava próxima de se tornar um conflito esquecido, e quisemos contribuir para que seja mantida em evidência”, explicou o presidente do Comitê do Prêmio, Francis Sejersted.

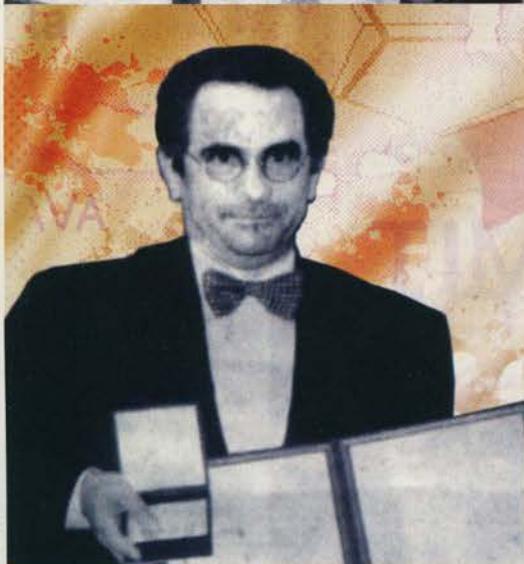
Timor Leste ocupa dois terços de uma ilha situada entre a Ásia e a Oceania, a 600 km da Austrália. Sua superfície é de 18,8 mil km² e a população atual alcança

aproximadamente 7 milhões de habitantes. Desde a ocupação, estima-se que morreram 200 mil pessoas vítimas da repressão indonésia à guerrilha e às manifestações nacionalistas.

Embora o território pertencesse à Coroa portuguesa desde 1702, a dominação de Portugal sobre a área só se completou em 1912. No entanto, a fundação de um colégio católico em 1898 contribuiu para a expansão da



Nascido em Timor Leste, em 3 de fevereiro de 1948, Dom Carlos Filipe Ximenes Belo completou o seminário menor em Dare, nas cercanias da capital, Dili. Em 1968, foi enviado para prosseguir os estudos em Lisboa. Regressou a Dili em 1974 mas, com a guerra civil anterior à ocupação indonésia, refugiou-se em Macau. Após concluir o curso de teologia em Lisboa, seguiu para a Universidade da Ordem dos Salesianos. Foi ordenado padre em julho de 1980. No ano seguinte, retornou a Timor Leste, permanecendo em Dili até 1983. Em razão da demissão forçada do monsenhor Martinho da Costa Lopes, em 1985 foi nomeado pelo Papa João Paulo II administrador apostólico de Dili e ordenado bispo em 1988. Dom Ximenes Belo responde diretamente ao Papa e não à igreja indonésia ou à portuguesa. João Paulo II resiste, assim, à pressão de Jacarta para colocar os 600 mil católicos timorenses na dependência da igreja indonésia, que conta com 4 milhões de fiéis.



José Ramos-Horta nasceu em Dili, em 26 de dezembro de 1949. De 1969 a 1974 exerceu várias funções na imprensa e nas rádios do país, então colônia de Portugal. Em 1974, foi um dos fundadores da Associação Social Democrata Timorense (ASDT), tornando-se seu secretário para Relações Exteriores e Informação. Permaneceu na função quando a ASDT se transformou em Frente Timorense de Libertação Nacional (Fretilin). Antes da invasão, saiu de Timor Leste chefiando a delegação da Fretilin nas Nações Unidas. Impossibilitado de regressar a Timor Leste, permaneceu de 1975 a 1989 como representante da Fretilin na ONU. Em 1984, completou o mestrado em direito internacional pela Universidade de Antioch (Estados Unidos). Desde 1990, é diretor do Centro de Formação Diplomática da Universidade de Nova Gales do Sul (Austrália). Atualmente, é o representante especial do Conselho Nacional de Resistência Maubere, ampla frente que congrega as forças nacionalistas de Timor Leste. Esteve no Brasil em 1980, 1994 e 1996.

religião católica – hoje com 600 mil fiéis. Apesar do *tetum* ser a língua mais falada em Timor Leste, os nacionalistas reivindicam a oficialização da língua portuguesa. A cultura do povo maubere (timorense) diferenciou-se ao longo dos séculos, inclusive pela interação com o colonizador português, criando uma identidade própria, distinta da Indonésia.

Após a Revolução dos Cravos que, em 25 de abril de 1974, derrubou a ditadura portuguesa e o império ultramarino, foram criados três partidos políticos entre eles a Fretilin – Frente Revolucionária de Timor Leste Independente – que se tornou hegemônica e declarou unilateralmente a independência em 28 de novembro de 1975, quando as tropas portuguesas abandonaram a capital. As manobras de ameaça da Indonésia se concretizaram e suas tropas invadiram o país em 7 de dezembro do mesmo ano. Em 1976, Timor Leste foi incorporado

como a 27ª província indonésia, mas a anexação não foi até hoje reconhecida pelas Nações Unidas. A Austrália, atual sócia da Indonésia na exploração do petróleo timorense (20ª reserva mundial), é o único país a reconhecer a anexação.

À luz do direito internacional, Portugal continua sendo considerado como potência administradora do território e considera a autodeterminação de Timor Leste como ponto de honra, no que tem sido apoiado pela União Européia e deveria também sê-lo pelo Brasil. A sociedade brasileira, através do grupo 'Clamor por Timor' contribuiu com 8.090 assinaturas para a indicação de Ximenes Belo e Ramos-Horta para o Nobel. O líder da Resistência Timorense, Xanana Gusmão, preso desde 1992 pelos militares indonésios, recebeu o título de cidadão honorário de Brasília. Dezenas de parlamentares brasileiros estão engajados na causa de Timor. O Itamaraty, não.

O presidente Fernando Henrique Cardoso, ao discursar em Lisboa quando da criação da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, teve de improvisar no seu discurso um apoio à autodeterminação de Timor Leste. Por isso, o Brasil está sendo considerado como observador da Comunidade e possível membro pleno no futuro.

O obstáculo para um apoio governamental brasileiro à autodeterminação timorense era, no início dos anos 80, o lobby petrolífero da Arábia Saudita que defendia a Indonésia, o mais populoso país muçulmano do mundo. Hoje, talvez seja o fluxo comercial do Brasil com esse país, por volta de US\$ 500 milhões anuais. Sobre isso, Ramos-Horta comentou "Espero que o Brasil possa redefinir sua política em relação à Indonésia. Não condenamos a relação comercial, mas ela pode



Os premiados com o Nobel defendem a independência do Timor Leste, anexado à força pela Indonésia.

ser compatível com uma política de firmeza em relação ao direito de autodeterminação de Timor".

Em 1949, o cientista português Egas Moniz (1874-1955) foi laureado com o Prêmio Nobel de Medicina. Neste ano de criação da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, é importante lembrar que mais um Prêmio Nobel foi concedido a personalidades de um país de língua portuguesa.

José Maria Nunes Pereira

Centro de Estudos Afro-Asiáticos, Conjunto Universitário Cândido Mendes.



O Nobel de Literatura deste ano, concedido à poeta polonesa Wislawa Szymborska, era relativamente previsível já que no ano passado ela

figurava nas listas informais como forte candidata. Além disso, uma nova antologia de poemas seus traduzidos para o inglês foi recebida com

muito entusiasmo, na primeira metade deste ano, pelo *New York Review of Books* – um indício seguro de prestígio intelectual. Ainda assim, sua premiação causou alguma estranheza entre os conhecedores da poesia polonesa, porque há pelo menos dois outros poetas da mesma geração no país que são geralmente reconhecidos como superiores: Zbigniew Herbert e Tadeusz Rozewicz.

Os critérios que determinam a premiação literária mais célebre do planeta é sempre um mistério, mas não é ilícito suspeitar que fatores 'politicamente corretos' pesem cada vez mais. Portanto, Szymborska, além de seus próprios méritos, estaria também preenchendo uma vaga reservada às mulheres. Isso é, na realidade, um problema menor, pois a função central do Nobel de Literatura, mais do

que chamar a atenção para autores isolados, é sublinhar a importância de tradições mal-conhecidas. E esta meta se cumpre perfeitamente no caso da polonesa.

Szyborska é uma poeta de primeira linha. As características de sua poesia são a inteligência, a clareza, a amplitude temática e uma ironia peculiar. Ela teve também a sorte de surgir num país e numa geração que produziu algumas das obras mais importantes da atualidade. A poesia polonesa que começou a ser escrita imediatamente após a Segunda Guerra, embora relativamente desconhecida no Brasil, é uma das mais relevantes hoje em dia. É impossível explicar o porquê sem recorrer a um mínimo de contextualização.

A Polônia, cujo apogeu fora alcançado na Idade Média, entrou, no século XVI, num processo de decadência e desagregação em razão das divisões políticas e religiosas e da incapacidade de criar um verdadeiro poder central nos moldes do de seus vizinhos – a Rússia, a Áustria e a Prússia – que, no final do século XVIII, acabaram repartindo o país entre si. Desaparecida do mapa por mais de um século, a Polônia reconquistou sua independência após a Primeira Guerra, mas sua difícil posição geográfica – entre dois antagonistas ávidos e cruéis, a URSS e a Alemanha – continuou basicamente inalterada, de modo que em 1939 acabou vítima de uma nova divisão. Entre alemães e russos, a Polônia

permaneceu primeiro ocupada e depois politicamente dominada por mais 50 anos exatos, até 1989.

Muitos dos combates mais pesados da Segunda Guerra tiveram lugar em seu território. Conseqüentemente, a Polônia foi um dos países que sofreram – em cifras relativas e absolutas – as maiores baixas do conflito, perdendo 3 milhões de poloneses e mais 3 milhões de judeus, pois cerca de metade das vítimas do Holocausto eram judeus poloneses. Foi também na Polônia que a Guerra se estendeu por mais tempo, de 1939 a 1947. Entre 45, data oficial de sua conclusão, e 47 ocorreram nesse país atividades de guerrilha (contra os ocupantes soviéticos) e *progroms* anti-semitas (movimentos populares contra os judeus).

O horror dessa cadeia quase inimaginável de eventos despertou na geração de poetas, que começava a escrever nos anos 40, a necessidade de pensar o seu mundo em ruínas sem abrir mão das conquistas formais das décadas anteriores de experimentação modernista. O grande pioneiro desse processo e patriarca da geração em questão foi um poeta mais velho, Czeslaw Milosz, nascido em 1911 e premiado com o Nobel em 1980. Sob sua influência e no quadro dos acontecimentos descritos, os jovens poetas poloneses de então dedicaram-se a criar o impensável, produzindo uma poesia muito comunicativa, formalmente puritana, avessa ao herme-

O TERRORISTA, ELE OBSERVA

A bomba explodirá no bar às treze e vinte.
Agora são apenas treze e dezesseis.
Alguns terão ainda tempo para entrar;
alguns para sair.

O terrorista já está do outro lado da rua.
A distância o protege de todo perigo.
E, bom, é como assistir a um filme.

Uma mulher de casaco amarelo, ela entra.
Um homem de óculos escuros, ele sai.
Jovens de jeans, eles conversam.
Treze e dezesseis e quatro segundos.
Aquele mais baixo, ele salvou-se, sai de lambreta.
E aquele mais alto, ele entra.

Treze e dezessete e quarenta segundos.
A moça ali, ela tem uma fita verde no cabelo.
Mas o ônibus a encobre de repente.
Treze e dezoito.
A moça sumiu.
Era tola o bastante para entrar, ou não?
Sabemos quando retirarem os corpos.

Treze e dezenove.
Ninguém mais parece entrar.
Um careca obeso, no entanto, está saindo.
Procura algo nos bolsos e
às treze e dezenove e cinquenta segundos
ele volta para pegar suas malditas luvas.

São treze e vinte.
O tempo, como se arrasta.
É agora.
Ainda não.
Sim, agora.
A bomba, ela explode.

Tradução de Nelson Ascher

(A partir da versão inglesa de Adam Czerniawski e da americana de Magnus J. Krynski e Robert A. Maguire.)



Nascida em 2 de julho de 1923, na pequena cidade de Brnin, no oeste da Polônia, a poetisa **Wislawa Szymborska** vive, desde 1931, em Cracóvia. Ainda estudante publicou, em março de 1945, seu primeiro poema Szukam słowa (Eu vejo o mundo) num suplemento semanal do jornal Dziennik Polski. Em 1948, formou-se em literatura e sociologia na Universidade Jagoliana. Depois da guerra, Wislawa continuou publicando poemas em diversos jornais e revistas. De 1953 a 1981, fez parte do conselho de editores da revista semanal Zycie Literackie, responsável por resenhas de livros sobre diversos assuntos. Dedicou-se também a traduções de poesia lírica, especialmente do barroco francês. Em 1980, Wislawa colaborou na publicação polonesa Samizdat Arka e na revista do exílio – Kultura – publicada em Paris. Sua obra pode ser encontrada em várias línguas européias, além do árabe, hebraico, japonês e chinês.

tismo e despida dos ‘fogos-de-artifício’ típicos das obras nascidas em situações menos extremas. Mais, portanto, do que no caso da maioria das tradições contemporâneas, a poesia polonesa do pós-guerra tornou indissolúveis a estética e a ética.

A poesia de Szymborska se filia explicitamente a essa vertente, não deixando o leitor se esquecer jamais da his-

tória, pois é na história antiga ou recente que Szymborska vai buscar seus temas. Na sua poesia, porém, a história é sobretudo a narrativa de uma série interminável de acontecimentos trágicos, uma imensa metáfora da destruição. A poeta polonesa não busca negar ou embelezar essa metáfora com a idéia de que ela ocultaria algum significado transcendente, alguma justi-

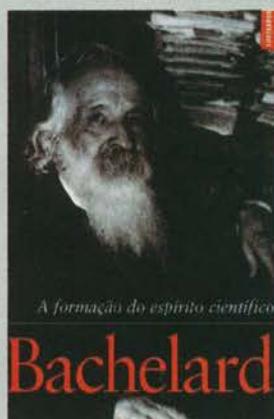
ficativa de ordem superior. Pelo contrário, trata-se de uma poesia destinada a manter vivo todo o inexplicável horror da história. Embora seja uma definição obviamente reducionista, ao trabalhar com a clareza de raciocínio, com a ampliação implacável da consciência e com um perpétuo estranhamento em face da história, a meta da poesia de Szymborska e de seus

conterrâneos-contemporâneos é realmente a de assustar os leitores, deixá-los intranquilos e, despertando-os do torpor, torná-los mais aptos a sobreviver.

Nelson Ascher

Departamento de Comunicação e Semiótica, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo/PUC-SP.

A Contraponto Editora oferece seus livros, em venda direta, com descontos médios de 30%. Você receberá os livros em casa, pelo correio. As despesas postais já estão incluídas. Telefone ou escreva pedindo o nosso catálogo. Tel. / fax (021) 275-0751 – Caixa Postal 56066 – CEP 22292-970 – Rio de Janeiro, RJ



A formação do espírito científico
Gaston Bachelard – 316 p.
Preço com desconto: R\$ 20,00



A parte e o todo
Werner Heisenberg
288 p.
Preço com desconto: R\$ 20,00



Física atômica e conhecimento humano
Niels Bohr – 140 p.
Preço com desconto: R\$ 13,00



O valor da ciência
Henri Poincaré
180 p.
Preço com desconto: R\$ 14,00

PROGRAMA DE QUALIDADE CESP. ESSA USINA QUE VOCÊ NÃO ESTÁ VENDO JÁ ESTÁ GERANDO 350 MIL KW.

Depois de muita pesquisa e criatividade, o Governo do Estado e a CESP acabam de colocar em funcionamento uma usina de 700 milhões de dólares, sem usar um único saco de cimento. E isso porque a nova usina simplesmente não existe. Através do seu programa de qualidade, a CESP está aumentando a capacidade de suas usinas somente com a adoção de novos procedimentos técnicos. Ilha Solteira e Jupia, por exemplo, depois desse programa, estão gerando uma energia que antes só seria possível com a construção de uma nova usina de 350 mil kW. Até agora, você ganhou mais energia e São Paulo economizou 700 milhões de dólares. Quem disse que uma boa idéia não tem preço?

CESP 30 ANOS. ENERGIA PARA A VIDA.

A Anhangüera leva aos mesmos locais que a Bandeirantes, embora não seja tão moderna. Há tempos deixei de usar essa alternativa para Campinas, em asfalto liso, sem marcas dos inúmeros carros e caminhões. Os lugares e as pessoas parecem-me diferentes, mas nunca imaginei que lembranças “quatrocentonas” pudessem cortar a estranha monotonia da viagem.

Já passei pelo trevo do Jaraguá. Vejo, à esquerda, ao final de longa descida, adiante da placa que assinala a posição do Trópico de Capricórnio, entre os quilômetros 23 e 24, a escavação do Morro Doce que pesquisei há mais de 10 anos. Muitas casas simples cercam hoje essa cicatriz na encosta, ignorando seus mistérios insondáveis.

Paro o carro para olhá-la, ao lado de um posto de gasolina semidestruído. À beira da estrada, revejo dois túneis estreitos, cheios de terra. As abóbadas curvas lembram capelas. Foram abertos por pessoas agachadas, que tinham o talento de “farejar” ouro no filito decomposto. “Teriam sido talhados por escravos? Seriam pessoas incultas e pouco civilizadas?”, perguntei-me. Theodoro Knecht, estudioso dos minérios paulistas, fotografou, em 1951, a escavação maior, a céu aberto, descrevendo-a como uma “cava antiga de ouro” da região. Aliás, a expressão não lhe pertence. As cavas foram consideradas antigas pelo mineralogista José Bonifácio de Andrada e Silva, por volta de 1822, em visita à Província de São Paulo. A antiquíssima cava de ouro acha-se coberta de mato, solo desabado, lixo e restos de demolições.

Dezenas de ocorrências minerais estão cadastradas, mas aquela é a mais próxima da rodovia e a única sinuosa, em mapas, obedecendo ao complexo dobramento das unidades de rocha. É impossível negar que tenham seguido um padrão, pois não se extrai ouro sem respeitar a curiosa geologia local. Os portugueses sabiam onde e como procurá-lo. Houve esgotamento, mas não faltaram bons critérios e esforço de prospecção. A pesquisa, retomada sucessivas vezes até hoje, cessou devido à falta de investimento e insuficiente conhecimento das mineralizações. O ouro encheria as burras dos colonizadores e despertara cobiça, nos povoados que construíam as raízes dessa nação dinâmica. A lavagem e purificação rudimentares não atingiram o material profundo, de difícil acesso, que exigiria investimentos e outras técnicas de localização e cubagem.

No prolongamento dessa antiga cava, à direita da rodovia, sob eucaliptos, lembro-me de ter recolhido amostra de quar-

AS CAVAS ANTIGAS DE OURO DO JARAGUÁ

CELSO DAL RÉ CARNEIRO

Instituto de Geociências,
Universidade Estadual de Campinas

tzo com 20 ppm (partes por milhão, ou gramas por tonelada) do metal que, portanto, ainda não se esgotou... Ali, agora, há um cemitério, que seria certamente ameaçado se houvesse nova corrida em busca de ouro. Lamentei a situação atual dos restos, quase torcendo para que os coqueiros não encontrem alguma pepita em suas escavações...

O Morro Doce está entre as “áreas de relevante patrimônio histórico” que justificam tombamento. Há mais de 400 anos, muitas pessoas pisaram esse chão, trabalharam e suaram, sob o comando de Afonso Sardinha e seu irmão. Os parques de Salto e Itu (ver *Ciência Hoje*, nº 112, 1995) contrastam com seu abandono. De um lado, hoje, o cemitério; do outro, a cidade e seus detritos, que riscarão do mapa o caminho tortuoso. Ignorância dos moradores, claro, mas... eles foram avisados? Quem deve cuidar do tombamento? Constrange-me lembrar que desistimos de tentar, há 15 anos, devido a compromissos extremamente “urgentes”.

Os tempos mudaram, e rápido. A cidade espalhou-se, substituindo sítios e chácaras dessa zona rural. A profissão quase sumiu da lista de atividades produtivas, devido à conjuntura econômica e à miopia das lideranças, incapazes de manter levantamentos do espaço territorial que têm lugar garantido, porque essenciais, em qualquer sociedade civilizada. As pessoas, sem saber da história, passam indiferentes nesses locais. Manteriam a indiferença, se soubessem que se extraiu muito ouro ali? Sondagens profundas tornariam a localizar níveis contendo o metal? Essas questões ainda pedem respostas convincentes. Afinal, a mina de Morro Velho, em Minas Gerais, vem descendo a mais de 2.700 m abaixo da superfície, desde o Império, sem cessar a produção.

Olho novamente esse triste registro de uma história feita por homens premidos por necessidades como alimento, dinheiro e poder. São Paulo precisa de museus ao ar livre, mas para o Morro Doce é tarde demais.

Nossa modernização é estranha: a cada dois passos adiante sucede-se, muitas vezes, um para trás. Ou será o contrário? Quatrocentos anos de história... As pistas vão sendo apagadas...

A máquina humana precisa resgatar qualidades, como a capacidade de lembrar, que a distinguem das similares artificiais. Sem memória, não há história, e, sem esta, a existência humana é uma estrada sem pistas, pegadas ou rastros. Se continuar desse modo, a estrada talvez não leve a parte alguma...



PROJETOS DE PRESERVAÇÃO CESP. OS PRINCIPAIS BENEFICIADOS NÃO DIZEM NADA. SÓ PRESTAM ATENÇÃO.

Antes mesmo da ecologia virar moda, a CESP já se preocupava com a preservação do meio ambiente. Desde a sua criação, em 1966, a CESP tem sido pioneira no tratamento da questão ambiental. São projetos voltados para a proteção dos recursos hídricos, programas de interação flora-fauna, cativeiros que reproduzem aves e animais mamíferos ameaçados de extinção e viveiros de mudas que produzem mais de quatro milhões de espécies nativas por ano. Isso sem falar nos programas voltados ao repovoamento de peixes nos reservatórios e incentivo à piscicultura para produtores rurais. Como já deu para perceber, quando o assunto é preservar a vida, a CESP e o Governo do Estado não medem esforços. Muito menos energia.

CESP 30 ANOS. ENERGIA PARA A VIDA.

A GENÉTICA ENFRENTARÁ (CADA VEZ MAIS) OS PROBLEMAS SOCIAIS

**Geneticista emérito, prêmio
Almirante Álvaro Alberto de
1995, Francisco Salzano nos
oferece uma série de reflexões
sobre o futuro da genética,
área da ciência que tem
experimentado um avanço
vertiginoso. Ele enfatiza que as
descobertas da genética se
defrontarão cada vez mais com
problemas sociais e éticos,
a começar pela conciliação dos
direitos individuais com o
controle centralizado. Seríamos
meros autômatos, rigidamente
controlados pelos nossos
genes? Deve-se patentear
porções do nosso DNA,
transformando-as em
commodities? O que deve ser
aperfeiçoado, o homem ou a
máquina? Questões como estas,
que dizem respeito a todos nós,
são abordadas pelo autor de um
ponto de vista eminentemente
humanista.**

FRANCISCO M. SALZANO

*Departamento de Genética, Instituto de Biociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.*

Com o desenvolvimento explosivo da genética nos últimos anos, surgiram múltiplas aplicações, muitas benéficas, mas algumas eticamente discutíveis. Nas relações entre a genética e os problemas sociais, pode-se considerar:

- o conceito do determinismo biológico, que apresenta o risco de servir de justificativa para o sexismo, o racismo e a eternização das desigualdades sociais;
- questões envolvendo a saúde e a doença: deterioração do meio ambiente e do nosso material genético, terapia gênica, manejo das atividades anti-sociais;
- explosão populacional e eugenia;
- manipulação e uso comercial de material genético;
- desenvolvimento de computadores biológicos; e
- questões de identificação e paternidade.

Com relação a essa interface, a genética não é exceção ao que ocorre com outras ciências. Muitos aspectos das ciências estão sendo influenciados pelo meio social em que os cientistas vivem, e, alternativamente, não há aspecto de nossa história natural e de nossas instituições sociais que, de uma maneira ou de outra, não esteja ou não vá ser influenciado pelo desenvolvimento científico e tecnológico. O desafio é o estabelecimento de um sistema político e econômico em que haja um máximo de bem-estar e felicidade individual em

uma sociedade justa. Para isso, é necessário equilíbrio entre o progresso tecnológico e a consideração pelo social.

O leitor pode perguntar: "Por que abordar este tema?" A resposta envolve diferentes aspectos. O principal é a verdadeira explosão de conhecimento que vem ocorrendo na genética. Hoje, pode-se fazer o que quiser com o material genético (conhecido pela sigla DNA, de *deoxyribonucleic acid*, ou ácido desoxirribonucléico): isolamento, corte, estudo, introdução de alterações específicas, transporte para outro organismo para investigar como age ou como se multiplica, e reintrodução no organismo original. Os progressos técnicos, naturalmente, permitiram uma série de aplicações desses conhecimentos, algumas com sérias implicações éticas.

"A BIOLOGIA NOS TORNA LIVRES"

Os pesquisadores norte-americanos Richard Levins e Richard Lewontin publicaram, em 1985, um livro para ser lido, segundo eles, pelos "desiludidos do cartesianismo". O livro salienta certos dilemas e contradições da relação ciência-sociedade. Algumas de suas afirmativas merecem ser aqui reproduzidas:

- "Questões científicas e políticas estão indissolúvelmente ligadas – dialeticamente relacionada".
- "A ciência moderna é produto do capitalismo."

- “Houve comodização da ciência.”
- “A busca da felicidade (isto é, do lucro) implica o direito de explorar.”

No exame dessas questões, deve-se ter em conta que vivemos em um mundo capitalista. O modelo socialista tentado pela ex-União Soviética e países da Europa Oriental parece definitivamente descartado como solução geral para nossos problemas, apesar de sua permanência na China, em outros países asiáticos e em Cuba. Enfrenta-se, então, uma política de ênfase nos valores individuais em detrimento do social, e do lucro egoísta ao invés de distribuição mais equânime dos benefícios da sociedade industrializada. A ciência não tem escapado a essas influências. E a perspectiva de alternativa para o presente quadro parece remota.

O mesmo Lewontin, no livro escrito com Steven Rose e Leo Kamin e publicado em 1984 (tradução para o português em 1986), disse: “Nossa biologia é que nos torna livres.” E, já em 1956, Theodosius Dobzhansky – figura das mais importantes da biologia evolucionária deste século, cientista russo naturalizado norte-americano que realizou estudos no Brasil e muito contribuiu para nosso desenvolvimento em genética – observou: “A ética é responsabilidade humana. Não podemos confiar nos genes ou na seleção natural para garantir que o homem escolherá sempre a direção correta de sua evolução.” Ou seja, é preciso buscar alternativas sempre que o sistema político vigente se revele socialmente injusto e eticamente inaceitável.

QUEM É O DONO DA VIDA?

Vamos examinar com mais detalhes as relações entre a genética e os problemas sociais. Na figura 1, estão listados seis pontos de interseção. Um dos mais discutidos relaciona-se com a idéia do ‘determinismo biológico’. Seríamos meros autômatos, rigidamente controlados pelos nossos genes? Se assim fosse, posições desfavoráveis na sociedade devi-

do ao sexo, raça ou classe social seriam legitimadas. Isso tem levado, muitas vezes, a reações extremadas. Hillary Rose, da Universidade de Bradford, Inglaterra, afirmou em livro publicado em 1986 (tradução para o português em 1989) que o problema fundamental, para a ciência ou para a espécie humana, seria transcender os valores masculinos e movimentar-se para uma epistemologia feminina. A alternativa seria a destruição! Como um passo modesto na primeira direção, ela propôs o lema “Nada menos que a metade dos laboratórios” (para as mulheres). Para ela, e para o feminismo, esse seria o ponto de partida para uma ‘nova ciência’.

1. Determinismo biológico

- 1.1. Sexismo
- 1.2. Racismo
- 1.3. Legitimação das desigualdades sociais

2. Saúde e doença

- 2.1. O afrouxamento da seleção natural
- 2.2. Poluição física, química e biológica
- 2.3. Agricultura: para quem? Pesticidas
- 2.4. O ajustamento da mente – doença mental
- 2.5. Envelhecimento
- 2.6. Terapia gênica
- 2.7. Violência
- 2.8. Endocruzamento e incesto

3. Controle populacional e eugenia

4. Patentes

Quem é o dono da vida?

5. Inteligência artificial

6. Questões de identificação e paternidade

Figura 1. Alguns dos pontos de contato entre a genética e a sociedade.

Muitos aspectos estão indicados na figura 1. É impossível examiná-los em detalhes aqui. Só os oito pontos da relação dialética saúde-doença mereceriam um livro alentado. Assim, os progressos da medicina condicionaram a sobrevivência de número cada vez maior de indivíduos, com constituições genéticas que só permitem o bem-estar quando seus efeitos são devidamente controlados através de drogas ou procedimentos terapêuticos. São exemplos os diabéticos e os hemofílicos, que só sobrevivem e levam vida relativamente normal ao receberem suplementação de insulina ou do fator VIII da coagulação sanguínea; e ainda os portadores de estenose do piloro, que, como o nome indica, acarreta o estreitamento do piloro, orifício de comunicação entre o estômago e o intestino delgado. Indivíduos com esta condição, causada por fatores genéticos e ambientais múltiplos, antes morriam pouco depois do nascimento. Hoje, são operados, sobrevivem, se reproduzem e, portanto, transmitem às próximas gerações material genético defeituoso.

Concomitantemente, nosso conjunto gênico está sendo submetido a insultos constantes, em decorrência da poluição causada nas cidades pelos subprodutos da industrialização e, nos campos, pelos pesticidas. E o progresso nas práticas agrícolas, infelizmente, não eliminou a fome no mundo. Quando as safras são muito abundantes, os alimentos ou são destruídos, ou deixa-se que deteriorem, para evitar a redução de seus preços.

Outros problemas: com o aumento no tempo de vida surgiram doenças crônicas degenerativas que antes não se manifestavam; o estresse das grandes cidades favorece a violência e o aumento da mobilidade de pessoas e grupos humanos – o que diminui as possibilidades de casamentos consanguíneos, que podem causar problemas genéticos na prole, mas não elimina os casos de incesto, mais freqüentes do que se imagina.

Para contrabalançar muitos desses aspectos negativos do nosso material genético, acena-se com a possibilidade da terapia gênica. Mas esse processo ainda está em fase experimental de desenvolvimento. Embora ninguém se oponha a seu uso em tecidos somáticos, a possibilidade de alteração dirigida de nosso material reprodutivo gera preocupações.

Mais questões: como controlar nosso fantástico crescimento populacional, que gerou o que Dobzhansky chamou de nova camada mundial, a noosfera, ou "o envelope pensante"? Quem é o dono da vida? Deve-se patentear porções do DNA, transformando-as em *commodities* (ver *Jornal da Ciência Hoje*, de 14/6/96)?

Do ponto de vista positivo, já se cogita do desenvolvimento de computadores de DNA, muito mais eficientes que os atuais, e de máquinas de inteligência artificial. E o progresso na identificação eficiente de alíquotas de tecidos de pessoas vivas ou de restos humanos está proporcionando ferramentas importantes no esclarecimento de crimes e dúvidas sobre maternidade e paternidade.

EM BUSCA DE SOLUÇÕES

Qual é a solução para o problema humano? Idealmente, deve-se buscar o máximo de bem-estar e felicidade individual em uma sociedade justa. A história nos fornece exemplos de busca constante nessa direção. As duas alternativas polares para o sistema político estão representadas pelo anarquismo e pelo totalitarismo. Há constatação universal de que o poder corrompe. Se isso é verdade, por que não acabar com esta instituição maléfica que é o Estado?

A questão, no entanto, não é simples. Tentativas de organizar sociedades anarquistas também já fracassaram. A derrocada dos totalitarismos de direita e esquerda, marcante nos últimos anos, demonstra, porém, que os humanos ne-

História natural	Intervenção
1 Fecundação	Seleção germinativa. Controle do destino do zigoto
2 Desenvolvimento intra-uterino	Continuação ou interrupção. Tratamento
3 Nascimento	Maior proteção ao recém-nascido
4 Crescimento	Regulação por hormônios ou outras drogas
5 Puberdade	Aceleração ou retardo
6 Reprodução	Separação com relação ao sexo
7 Mocidade	Prolongamento
8 Meia-idade	Aumento do bem-estar individual
9 Velhice	Eliminação
10 Morte	Retardamento ou eliminação

Figura 2. Perspectivas para o próximo milênio no que se refere a intervenções em nossa história natural.

cessitam de um mínimo de liberdade política e social. A solução para a criação de sociedades mais apropriadas aos nossos anseios pode vir com o retorno às origens ou com a montagem de tecnologia mais humana. Mas a tendência atual à globalização torna difícil soluções locais, nacionais ou regionais.

No que se refere à ciência como ação social, voltamos a Lewontin, que afirma existir um viés na biologia moderna, com forte compromisso com o 'reducionismo'. O indivíduo faria a sociedade, e esta não seria senão a manifestação das propriedades dos seres humanos individuais. Haveria pouca preocupação com sua interação com o ambiente, em estado de eterna mudança. Nesse contexto, ele reproduz uma frase de Morton Stahl: "Lembre-se, não importa quão cruel, desagradável e ruim você seja, cada vez que você respira está fazendo a felicidade de uma planta" (devido à necessidade que elas têm do gás carbônico, exala-

do na respiração).

Outro exemplo: um ser humano pode ter descoberto a lei da gravidade, mas não pode, individualmente, escapar dela. Nosso genoma não nos forneceu asas para voar. Entretanto, nós voamos. Em julho, voei de Porto Alegre a São Paulo para assistir à 48ª Reunião Anual da SBPC, e depois voltei. Aviões e aeroportos são produtos sociais, mas a sociedade não voa. Indivíduos voam, mas como consequência da organização social. Portanto, a organização social não reflete as limitações dos seres biológicos, mas, dialeticamente, é sua negação!

PARA NEOLIBERAL, CEMITÉRIO É DESPERDÍCIO

De que modo o progresso científico e tecnológico influirá em nossas vidas no próximo milênio? Um dos pesquisadores que mais se aventurou em previsões futuristas foi J.B.S. Haldane.

Figura de projeção na ciência do início do século, abdicou da cidadania britânica em favor da indiana em protesto contra a política imperialista da Grã-Bretanha, e esteve entre os idealizadores da teoria sintética da evolução. Um ano antes de morrer, aos 72 anos de idade, em 1963, considerou os problemas que ocorreriam em viagens espaciais de longa duração, como a que nos levaria à estrela mais próxima, Alfa Centauro. Escreveu ele: "Uma mutação regressiva à condição de nossos ancestrais do Plioceno Médio, com pés preênses, sem calcanhares apreciáveis e uma pele semelhante à de um macaco, seria ainda melhor." Para possibilitar o encontro de áreas de alta gravidade, sugeriu que os astronautas tivessem pernas curtas ou fossem quadrúpedes. E acrescentou: "Eu preferiria um acondroplásico (portador de um tipo de nanismo não-proporcionado) a um homem normal em Júpiter."

Tais sugestões levantam um problema: o que deve ser aperfeiçoado, o

homem ou a máquina? Embora, com o progresso da genética, as especulações de Haldane possam ser tecnicamente implementadas, sem dúvida levariam a problemas éticos. Em livro que publiquei em 1995 procurei avaliar nossas perspectivas para o próximo milênio. As figuras 2 e 3 resumem algumas dessas predições.

Parece claro que não haverá aspecto de nossa história natural que permanecerá inalterado, desde a fecundação até a morte. A separação da reprodução em relação ao sexo e os métodos de seleção e tratamento de embriões e fetos já são uma realidade, gerando problemas éticos importantes. Já as tentativas de prolongamento da mocidade e eliminação da velhice têm tido sucesso parcial, e ninguém conseguiu eliminar a morte, embora haja dúvidas sobre se isso seria benefício ou maldição.

Nossas instituições sociais também serão afetadas pelo progresso tecnológico. As maternidades terão, acopladas a si, serviços de seleção genética. Nas creches, teremos tratamentos subliminares e formais para a adaptação social, e as pílulas de inteligência substituirão o esforço que empregamos em horas e horas de estudo maçante. Os contratos de convivência serão menos formais, e as pílulas do amor (à base, por exemplo, do neurotransmissor feniletilamina) renovarão interesses adormecidos pela convivência contínua. Os locais de trabalho serão em grande parte eliminados (evitando os tenebrosos problemas de trânsito) e os de lazer multiplicados. Prevê-se, também, a abolição das penitenciárias (graças, em parte, aos tratamentos indicados no início deste parágrafo) e a diminuição drástica das casas de saúde e hospitais. É provável, ainda, que haja progresso considerável no reaproveitamento dos restos humanos. Do ponto de vista neoliberal, os cemitérios são um desperdício de proteínas!

Instituições	Mudanças
1 Maternidade	Acoplada a serviços de seleção genética
2 Creche	Tratamentos subliminares e formais para a adaptação social
3 Escola	Computação eletrônica. Pílulas da inteligência
4 Família	Contratos de convivência menos formais. Pílulas do amor
5 Local de trabalho ...	Em grande parte eliminado
6 Local de lazer	Expansão
7 Penitenciária	Abolição
8 Casa de saúde	Diminuição drástica
9 Hospital	Diminuição
10 Cemitério	Progresso no reaproveitamento dos restos humanos

Figura 3. Perspectivas para o próximo milênio quanto a modificações em nossas instituições sociais.

EM FUTURO NÃO MUITO DISTANTE

Se o apresentado até agora parece muito utópico, lembro que o sonho é atributo eminentemente humano. A Utopia é o país imaginário criado pelo inglês Thomas Morus (1480-1535) há 450 anos, sonhando com a perfeição. Não importa que ele tenha sido decapitado aos 55 anos de idade, por não reconhecer o poder espiritual do rei, nem que tenha sido canonizado em 1935. As utopias continuarão a ser criadas e recriadas na mente das pessoas de boa-vontade.

Muitas das predições feitas, no entanto, deverão sem dúvida ser implementadas em futuro não muito distante. E terão efeitos significativos sobre nossa vida. O mais importante será o da redução da liberdade individual. Nossa biologia será, cada vez mais, manipulada por técnicos de instituições médico-reprodutivas. Esses aspectos poderão ser con-

siderados positivos ou negativos, dependendo do enfoque. Mas outras tendências parecem benéficas, como a de facilitar a vida eliminando pontos de atrito entre indivíduos, ou entre indivíduos e instituições. As energias serão redirecionadas para atividades socialmente úteis.

O importante, na montagem de qualquer projeto de sociedade do futuro, é que haja equilíbrio entre o progresso tecnológico e a consideração pelo social. Ponto difícil será a conciliação dos direitos individuais com o controle centralizado. Liberdade ou organização? Este tema envolve toda a história do universo. Inclino-me para a primeira alternativa, mas reconheço as dificuldades de montar uma sociedade em que todos sejam completamente livres.

Meu colega Renato Z. Flores comentou, mais de uma vez – não sei até que ponto seriamente –, que um ou uma geneticista terá de ocupar a Presidência da República, ainda no início da virada do milênio. Se isso irá nos proporcionar uma sociedade mais justa e equitativa é discutível, a julgar pela experiência atual, sob a direção de um sociólogo.

Sugestões para leitura:

- DOBZHANSKY, Th. *The biological basis of human freedom*, Columbia University Press, New York, 1956.
- DRONAMRAJU, K.R. 'J.B.S. Haldane's (1892-1964) biological speculations', *in Human Gene Therapy*, vol. 4 (pp. 303-306), 1993.
- LEVINS, R. & LEWONTIN, R. *The dialectical biologist*, Harvard University Press, Cambridge, 1985.
- LEWONTIN, R.C. *Biology as ideology. The doctrine of DNA*, Harper Perennial, New York, 1991.
- LEWONTIN, R.C.; ROSE, S. & KAMIN, L.J. *Genética e política*, Publicações Europa-América, Mem Martins, 1986.
- ROSE, S. & APPIGNANESI, L. *Por uma nova ciência*, Gradiva, Lisboa, 1989.
- SALZANO, F.M. *Evolução do mundo e do homem: liberdade ou organização?*, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

Chegou o CD-ROM



PEÇA O SEU
PELO FONE
(021) 295 4846
OU PELO FAX
(021) 541 5342

que ajuda
o filho
a ser melhor
do que
o pai



**Ciência
HOJE**
das crianças

O jogging e o ar poluído

Sempre se lê que praticar o jogging – ou simplesmente andar com ritmo regular, durante certo número de horas por semana – faz bem, ajuda no combate à osteoporose e a outros males provocados pela inatividade. No entanto, o que se vê nas grandes cidades são pessoas caminhando em meio ao ar poluído pelos veículos. Como acontece, por exemplo, no Rio de Janeiro, em plena lagoa Rodrigo de Freitas: a paisagem é linda, mas quem corre ou caminha em suas margens respira ar carregado de monóxido de carbono de automóveis e ônibus. Gostaria de ouvir a palavra de um especialista para saber se meu raciocínio está correto: nessas condições, andar faz mais mal do que bem.

Carlos Henrique de Matos, Rio de Janeiro.

Quem responde é o médico Paulo Hilário Saldiva, da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Departamento de Patologia) e especialista em doenças respiratórias:

O leitor aborda um problema extremamente importante da relação entre a poluição atmosférica e a saúde da população. Para melhor responder, alguns esclarecimentos preliminares devem ser feitos. Um indivíduo adulto necessita, para atender às solicitações funcionais de seu organismo, de uma área de tecido pulmonar de troca gasosa – território alveolar – de aproximadamente 100 m². Para permitir uma adequada difusão de gases, os alvéolos oferecem a interface mais delgada possível entre o sangue e o ar inspirado, com uma espessura de 1 µm (um milésimo de milímetro). Evidentemente, o sistema respiratório possui mecanismos que condicionam o ar inspirado antes que este atinja os alvéolos, de forma a filtrá-lo de impurezas, aquecê-lo e umidificá-lo. Esse papel condicionador é realizado pelas vias aéreas, principalmente as vias aéreas superiores. Existem dois mecanismos principais de condicionamento: impactação e sedimentação. Por impactação, entende-se o choque das partículas contidas no ar inspirado de encontro às paredes das vias aéreas, as quais são recobertas por um filme de muco que as retém. A sedimentação é o resultado da perda da velocidade do ar ao longo das vias aéreas, fazendo com que as partículas inaladas sejam depositadas pela ação da gravidade. Assim acontece com os poluentes inalados, principalmente o mais tóxico deles, o material formado por partículas com diâmetro inferior a 10 µm.

Uma vez compreendido o papel de 'filtro' das vias aéreas, temos que definir os mecanismos de sua limpeza. O filme mucoso das vias aéreas é continuamente propelido em direção à orofaringe por células especializadas, dotadas de cílios. Estes cílios funcionam como o componente-motor do muco, sendo o conjunto de muco e cílios vibráteis (aparelho mucociliar) o principal mecanismo de defesa dos pulmões contra agentes tóxicos e microorganismos contidos no ar inspirado. O aparelho mucociliar é o principal alvo dos poluentes atmosféricos.

Vamos agora abordar a relação entre exercício e poluição atmosférica. A dose inalada de qualquer poluente é resultante da concentração deste poluente no ar, bem como da quantidade de ar ventilada pelo indivíduo por unidade de tempo. Durante o exercício, são deflagrados reflexos adaptativos, que aumentam a ventilação e a oferta de oxigênio ao organismo. A maior ventilação em ambiente poluído aumenta tanto a dose de poluição absorvida quanto a penetração desse ar poluído nos pulmões. O aumento da penetração pode ser explicado pelo fato de que, muitas vezes, durante o exercício, passamos a respirar pela boca, 'excluindo' as vias aéreas superiores do circuito e perdendo, assim, um dos principais filtros do sistema respiratório contra impurezas inaladas. Esse aumento de dose de poluição é freqüentemente utilizado por laboratórios de pesquisa para verificar os efeitos dos poluentes sobre a saúde, sobretudo quando o objetivo é verificar os níveis de segurança de um determinado agente poluidor. Como regra geral, os danos promovidos por uma determinada concentração de poluente são amplificados quando o indivíduo se exercita em ambiente poluído.

O efeito mais característico da exposição aos poluentes atmosféricos é o desenvolvimento de uma resposta inflamatória nas vias aéreas poucas horas após a exposição ao agente poluidor. Esta resposta acarreta dois principais comprometimentos funcionais: estreitamento das vias aéreas (principalmente nos asmáticos) e diminuição do transporte mucociliar. Em resumo, existe, por parte do indivíduo exposto, maior dificuldade para respirar bem, o que o torna mais suscetível a infecções das vias aéreas, pois os micróbios inalados e retidos nas paredes do trato respiratório vão ter a sua eliminação comprometida. Fica claro que os evidentes benefícios trazidos pela prática de exercícios regulares são um pouco comprometidos pelo processo inflamatório, muitas vezes assintomático, decorrente da prática de esportes em ambiente poluído. A resultante deste balanço – benefício do esporte \times dano da poluição – geralmente pende no sentido do benefício da prática esportiva. No entanto, esse benefício será tanto maior quanto mais limpa for a atmosfera onde o esporte é praticado.

Macacos sul-americanos

OSSOS QUE SÃO

UM VERDADEIRO TESOIRO

Cástor Cartelle

*Instituto de Geociências,
Universidade Federal de Minas Gerais.*

Walter C. Hartwig

Universidade da Califórnia, Berkeley.

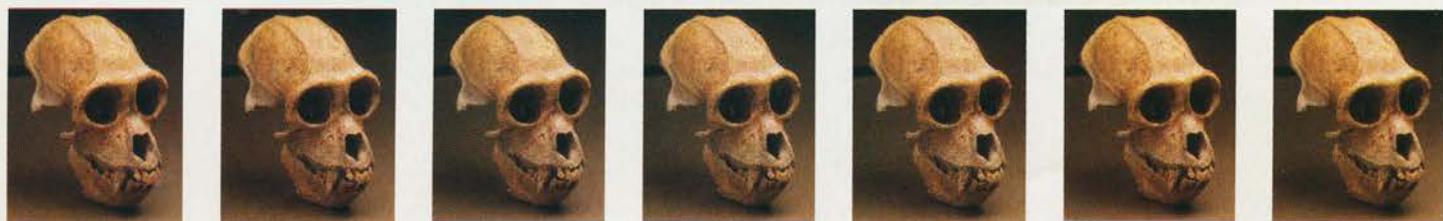
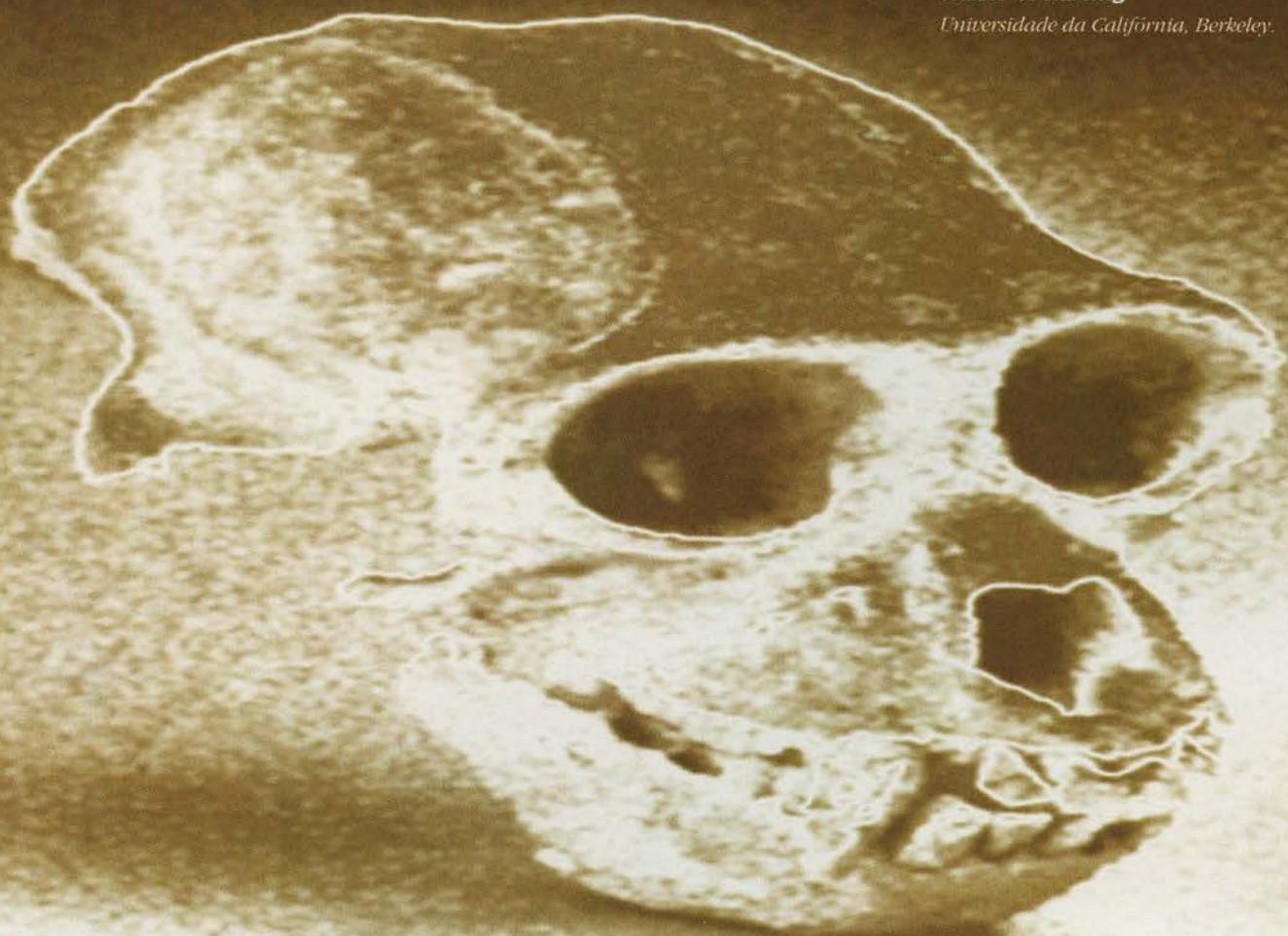


FOTO MIGUEL AUM

a

abundância das espécies de macacos sul-americanos atuais contrasta com os poucos fósseis conhecidos, uma vez que a fossilização é prejudicada pelo ambiente peculiar de seu habitat na mata. Isso explica porque inúmeras questões sobre nossos primatas continuam a desafiar os cientistas. Peter Lund, o pai da paleontologia brasileira, realizou importantes descobertas na primeira metade do século XIX, mas foi no réveillon de 1992, cerca de 150 anos depois, que o Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, trabalhando na famosa Toca da Boa Vista, em Campo Formoso (BA), comemorou a passagem do ano ao encontrar os fósseis dos dois primatas mais completos e mais bem conservados entre os até hoje recuperados. O estudo do material revelou o *Protopithecus brasiliensis* e o *Caipora bambuiorum*, verdadeiras provas de que a capacidade de adaptação dos macacos do Novo Mundo é ainda mais rica do que se imaginava.

Os primatas sul-americanos atuais, os platirrinos, formam um conjunto variado classificado em duas famílias: Atelidae e Cebidae, embora existam autores que distingam três famílias. O número de espécies ultrapassa 70 – todas têm a mesma origem filética e diferem em muitos aspectos dos macacos do Velho Mundo, os catarrinos. A denominação platirrino se deve ao fato de terem narinas duplas achatadas e afastadas entre si, ao contrário das humanas. Há outros caracteres diferenciadores: na sua maioria são macacos arborícolas, não apresentam o primeiro dedo da mão oposto, a cauda é, em alguns deles, preênsil, fazendo às vezes de quinto membro, e têm orelhas pequenas. Os catarrinos e os platirrinos são antropóides.

Os dois grupos já estão presentes no Oligoceno, conhecendo-se os primeiros registros fósseis, respectivamente, na África (Faïum, Egito) e em Salla (Bolívia). A grande variedade de espécies atuais sul-americanas contrasta com o fraco registro fossilífero: 20 espécies sul-americanas com mais de 10 milhões de anos, pertencentes a 14 gêneros, além de seis espécies brasileiras e quatro de ilhas do Caribe (figura 1). É que o



peculiar habitat dos macacos dificulta a fossilização. A mata não favorece tal fenômeno, já que os organismos, nesse ambiente, são fácil e rapidamente destruídos após a morte.

Existem ainda muitas perguntas sem respostas sobre nossos primatas. Quais são seus ancestrais? Quando se originaram? De onde vieram? Apesar das descobertas realizadas, essas questões permanecem sem soluções convincentes e desafiam a ciência.

Há 65 milhões de anos (Cretáceo superior), a América do Sul tornou-se continente-ilha que permaneceu isolado muito tempo, até a transição Plioceno-Pleistoceno (2 milhões de anos atrás). Durante esse isolamento ocorreram experiências evolutivas fantásticas e, em consequência, formas de mamíferos diferentes daquelas de outros continentes. Mas inesperadamente, em camadas sedimentares daquela ilha, como folhas de um livro a narrar a história da vida, aparecem fósseis de formas de vida que aí não tiveram sua origem. Uma, entre elas, foi a dos primatas.

Não se conhece nenhum fóssil de macaco antes do Oligoceno médio; o achado mais antigo (30 milhões de anos) é do Faium (Egito). Na América do Sul, há quatro 'momentos' na história do registro fossilífero. O primeiro ocorreu na Bolívia, em sedimentos do Oligoceno superior (26 milhões de anos). É época em que nosso continente já estava ilhado há 40 milhões de anos. O segundo consiste em alguns fósseis do Sul da Argentina, com idade calculada entre 20 e 15 milhões de anos (Mioceno). O terceiro, do Mioceno da Colômbia e Peru (possivelmente, também do Acre), pouco mais recente, em torno de 14 milhões de anos atrás. Após longo hiato sem registros fossilíferos, surgem, finalmente, achados do Pleistoceno final (10-12 mil anos) no Brasil (figura 2).

É certo que nossos macacos não surgiram em território sul-americano. Além disso, tudo indica que tenham a

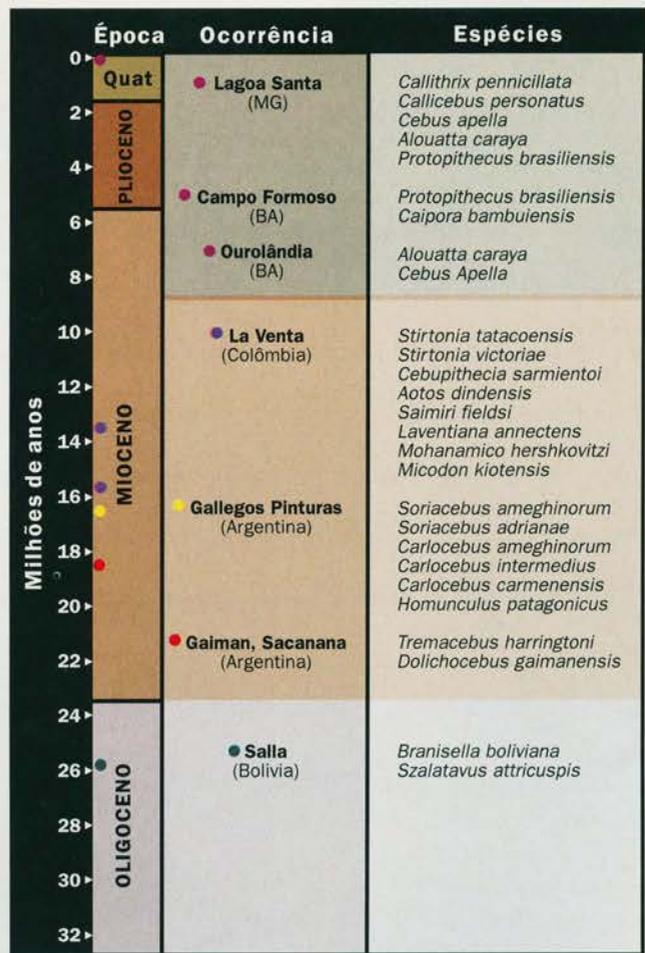


Figura 2. Evolução temporal dos achados de fósseis de primatas na América do Sul. Todos os fósseis brasileiros têm no máximo 12 mil anos, assim como os fósseis do Caribe, não incluídos na figura.

mesma origem evolutiva dos do Velho Mundo. Mas tanto os achados do Faium (com cinco milhões de anos a mais que os nossos) quanto os de Salla já apresentam características que os diferenciam. O ancestral comum, logicamente, teria ocorrido em período temporal anterior ao do achado do Faium.

Assim, uma pergunta torna-se óbvia: se aqui não se originaram, por que "já chegaram platirrinós"? Onde isso ocorreu? E, se a América do Sul era uma ilha, como chegaram até aqui? Os estudiosos, buscando respostas, usam diversos caminhos: dados paleogeográficos, estudos de DNA, comparações morfológicas... No entanto, após múltiplos estudos, não foram ainda encontradas respostas concretas. Só hipóteses. Quanto ao continente de origem, há duas 'candidaturas' mais fortes: África ou América do Norte, onde, a partir de

formas primitivas (ainda incertas), teria ocorrido a evolução platirrina. Mas como os primeiros platirrinós, que naquela época ainda não eram sul-americanos, chegaram a uma ilha situada a, pelo menos, 2.500 km de distância desses dois continentes-candidatos? É possível que houvesse um arco de ilhas, que, da América do Norte, via Caribe, chegasse até a Venezuela ou do Golfo da Guiné até o Nordeste brasileiro. Difícil esse pula-pula ilha após ilha. Ao que parece, as correntes marinhas não seriam propícias no sentido Norte-Sul.

O corajoso navegador Amyr Klink, demorou '100 dias de solidão' para cruzar o Atlântico na sua diminuta embarcação. A distância é hoje muito maior que há 30 milhões de anos. Mais do que a força aplicada aos remos pelos braços insistentes de Klink, foi a correnteza oceânica que empurrou aquele ponto

perdido na imensidão em sua viagem da África até a Bahia.

Às vezes, jangadas naturais de vegetação entrelaçada arrancadas pela correnteza descem rios como o Amazonas e penetram no mar. Tempo houve para que tal travessia acabasse por dar certo numa miniarca de Noé. Pequenos animais de 500 a mil gramas de peso, no máximo, poderiam ser marinheiros passivos nesse cruzeiro. Água de chuva e vegetação não faltavam à tripulação. Os casuais recém-chegados teriam iniciado a história dos macacos sul-americanos. Ao que parece, a África seria a melhor candidata para os pequeninos marinheiros involuntários iniciarem sua viagem. E a partir desses possíveis 'Adão e Eva', à maneira de uma árvore, foram surgindo ramificações até chegarem à grande variedade de formas atuais. Aquela ilha-continente tinha diversos habitats florestais a serem ocupados. Mas, até hoje, nem na África nem na América do Norte foram encontrados fósseis de plátirinos (figura 3).

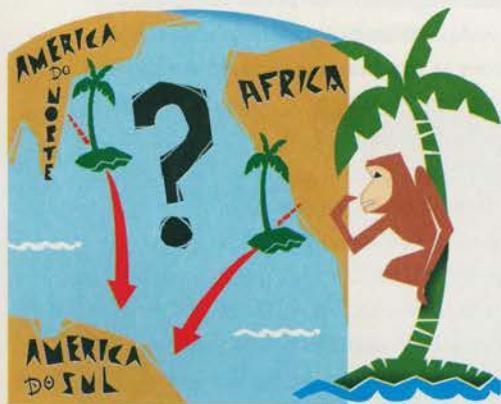


Figura 3. Admite-se que os primeiros macacos podem ter chegado à América do Sul em 'jangadas' de restos de vegetação, mas a época em que isso ocorreu e a origem dessas jangadas ainda é um mistério para os cientistas.

OS FÓSSEIS DA BOLÍVIA

Encontrados em Salla, são os mais antigos até agora conhecidos no nosso continente (26 milhões de anos), porém é possível que os primeiros 'Adão e Eva' tivessem chegado antes. Vale lembrar

que desde a costa sul-americana do Atlântico até a Bolívia há muita árvore pela frente! Conhecem-se peças fósseis de duas espécies. De uma delas, *Branisella boliviana*, os quatro fragmentos achados seriam do mesmo indivíduo (figura 4). Os dentes superiores são semelhantes aos do atual *Saimiri* (macaco-de-cheiro) ou de *Aotus* (macaco-da-noite). O ângulo da mandíbula e os dentes diminutos sugerem que o focinho era pouco pronunciado. A sua alimentação principal teria consistido em frutos e o peso não ultrapassava um quilo.

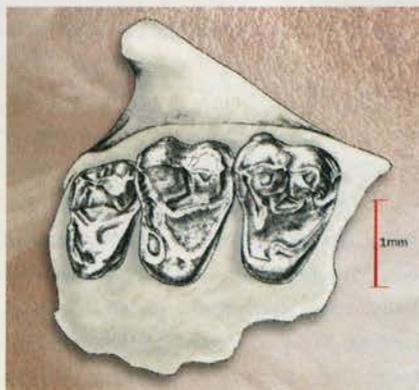


Figura 4. Fragmento de maxilar com molares direitos (M¹ a M³) de *Branisella boliviana*, o mais antigo fóssil de primata até agora encontrado na América do Sul.

OS FÓSSEIS DA ARGENTINA

Diversas espécies foram localizadas em várias localidades do Oligoceno superior e Mioceno inferior (entre 15 e 20 milhões de anos). A primeira descoberta foi realizada no Sul do país e descrita em 1891 pelo grande paleontólogo argentino Florentino Ameghino, que a denominou *Homunculus patagonicus* (figura 5). Era um macaco de porte médio que teria atingido um peso de cerca de três quilos. O tipo de dentição sugere alimentação de frutos e folhas. As narinas eram rasas e as órbitas pouco avantajadas, o que indicaria hábitos diurnos. Pelo que se conhece a respeito dos seus membros, conclui-se que teria locomoção aos saltos, à maneira dos atuais calitriquídeos (sagüis). Ameghino, ao batizá-lo como "homenzinho da Patagônia", acreditava



Figura 5. Reconstrução de crânio de *Homunculus patagonicus* encontrado na Argentina.

que era um ancestral do homem e que este teria se originado na América do Sul. Ambas as afirmativas, um tanto quanto 'bairristas', são incorretas.

OS FÓSSEIS DA COLÔMBIA

Nos jazimentos fossilíferos de La Venta, do Mioceno médio (14 milhões de anos), têm-se encontrado fragmentos de diversas espécies, em que se observam semelhanças morfológicas com alguns tipos de macacos atuais. Há clara relação filética ou evolutiva de formas modernas com as do passado de La Venta como os atuais *Aotus* (macaco-da-noite), *Saimiri* (macaco-de-cheiro), *Pithecia* (parauacu) e *Alouatta* (guariba). É como se o passado longínquo e o presente se dessem a mão através de semelhanças morfológicas. Uma das espécies fósseis, *Cebupithecia sarmientoi* (figura 6), manifesta na denominação a mescla de caracteres (*Cebus* + *Pithecia*).

O mais avantajado, entre os fósseis de La Venta, é *Stirtonia tatacoensis*. Sua dentição é semelhante à de *Alouatta* (guariba). Deduz-se que pelas cristas presentes nos molares teria dieta alimentar preferentemente folívora.

OS FÓSSEIS BRASILEIROS

Na primeira metade do século passado, o dinamarquês Peter Lund, pai da paleontologia brasileira, fez importantes descobertas de mamíferos fósseis em grutas da região de Lagoa Santa (MG). Entre a grande quantidade de peças coletadas por ele (quase 13 mil), pequeno

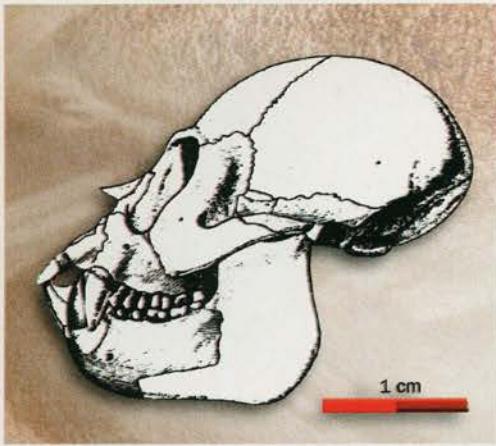


Figura 6. Crânio e mandíbula de *Cebupithecia sarmientoi*, de La Venta (Colômbia).

número pertencia a primatas e, quase todas, a espécies ainda viventes dos gêneros *Cebus* (macaco-prego), *Alouatta* (guariba), *Callithrix* (sagüi) e *Callicebus* (sauí).

Dois fragmentos de ossos (fêmur e úmero) de um animal de porte avantajado foram identificados por Lund com sendo de *Protopithecus brasiliensis* ('primeiro macaco brasileiro'), espécie extinta até então desconhecida. Lund, com exagero, chegou a igualar o tamanho da espécie com o do gorila e do orangotango. Essa descoberta passou quase despercebida porque os fragmentos conhecidos proporcionavam informações mínimas sobre a espécie. Os poucos pesquisadores que se referiram ao achado pensavam tratar-se de um miquiqui avantajado (*Brachyteles arachnoides*).

Em 1840, Lund escreve, com um quê de frustração, que *Protopithecus* foi a primeira descoberta fóssil de um primata no mundo (figura 7). Ela aconteceu em junho de 1836. As ocupações e a dificuldade para comunicar-se com a Europa só lhe permitiram dar a conhecer sua descoberta em dezembro de 1837. Mas o achado de um fóssil de primata europeu já fora noticiado em fevereiro de 1837, assim como um outro da Índia em julho do mesmo ano. Como ocorre às vezes na Fórmula 1, Lund partiu na frente mas perdeu a corrida na última volta.

Passaram-se quase 150 anos sem que nenhum outro fóssil de primata fosse descoberto no Brasil. A partir de 1980, nossa equipe começou a encontrar poucas peças fósseis em Minas Gerais e na Bahia. Todas de espécies atuais. Em 1992, fizemos parte do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, que trabalhava na topografia e estudo da já célebre Toca da Boa Vista (Campo Formoso, BA), a maior das cavernas do hemisfério Sul (*Ciência Hoje*, vol. 17, nº 101). Do potencial de 150 km de galerias, dispostas em complexos labirintos, o grupo já topografou quase a metade. Celebramos o *réveillon* de 1992 em pleno sertão, com magnífica e difícil descoberta substituindo o champanha.

UM TESOURO CIENTÍFICO

No dia 30 de dezembro, uma das equipes de topografia encontrou uns esqueletos e recolheu amostras que identificamos como de primatas. No dia seguinte, a equipe de paleontologia, após duas horas de caminhada pelos labirintos da gruta, chegou a um pequeno salão. A visão inicial foi deslumbrante, pelo menos para paleontólogos: três esqueletos jaziam próximos entre si.

Após oito horas de trabalho, resgatamos um esqueleto de *Nothotrochium maquinense*, pequena preguiça extinta da qual Lund coletara alguns ossos na sua primeira escavação – precisamente na célebre gruta de Maquiné (MG) – e dois esqueletos de macacos muito completos e de preservação magnífica. Provavelmente, são os fósseis de primata mais bem conservados e mais íntegros até hoje recuperados. Entre 10 e 12 mil anos atrás, aqueles animais foram transportados até as entranhas da terra pelas águas de alguma enchente. Esperaram longamente no silêncio escuro até nossa chegada.

Ao iniciarmos o caminho de volta, com as mochilas encerrando verdadeiro tesouro científico, e abandonarmos o salão do achado, chamou a nossa atenção um fenômeno peculiar. Devido ao calor intenso, que quase desidratou a equipe, uma névoa espessa, resultante da evaporação-condensação de nosso suor, enchia o local. A luz das lanternas e capacetes marcava caminhos e halos coloridos, como se no ambiente fluísse gelo seco. O achado-trabalho fora realmente um *show*.

Após a preparação do material no laboratório (limpeza acurada, endurecimento e colagem de fragmentos) começamos o estudo que acabou repleto de surpresas. Identificamos um dos esqueletos como sendo de *Protopithecus brasiliensis* (figura 8). Praticamente completo, estavam nas nossas mãos os ossos da espécie que 156 anos atrás Lund acreditara ser a primeira descoberto-

CRÉDITO: ELIEZER & LUCIENNE

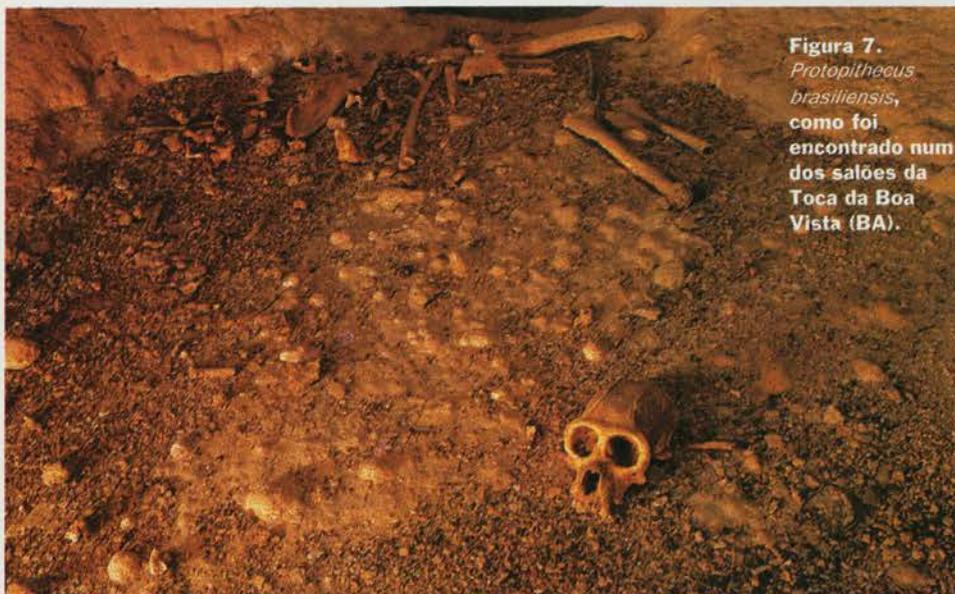


Figura 7. *Protopithecus brasiliensis*, como foi encontrado num dos salões da Toca da Boa Vista (BA).

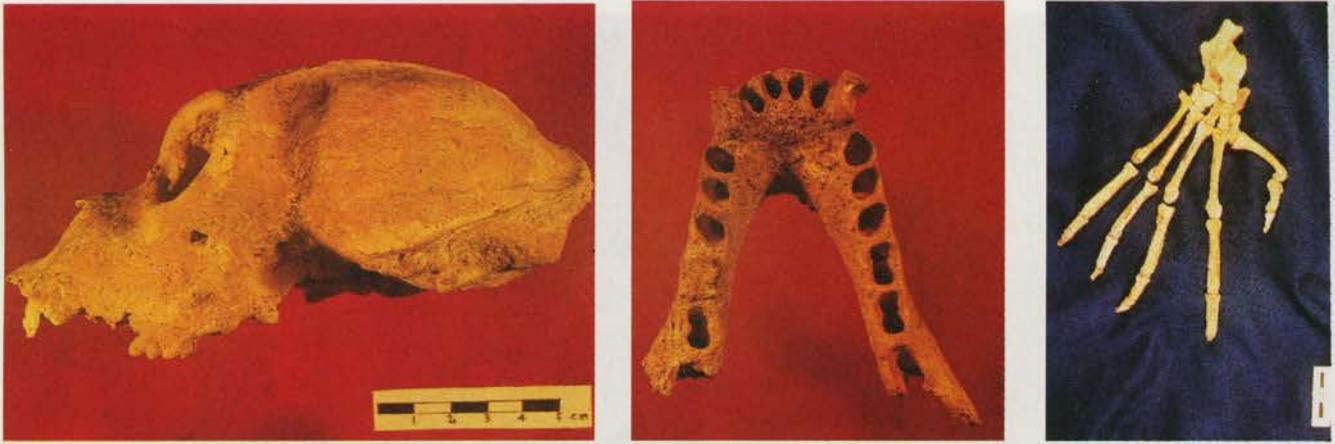


Figura 8. Crânio, mandíbula e pé completo de *Protopithecus brasiliensis*.

ta de um macaco fóssil. Surpreende seu tamanho, pouco menor que o de um chimpanzé. Calculamos seu peso em 25 kg (há fórmulas matemáticas para tal). As mais pesadas formas atuais não ultrapassam 12 kg. Isso faz de *Protopithecus* a mais avantajada das espécies sul-americanas de primatas. No comprimento, seus ossos não ultrapassam muito o de algumas das peças do atual *Ateles* (macaco-aranha), mas são cerca de 70% mais robustas.

Esse desenvolvimento, em relação às atuais espécies, seria a consequência de alimentação especializada ou resposta adaptativa-competitiva? No final do Pleistoceno, diversos grupos da nossa fauna de mamíferos tiveram espécies que atingiram grande tamanho (preguiças, tatus e ungulados, por exemplo). *Protopithecus* manifesta o mesmo fenômeno entre os primatas.

No grupo dos Atelinae, entre os quais inclui-se *Protopithecus*, há como que

duas tendências ou ramos evolutivos: uma, (*Alouatini*) representada pelo guariba, outra (*Atelini*) por *Ateles* (macaco-aranha), *Lagothrix* (barrigudo) e *Brachyteles* (mono-carvoeiro). O crânio e a mandíbula de *Protopithecus* têm o padrão do primeiro grupo. Os dentes e o esqueleto pós-craniano, do segundo. É, pois, muito diferente do que se pensava ser um grande mono-carvoeiro! Tinha o crânio mais para cilíndrico do que para esférico e, como o guariba, desenvolvida cartilagem hióide, o que lhe permitiria, como faz a espécie atual, a emissão daquele tipo de ronco-rugido que amedronta os desavisados turistas ecológicos.

Já os dentes (sem cristas cortantes) e o esqueleto pós-craniano são semelhantes aos do macaco-aranha (*Ateles*). Os braços eram mais compridos que as pernas, e a longa cauda preênsil e a capacidade de movimentação do úmero e do fêmur indicam que, nos desloca-

mentos pelas alturas da floresta, era excelente braquiador ou trapezista. A cauda fazia o papel de quinta extremidade. Quando parado lá ficava, nas alturas, suspenso de um galho. Seu outro semelhante, o guariba, prefere o caminho menos 'radical' ou mais parcimonioso nos seus deslocamentos, sendo preferentemente quadrúpede. O hábito de trapezista de *Protopithecus*, quase que transmitindo a sensação de que era isento da lei da gravidade, não é de se esperar em animal tão robusto.

O segundo esqueleto que encontramos, de um indivíduo adulto mas ainda jovem, foi outra fonte de surpresas. Ele pertencia a uma espécie ainda desconhecida. Nós a denominamos *Caipora bambuiorum* (figura 9). Com *Caipora*, quisemos introduzir, na seriedade do mundo científico, um elemento do nosso belíssimo folclore. Esse nome é atribuído a mítico habitante das florestas. Há 'causos' em que é apresentado como

Figura 9. Crânio, mandíbula e pé (sem os dedos) de *Caipora bambuiorum*.



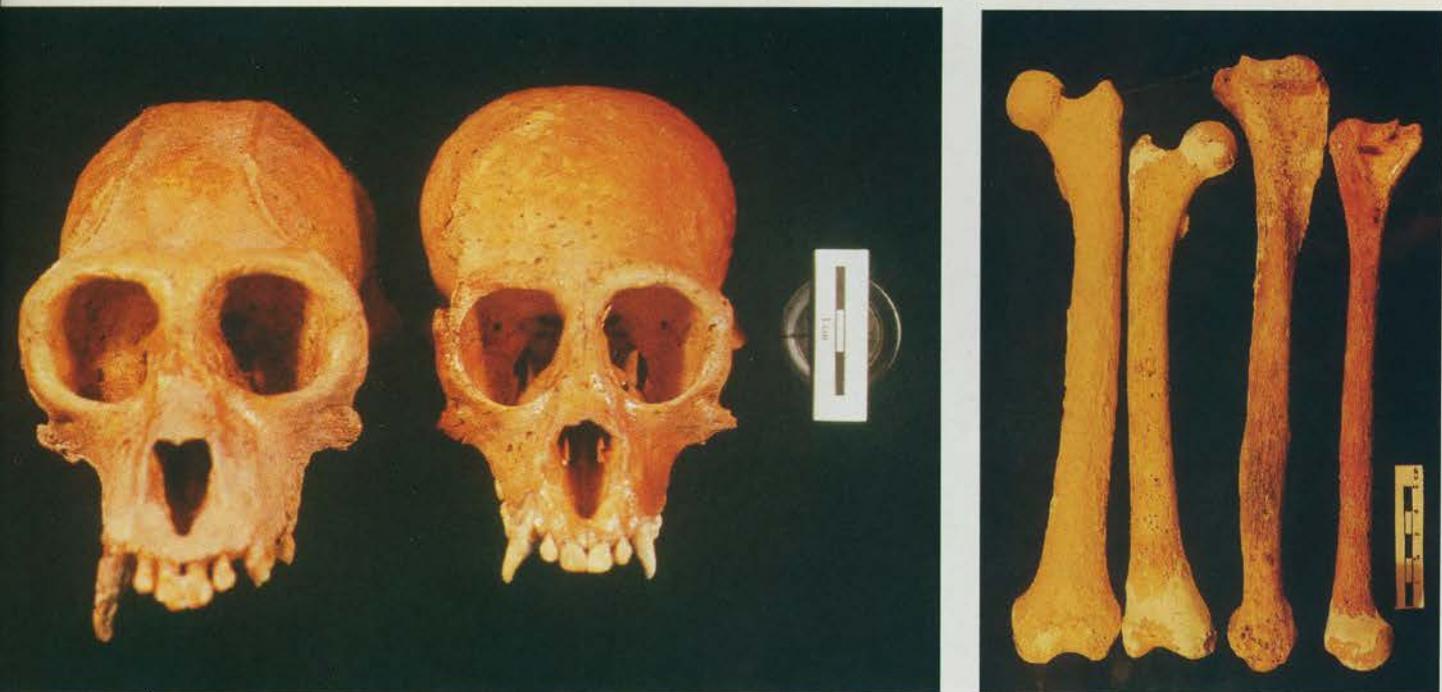


Figura 10. Comparação entre crânios de *Caipora bambuiorum* (à esquerda) e *Protopithecus brasiliensis*, e entre os fêmures (os ossos à esquerda) e úmeros dessas espécies fósseis (o fêmur e o úmero maiores pertencem a *P. brasiliensis*). Nos dois macacos, o úmero é maior que o fêmur.

ser assustador que atacaria de surpresa, pois seus pés tinham dois calcanhares (o segundo, na frente, no lugar dos dedos). Ao não se saber a direção da marcha através das pegadas, a feroz criatura poderia dispor do elemento surpresa. Em outras histórias o Caipora aparece cavalcando avantajado caititu à frente de um rebanho que por ele é protegido contra os caçadores. Já a denominação *bambuiorum* quer homenagear o magnífico trabalho desenvolvido pelo Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas que estuda a Toca da Boa Vista.

A espécie era pouco menor do que *Protopithecus*, tendo peso aproximado de 21 kg, isto é, cerca de 75% superior aos mais pesados Atelinae atuais. Teria o feitio de um *Ateles* (macaco-aranha) de hoje, porém menos esguio – esses macacos são magros como manequim de passarela! O crânio, além de apresentar focinho mais alongado, tende a ter a porção correspondente ao cérebro esférica. Nessa região a largura é maior do que nas órbitas, o que não se observa entre os macacos do grupo (Atelinae) no qual o classificamos. Mesmo com

crânio mais avantajado, os dentes são menores que os desses macacos. Como o *Protopithecus*, seu vizinho de gruta durante 10-12 mil anos, era também robusto e apresenta adaptações similares para ser outro trapezista eficiente: membros superiores mais alongados que os inferiores, cauda preênsil e grande capacidade de rotação de braços e pernas.

Os dois esqueletos nos ensinam que a diversidade adaptativa dos macacos do Novo Mundo é mais rica, ainda, do que se conhecia. A região onde se localiza a Toca da Boa Vista tem, na atualidade, ecossistema de caatinga. Não é fácil a vida, nesse ambiente, da sofrida população local de Lage dos Negros. Fome e seca unem-se para amassar a miséria, feito barro, cor predominante da paisagem quando a chuva não vem.

Obviamente, há 10-12 mil anos atrás, quando *Protopithecus* e *Caipora* habitaram a região, lá existia avantajada floresta onde exerciam seus dotes de trapezistas (figura 10). A Mata Atlântica chegaria até lá ou a região ao Norte da Bahia era expandida mata peculiar que

permitiria passagem-ligação entre as florestas amazônica e a atlântica? Não sabemos se esses dois tipos de macacos diferentes desenvolveram-se na região ou eram provenientes de territórios mais a noroeste. Haverá mais macacos desconhecidos a serem descobertos?

Além dos problemas biogeográficos, os dois novos-velhos esqueletos proporcionam material para numerosos trabalhos científicos (além dos oito já publicados) sobre aspectos morfológicos e evolutivos de grande importância para o melhor conhecimento dos nossos macacos platininos. Ossos velhos podem ser verdadeiros tesouros. Esses macacos do passado têm futuro!

Sugestões para leitura:

- CARTELLE, C. & HARTWIG, W.C. 'A new extinct primate among the Pleistocene megafauna of Bahia, Brazil', in *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 93, pp. 6.405-6.409, 1996.
- Diversos autores. *Journal of Human Evolution*, vol. 19, nº 1/2, 1996.
- HARTWIG, W.C. & CARTELLE, C. 'A complete skeleton of the giant South American primate *Protopithecus*', in *Nature*, vol. 381, pp. 307-311, 1996.

Assinaturas Consultas
Renovações Coleções
Consultas Reclamações

DISQUE 0800

Ciência Hoje
0800 264846

Ciência Hoje

Ciência Hoje das Crianças

Jornal da Ciência Hoje

CD-ROM

Assinaturas • Renovações • Coleções • Consultas • Reclamações • Tudo

É tudo mais rápido
e você não paga a ligação



CIÊNCIA HOJE

150

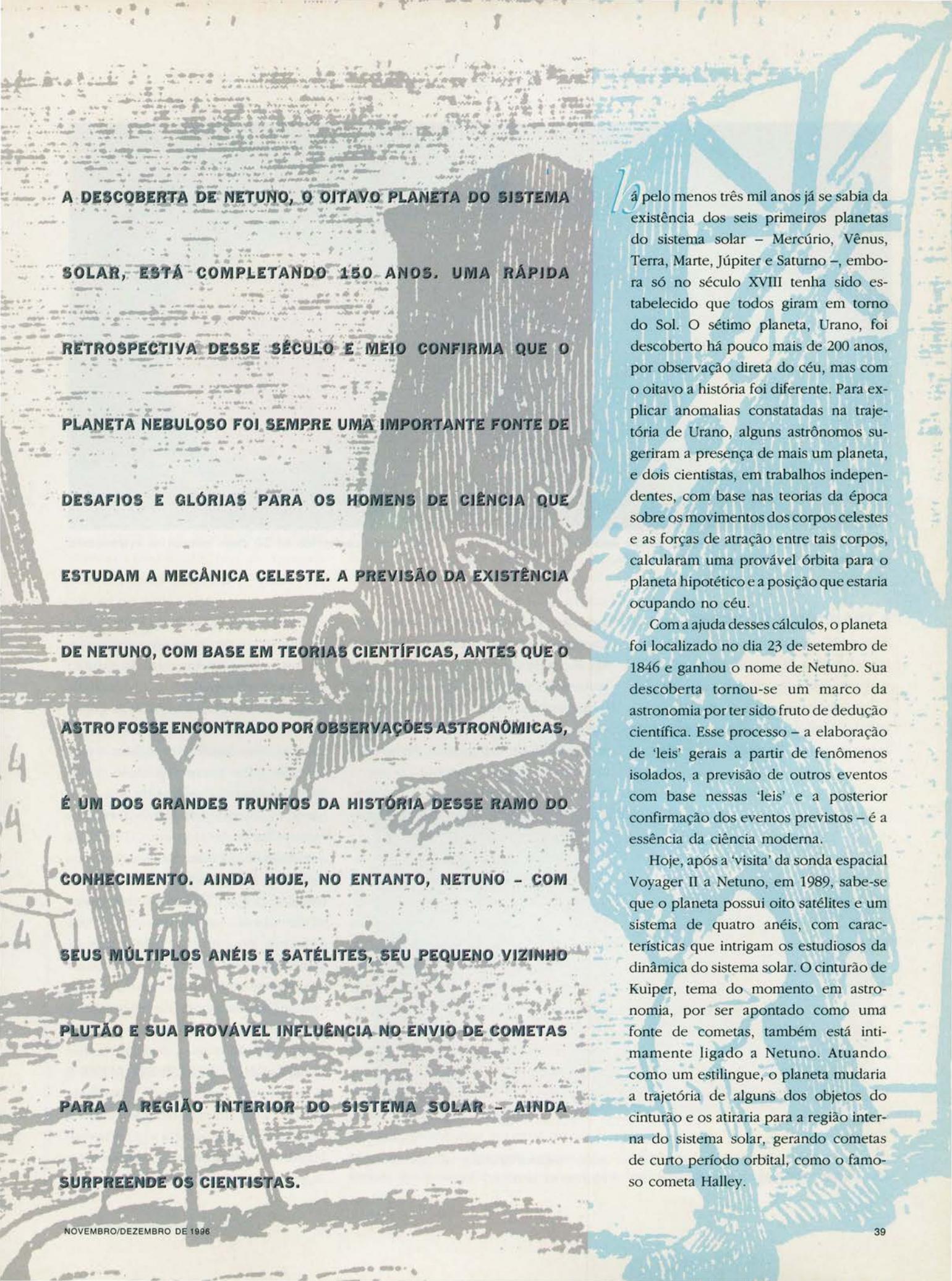
anos

de história

e ciência

Othon Winter

*Grupo de Dinâmica Orbital e
Planetologia,
Universidade Estadual Paulista
(Guaratinguetá).*



A DESCOBERTA DE NETUNO, O OITAVO PLANETA DO SISTEMA SOLAR, ESTÁ COMPLETANDO 150 ANOS. UMA RÁPIDA RETROSPECTIVA DESSE SÉCULO E MEIO CONFIRMA QUE O PLANETA NEBULOSO FOI SEMPRE UMA IMPORTANTE FONTE DE DESAFIOS E GLÓRIAS PARA OS HOMENS DE CIÊNCIA QUE ESTUDAM A MECÂNICA CELESTE. A PREVISÃO DA EXISTÊNCIA DE NETUNO, COM BASE EM TEORIAS CIENTÍFICAS, ANTES QUE O ASTRO FOSSE ENCONTRADO POR OBSERVAÇÕES ASTRONÔMICAS, É UM DOS GRANDES TRUNFOS DA HISTÓRIA DESSE RAMO DO CONHECIMENTO. AINDA HOJE, NO ENTANTO, NETUNO - COM SEUS MÚLTIPLOS ANÉIS E SATÉLITES, SEU PEQUENO VIZINHO PLUTÃO E SUA PROVÁVEL INFLUÊNCIA NO ENVIO DE COMETAS PARA A REGIÃO INTERIOR DO SISTEMA SOLAR - AINDA SURPREENDE OS CIENTISTAS.

Há pelo menos três mil anos já se sabia da existência dos seis primeiros planetas do sistema solar – Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno –, embora só no século XVIII tenha sido estabelecido que todos giram em torno do Sol. O sétimo planeta, Urano, foi descoberto há pouco mais de 200 anos, por observação direta do céu, mas com o oitavo a história foi diferente. Para explicar anomalias constatadas na trajetória de Urano, alguns astrônomos sugeriram a presença de mais um planeta, e dois cientistas, em trabalhos independentes, com base nas teorias da época sobre os movimentos dos corpos celestes e as forças de atração entre tais corpos, calcularam uma provável órbita para o planeta hipotético e a posição que estaria ocupando no céu.

Com a ajuda desses cálculos, o planeta foi localizado no dia 23 de setembro de 1846 e ganhou o nome de Netuno. Sua descoberta tornou-se um marco da astronomia por ter sido fruto de dedução científica. Esse processo – a elaboração de ‘leis’ gerais a partir de fenômenos isolados, a previsão de outros eventos com base nessas ‘leis’ e a posterior confirmação dos eventos previstos – é a essência da ciência moderna.

Hoje, após a ‘visita’ da sonda espacial Voyager II a Netuno, em 1989, sabe-se que o planeta possui oito satélites e um sistema de quatro anéis, com características que intrigam os estudiosos da dinâmica do sistema solar. O cinturão de Kuiper, tema do momento em astronomia, por ser apontado como uma fonte de cometas, também está intimamente ligado a Netuno. Atuando como um estilingue, o planeta mudaria a trajetória de alguns dos objetos do cinturão e os atiraria para a região interna do sistema solar, gerando cometas de curto período orbital, como o famoso cometa Halley.

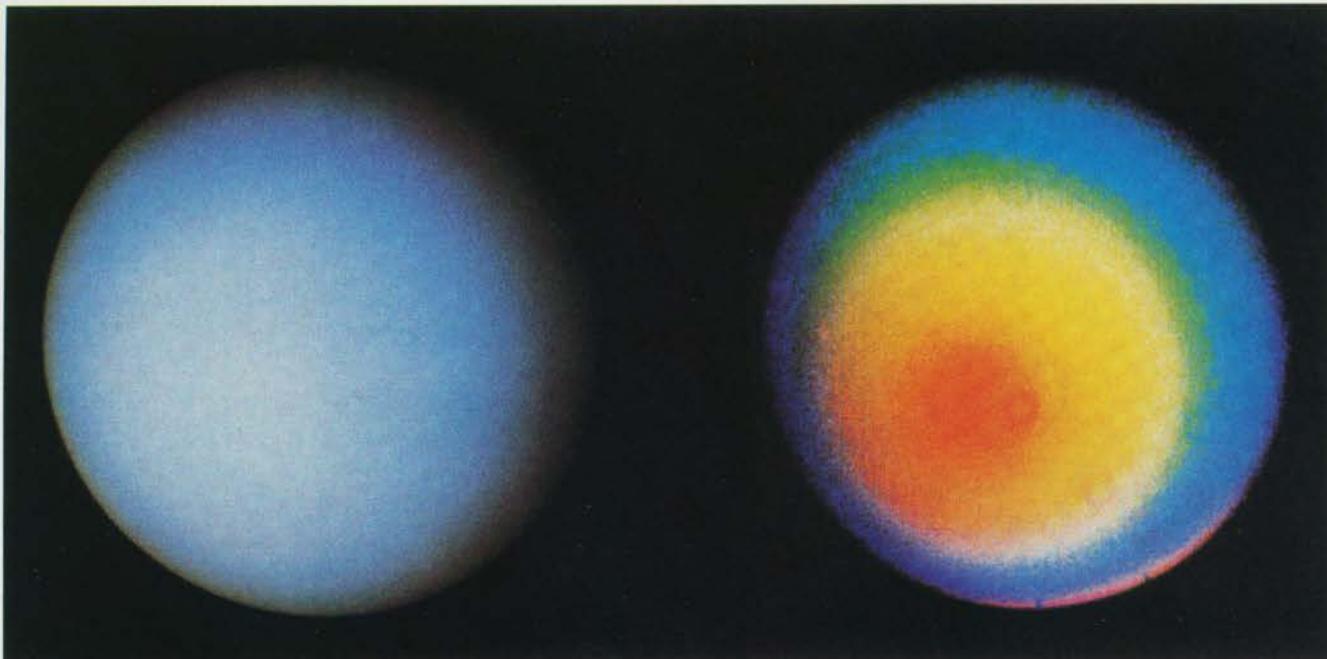


Figura 1. Urano, visto em imagem obtida pela sonda Voyager II em 1986, já era conhecido há 50 anos quando os astrônomos suspeitaram da existência de outro planeta.

A TRAJETÓRIA DE URANO

A história de Netuno, porém, teve seu início há mais de dois séculos, em 1781. Naquele ano, ao observar as estrelas com um telescópio que ele mesmo construiu, o então organista e compositor britânico – nascido alemão – William Herschel (1738-1822) localizou um objeto móvel e ainda desconhecido. Herschel acreditou ter descoberto um cometa, mas em pouco tempo a comunidade astronômica estava certa de tratar-se de um novo planeta, que acabou ganhando o nome de Urano (figura 1), seguindo a tradição de usar nomes de deuses da mitologia romana (na qual Urano era o pai de Saturno, que por sua vez era pai de Júpiter).

O entusiasmo provocado pela descoberta trouxe para o músico a fama e uma bem-sucedida carreira como astrônomo profissional – já no ano seguinte Herschel foi nomeado Astrônomo Real pelo rei George III. Apesar do prestígio como cientista, Herschel ficava incomodado quando diziam que a descoberta havia sido “acidental”. Sua resposta era

a de que, quando localizou Urano; realizava uma sistemática observação e análise da posição de todas as estrelas, das mais brilhantes até as de baixa magnitude. Assim, justificava, se por algum motivo não tivesse observado Urano na noite de 13 de março, isso certamente aconteceria na noite seguinte. Os outros planetas eram conhecidos há milênios exatamente por se moverem em relação às estrelas.

Dois anos após a descoberta, os astrônomos e matemáticos franceses Pierre-Simon de Laplace (1749-1827) e Pierre Méchain (1744-1804) reuniram dados suficientes para calcular os parâmetros básicos da órbita quase circular de Urano. Eles situaram o planeta duas vezes mais longe do Sol do que Saturno, então considerado o último planeta do sistema solar. Estabelecida a órbita, foi iniciada a procura por dados adicionais sobre Urano, anteriores à sua descoberta (isso é possível, por exemplo, pela identificação do astro em registros de observações antigas, onde aparecia apenas como mais uma estrela).

Essa busca, que lembrava um trabalho de detetive, mostrou-se recompensadora para vários astrônomos. O alemão Johann Elert Bode (1747-1826) descobriu que outro alemão, Johann Tobias Mayer (1723-1762), registrara Urano em 1756, sem perceber que era um planeta, e que o inglês John Flamsteed (1646-1719), primeiro Astrônomo Real de seu país, fizera o mesmo em 1690. O francês Pierre Charles Le Monnier (1715-1799) analisou cuidadosamente seus próprios registros e ficou desconcertado ao constatar que já vira Urano nove vezes antes da descoberta. Atualmente, sabe-se que o planeta foi observado pelo menos 22 vezes antes que Herschel percebesse seu movimento.

Com base em observações antigas e em observações novas e mais precisas, alguns astrônomos acreditaram que poderiam calcular a trajetória de Urano e determinar sua posição em datas futuras, mas ficaram desapontados: o planeta não se encaixava nas previsões. Nas décadas seguintes, os desvios entre as posições calculadas e as observadas

pioraram. Mesmo a inclusão das perturbações gravitacionais de Júpiter e Saturno sobre Urano não melhorou a situação (figura 2). Como ninguém conseguia conciliar todos os dados em uma só trajetória, começou-se a questionar qual seria a causa dos desvios.

Uma possibilidade era a de que os registros antigos não fossem precisos. Tais dados, porém, haviam sido obtidos por alguns dos melhores astrônomos de suas épocas, o que tornava improváveis erros tão grandes. Outra hipótese, a de algum engano nos cálculos ou nos métodos matemáticos usados, obrigou os astrônomos a refazerem inúmeras vezes suas contas e reavaliarem seus métodos. No auge desse questionamento, alguns cientistas chegaram a propor que a lei da gravitação universal, de Isaac Newton (1642-1727), não se aplicaria para distâncias tão longas (quase três bilhões de quilômetros).

Embora as discrepâncias entre as previsões e as posições observadas de Urano fossem de apenas um minuto de arco ou menos (em geometria, o minuto é a sexagésima parte do grau), a mecânica celeste já estava avançada o suficiente para considerá-las um erro muito grande. Algumas teorias desprezavam os registros anteriores à descoberta, mas ainda assim o planeta movia-se um pouco mais rápido do que o previsto. Com o passar dos anos, essa velocidade foi diminuindo, até que, por volta de 1830, o desvio aproximou-se de zero. O grande alívio que isso gerou na comunidade astronômica durou pouco tempo: nos anos seguintes, o processo inverteu-se e Urano passou a andar mais e mais lentamente do que o previsto pela teoria, reacendendo a polêmica.

A IDÉIA DO OITAVO PLANETA

As dúvidas começaram a ser esclarecidas em 1832, quando o inglês George Biddell Airy (1801-1892), que logo também se tornaria Astrônomo Real, apresentou um relatório à Sociedade As-

tronômica Amadora Britânica sobre os desvios observados nas posições de Urano. Pouco depois, Airy recebeu uma carta do reverendo Thomas Hussey, em que este, interpretando o relatório, sugeria que o movimento irregular de Urano era provocado por algum planeta desconhecido. Na carta, o primeiro documento em que aparece tal hipótese, Hussey pergunta se seria válida a tentativa de procurar tal planeta.

Em sua resposta, Airy o desencorajou, mas nos anos seguintes a mesma idéia – a existência de um oitavo planeta – voltou a ser levantada por diversos astrônomos profissionais. Elix Valz, em 1835, e Friedrich Nicolai, em 1836, diretores do Observatório de Mannheim (Alemanha), por exemplo, sugeriram a presença de outro planeta além de Urano depois de investigar perturbações na órbita do cometa Halley, conhecido desde 1682 e com retornos bastante estudados em 1757 e em 1832.

No início de 1841, um jovem estudante da Universidade de Cambridge, John Couch Adams (1819-1892), obteve o relatório de Airy em uma livraria e imediatamente interessou-se pelo tema. Adams decidiu verificar se o movimento

irregular de Urano poderia ser atribuído à ação de um planeta desconhecido situado a uma distância maior do Sol e, caso isso se confirmasse, determinar os elementos aproximados da órbita desse novo corpo celeste, o que poderia levar à sua descoberta.

DOIS CÁLCULOS INDEPENDENTES

Após sua graduação, Adams deu início ao projeto e, em outubro de 1843, concluiu os cálculos preliminares, que davam suporte à idéia de um novo planeta como a fonte das perturbações na órbita de Urano. Em 1844, provavelmente, começou uma segunda e mais refinada análise, incluindo dessa vez todos os registros possíveis, desde os anteriores à descoberta de Urano até alguns dados ainda não publicados, obtidos pouco antes pelo Observatório de Greenwich (Inglaterra).

Nesse estudo, Adams assumiu que o raio orbital médio do planeta hipotético – sua distância média do Sol – deveria ser aproximadamente duas vezes maior que o de Urano. Para isso, assim como havia feito em sua primeira análise, baseou-se na lei de Titius-Bode, uma

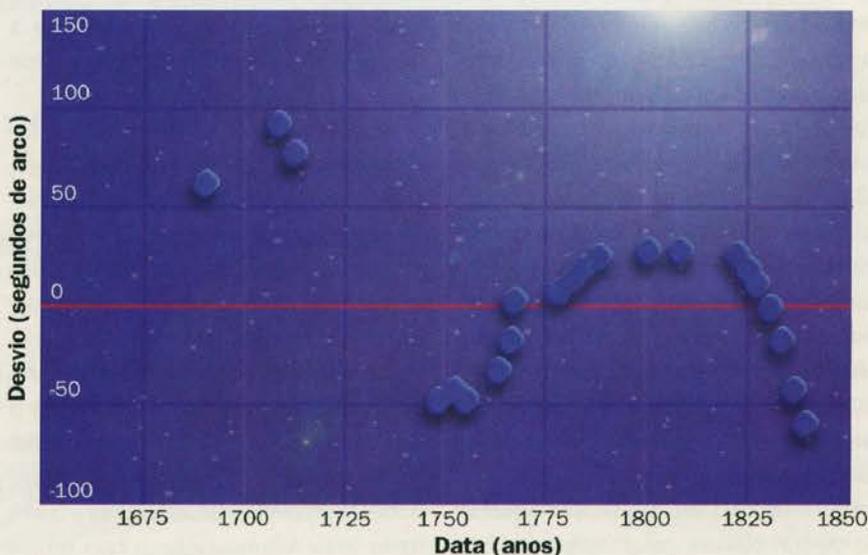


Figura 2. Desvios entre as posições observadas de Urano e as posições previstas por teorias que levavam em conta as perturbações causadas por Júpiter e Saturno.

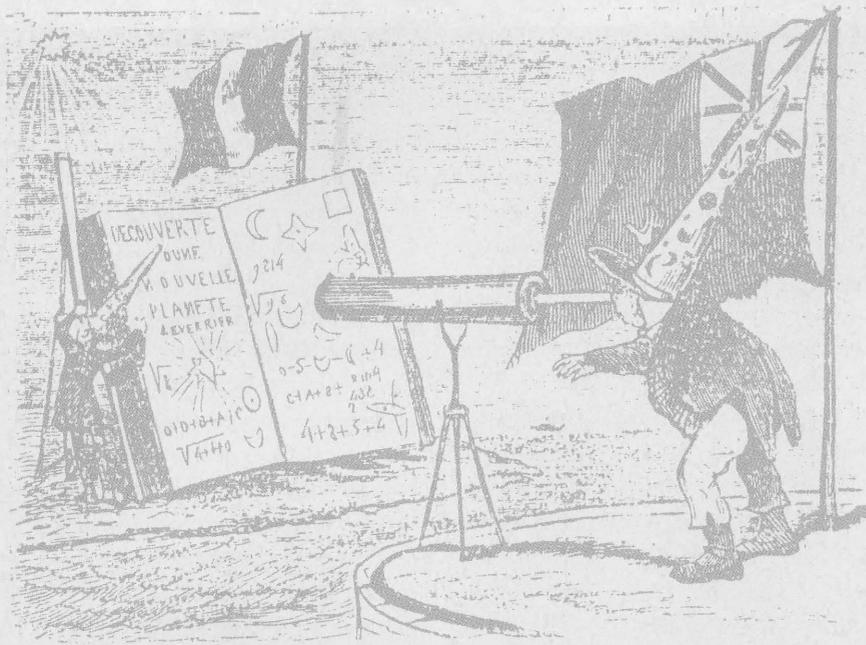


Figura 3. Charge publicada no jornal L'Illustration, Journal Universel, em 7 de novembro de 1846, mostrando a versão francesa da polêmica: Adams descobre Netuno lendo o trabalho de Leverrier.

expressão matemática para as distâncias relativas entre o Sol e os planetas. Dessa vez, porém, ele assumiu que a órbita era excêntrica, e não circular. Em função de várias interrupções, o trabalho só foi concluído em setembro de 1845.

Adams decidiu mostrar pessoalmente seus resultados a Airy, mas este estava em Paris. Ele tentou contactar Airy outras vezes, mas após uma série de desentendimentos deixou um sumário de sua solução sobre o problema de Urano para ser entregue ao Astrônomo Real. A reação deste, ao tomar conhecimento dos cálculos, foi totalmente negativa – atitude que teria sérias consequências mais tarde. Airy, no entanto, mostrou os resultados de Adams ao reverendo e astrônomo William Dawes (1799-1868), que reagiu de maneira oposta. Dawes escreveu ao amigo William Lassell (1799-1880), reverendo e astrônomo como ele, enviando as posições do planeta obtidas por Adams e insistindo para que o procurasse com seu telescópio refletor de 60 cm. Infelizmente, Lassell perdeu os dados antes de poder iniciar a busca.

Assim, os cálculos de Adams não fo-

ram aproveitados, abrindo espaço para outra figura importante dessa história: o francês Urbain Leverrier (1811-1877). Em 10 de novembro de 1845, Leverrier apresentou à Academia Francesa de Ciência os resultados de sua rigorosa análise do movimento de Urano. No estudo, Leverrier obtém um erro de mais de 40 segundos de arco para a posição de Urano em 1845, afirma que desvios dessa ordem podem ser atribuídos a fatores externos e promete um segundo artigo sobre as possíveis causas.

No primeiro semestre de 1846, Leverrier trabalhou no segundo artigo, apresentando-o à Academia em primeiro de junho. Ele concluiu, assim como Adams, que as irregularidades da órbita de Urano poderiam ser melhor explicadas pelo efeito perturbador de um planeta desconhecido, e que tal planeta estaria situado além da órbita de Urano, já que não parecia interferir no movimento de Saturno. Ao aplicar a lei de Titius-Bode, Leverrier também assumiu – como havia feito Adams – que o raio orbital médio do planeta seria cerca de duas vezes maior que o de Urano. Após analisar

as várias possibilidades de localização do planeta em sua órbita, Leverrier apontou o ponto no céu em que o novo astro estaria em 1º de janeiro de 1847.

BUSCA RÁPIDA E CERTEIRA

Em encontro especial do quadro de visitantes do Observatório de Greenwich, no final de junho, Airy – que havia recebido carta de Leverrier – falou com entusiasmo sobre a quase coincidência entre os resultados de Adams e do francês sobre o hipotético planeta exterior a Urano. Embora já acreditasse na existência do novo planeta, o Astrônomo Real novamente não se mostrou ansioso para procurá-lo, apesar do pedido de Leverrier nesse sentido.

Na primeira semana de julho, segundo registros históricos, Airy sofreu sérios problemas cardíacos. Em seguida, talvez percebendo a tormenta que surgiria quando descobrissem que sabia das previsões de Adams há mais de oito meses e não determinara a procura do planeta – o que poderia permitir que outros o localizassem primeiro –, Airy escreveu duas cartas, a 9 e a 13 de julho, pedindo ao reverendo e astrônomo James Challis (1803-1882) que iniciasse com urgência a busca, usando o telescópio refrator de 30 cm do Observatório de Cambridge. Em 31 de agosto, enquanto Challis procurava o planeta, Leverrier apresentou à Academia Francesa de Ciência seu terceiro trabalho, intitulado *Sobre o planeta que produz as anomalias observadas no movimento de Urano – Determinação de sua massa, de sua órbita e de sua posição atual*.

Adams também revisou seus cálculos sobre a órbita do planeta perturbador, usando novo raio orbital médio, pouco menor do que o dado pela lei de Titius-Bode, e escreveu novamente para Airy em 2 de setembro. Mais uma vez, seu esforço foi em vão: o Astrônomo Real estava na Alemanha e James Challis, a quem os novos elementos seriam muito úteis, não chegou a recebê-los.

Na França, Leverrier teve ainda menos sucesso ao tentar persuadir os astrônomos de seu país a buscarem o novo planeta. Em meados de setembro, a impaciência superou o patriotismo. No dia 18 de setembro, Leverrier escreveu ao alemão Johann Gottfried Galle (1812-1910), assistente no Observatório de Berlim (Alemanha), pedindo que tentasse achar o planeta. Com relutância, o diretor do observatório, Johann Franz Encke (1791-1865), deu autorização. No dia 23 de setembro, auxiliado por seu estudante Heinrich Louis d'Arrest (1822-1875), Galle apontou o telescópio refrator de 23 cm do observatório na direção definida pelos dados de Leverrier, mas não viu nada parecido com um planeta, apenas os pontos brilhantes de estrelas distantes.

O aluno d'Arrest sugeriu então que usassem uma carta do céu, para comparar a posição das estrelas. De posse do *Novo Atlas da Academia de Berlim*, Galle retornou ao telescópio, de onde ditava a localização e a aparência das estrelas para que d'Arrest conferisse na seção apropriada do livro. Logo após iniciarem esse trabalho, d'Arrest não localizou no *Atlas* uma estrela de magnitude oito que Galle descrevia. Animado, d'Arrest informou Encke e, juntos, os três observaram o estranho objeto. Na noite seguinte, após determinarem o movimento do astro e medirem seu disco brilhante com um micrômetro, os astrônomos alemães estavam convencidos de que haviam achado o planeta de Leverrier. A posição prevista por Leverrier era menos de um grau de arco diferente da observada por Galle, e a medida do disco também era muito próxima da previsão.

RIVALIDADE: FRANÇA X INGLATERRA

Galle escreveu para Leverrier na manhã do dia 25, contando a boa nova: "O planeta que o senhor indicou existe de fato." Na carta, Galle chega a sugerir o nome Jano para o novo planeta, mas

Leverrier entendeu a sugestão como uma tentativa de negar seu direito, como verdadeiro descobridor, de dar nome ao novo corpo celeste. Em sua resposta de agradecimento a Galle, Leverrier indica o nome Netuno para o novo planeta, alegando que a escolha havia sido feita pelo prestigiado Bureau de Longitudes francês. O batismo também seguia a tradição: Netuno, na mitologia romana, é o deus dos mares.

Em 1º de outubro, Leverrier escreveu para Airy, na Inglaterra, e para o alemão Friedrich Georg Struve (1793-1864), diretor do Observatório de Pulkovo (Rússia), enviando a mesma informação. Menos de uma semana depois, porém, decidiu dar ao planeta o seu próprio nome, e pediu a um amigo, o físico François Arago (1786-1853), para promover essa idéia junto à Academia Francesa de Ciência. Durante a controvérsia gerada por essa atitude impopular, Leverrier tomou conhecimento de que um jovem inglês, John Couch Adams, também afirmava ter previsto a posição do novo planeta.

A reivindicação de Adams iniciou um acalorado debate, que se tornou crescentemente político. Entre os cientistas franceses, o fato de Leverrier ter publicado seus dados primeiro o legitimava como o verdadeiro descobridor. A disputa tornou-se pública, com os jornais populares da França incitando o fervor da população com apelos emocionais ao patriotismo e ao sentimento antiinglês (figura 3).

George Airy, o Astrônomo Real, foi duramente atacado pelos dois lados. Os ingleses o culpavam de não ter dado o valor necessário ao trabalho de Adams, levando a Inglaterra a perder a glória de descobrir outro planeta. E os franceses o acusavam de não ter alertado o cientista francês sobre os cálculos de Adams, já que sabia dos esforços de Leverrier. Em sua defesa, Airy publicou, ainda em 1846, o *Relato de algumas circunstâncias historicamente relacionadas com a*

descoberta do planeta exterior a Urano. Apesar de todo o alvoroço, em menos de um ano a controvérsia ficou de lado: o planeta manteve o nome Netuno e os trabalhos de Adams e Leverrier foram devidamente reconhecidos.

TEORIA VERSUS REALIDADE

Ironicamente, apesar de Netuno ter sido descoberto a partir de teorias, a realidade é que aquele não era exatamente o planeta previsto. O astro encontrado estava a apenas um ou dois graus do ponto previsto nos cálculos de Adams e Leverrier, mas tais cálculos basearam-se em algumas suposições erradas.

Tanto Adams quanto Leverrier assumiram que o planeta teria uma órbita com raio médio inicial duas vezes maior que o da órbita de Urano, mas logo verificou-se que esse raio era apenas pouco mais do que uma vez e meia. Com base na terceira lei de Kepler (Johannes Kepler, 1571-1630), que relaciona o tamanho da órbita e o tempo necessário para percorrê-la, Adams havia calculado o período orbital – o tempo de uma volta completa em torno do Sol – em 227 anos, quando o correto é 165 anos.

Os dois cientistas calcularam, com base nas irregularidades constatadas na órbita de Urano, a perturbação gravitacional que um corpo desconhecido teria que exercer, em cada ponto da órbita, para causar tais irregularidades. A partir das perturbações, eles procuraram determinar a órbita desse corpo, mas isso depende da escolha de sua massa. Leverrier e Adams assumiram, respectivamente, uma massa 32 vezes e 45 vezes maior que a da Terra, mas a massa efetiva de Netuno, determinada mais tarde por Adams, é apenas 17 vezes maior – o que faz dele um dos chamados planetas gigantes (figura 4).

Usando em seus cálculos um valor maior do que o correto para a massa, eles também obtiveram uma distância do Sol maior, e portanto uma órbita diferente da verdadeira. A perturbação

Planeta	Diâmetro	Massa	Distância do Sol	Rotação	Revolução
Terra	12.750 km	1 (*)	149,6 milhões de km	24 h	1 ano
Júpiter	142.980 km	317,9	778,3 milhões de km	9,8 h	12 anos
Saturno	120.540 km	95,2	1,4 bilhões de km	10,2 h	29 anos
Urano	51.120 km	14,5	2,9 bilhões de km	17,9 h	84 anos
Netuno	49.530 km	17,1	4,5 bilhões de km	19,2 h	165 anos

(*) A unidade de massa é a massa da Terra: $5,97 \times 10^{21}$ toneladas.

Figura 4. Dados básicos sobre os chamados planetas gigantes, comparados com a Terra. A rotação é o tempo em que cada planeta completa uma volta em torno de seu próprio eixo e a revolução o tempo em que completa uma volta em torno do Sol. O diâmetro é equatorial e as distâncias do Sol são médias, já que nenhum planeta tem órbita

O décimo vizinho

A existência de um décimo planeta no sistema solar era sugerida, principalmente nos anos 80 e no início dos anos 90, por três argumentos: 1) algumas observações de Netuno anteriores à sua descoberta apresentavam firme discrepância em relação às previsões de órbita calculadas após sua localização; 2) as observações de Urano posteriores à sua descoberta não podiam ser ajustadas a uma efeméride (tabela que fornece as posições do planeta no tempo); e 3) as observações de Netuno posteriores à sua descoberta permitiam elaborar uma efeméride, mas cerca de 10 anos após a elaboração das efemérides o planeta começava a apresentar desvios sistemáticos em relação às previsões.

Dos três argumentos, o terceiro era mais preocupante. O primeiro podia ser explicado admitindo-se que o diagrama onde Galileu registrou sua observação de Netuno não teria sido desenhado em escala, já que esta é o único registro de Netuno, anterior à descoberta, que discorda fortemente das previsões. A explicação para o segundo argumento seria a existência de erros sistemáticos nas observações de Urano anteriores a 1910.

Seja considerando todos os dados observacionais, seja excluindo alguns desses dados, vários dinamicistas – entre eles os brasileiros Rodney Gomes, do Observatório Nacional, e Sylvio Ferraz-Mello, da Universidade de São Paulo – estudaram as várias possibilidades da existência de um décimo planeta e determinaram, assim como Adams e Leverrier, as mais prováveis massas e localizações. Simultaneamente, alguns astrônomos, como R. Harrington, do Observatório Naval dos Estados Unidos, procuraram o chamado planeta X em amplas missões observacionais, sem sucesso. A idéia do décimo vizinho, porém, recebeu uma ducha de água fria em 1993, quando M. Standish publicou uma revisão das efemérides dos planetas visitados pelas sondas Voyager, demonstrando a inexistência de quaisquer discrepâncias no movimento de Netuno.

que o corpo desconhecido exercia sobre Urano estava próxima da encontrada pelos dois cientistas, e por isso os ângulos de posicionamento do corpo desconhecido no céu, em relação a Urano e aos observadores na Terra, eram essencialmente corretos. Qualquer órbita encontrada – em função de qualquer mas-

sa escolhida – permitiria saber com boa precisão para onde apontar o telescópio.

AS LUAS E OS ANÉIS DE NETUNO

No dia 10 de outubro de 1846, apenas 17 dias após a localização do novo planeta, seu primeiro satélite foi descoberto pelo

inglês William Lassell, o mesmo que havia perdido a oportunidade de procurar Netuno. Esse satélite recebeu o nome de Tritão, filho de Netuno na mitologia romana. Um segundo satélite, denominado Nereida (divindade do mar, na mitologia grega), só viria a ser descoberto em 1949 pelo astrônomo americano – nascido na Holanda – Gerard Peter Kuiper (1905-1973).

Durante mais de 80 anos Netuno foi o último planeta do sistema solar. Somente em 13 de março de 1930 o americano Clyde Tombaugh (1906-...) descobriu o nono planeta, denominado Plutão. Este, na verdade, divide com Netuno o papel de último planeta, pois suas órbitas se interceptam, fazendo com que periodicamente troquem de posição – desde 1979, e até 1999, Plutão está mais perto do Sol do que Netuno. Apesar desse ‘cruzamento’ celeste, não há risco de colisão entre os dois planetas porque eles estão em ressonância. Isso significa que, em função de seus períodos orbitais e de outras características, Netuno e Plutão formam um sistema em equilíbrio. Até recentemente, perturbações detectadas nas órbitas de Netuno e Plutão provocaram especulações sobre a existência de mais um planeta (ver ‘O décimo vizinho’).

Netuno, porém, voltaria a atrair a atenção dos astrônomos no final dos anos 70, após a descoberta, ao redor dos planetas Júpiter e Urano, da existência de anéis – menos visíveis que os de Saturno. Naturalmente, os cientistas esperavam achar anéis também ao redor de Netuno, o que poderia ser comprovado com o encontro da sonda espacial Voyager II com o planeta, em agosto de 1989. Antes disso, no entanto, foram realizadas – sempre que Netuno ocultava alguma estrela – campanhas para detectar possíveis anéis. Após várias tentativas sem sucesso, os astrônomos já admitiam a idéia de que não houvesse material circundando Netuno.

Então, em 22 de julho de 1984, equipes

lideradas pelo francês André Brahic e pelo americano William Hubbard observaram evidências de tiras de material a cerca de 50 mil km acima das nuvens mais altas de Netuno. Mais uma vez, o planeta voltou a criar expectativa, pois notou-se em várias observações uma peculiaridade em seus anéis: aparentemente eles não formavam um círculo completo ao redor de Netuno, ocupando apenas cerca de 10% da circunferência orbital, e ainda assim na forma de alguns pequenos arcos de matéria.

Da mesma forma que as perturbações na órbita de Urano inspiraram os cálculos de Adams e Leverrier, os dados obtidos sobre esses estranhos anéis impuseram um grande desafio para os estudiosos da dinâmica do sistema solar. Surgiram algumas teorias para explicar a origem e a estabilidade desses arcos, baseadas na existência de pequenos satélites – ainda não descobertos – localizados dentro dos anéis ou em pontos estratégicos desse sistema.

A VISITA DA VOYAGER II

Após passar por Júpiter, Saturno e Urano, a sonda espacial Voyager II completou

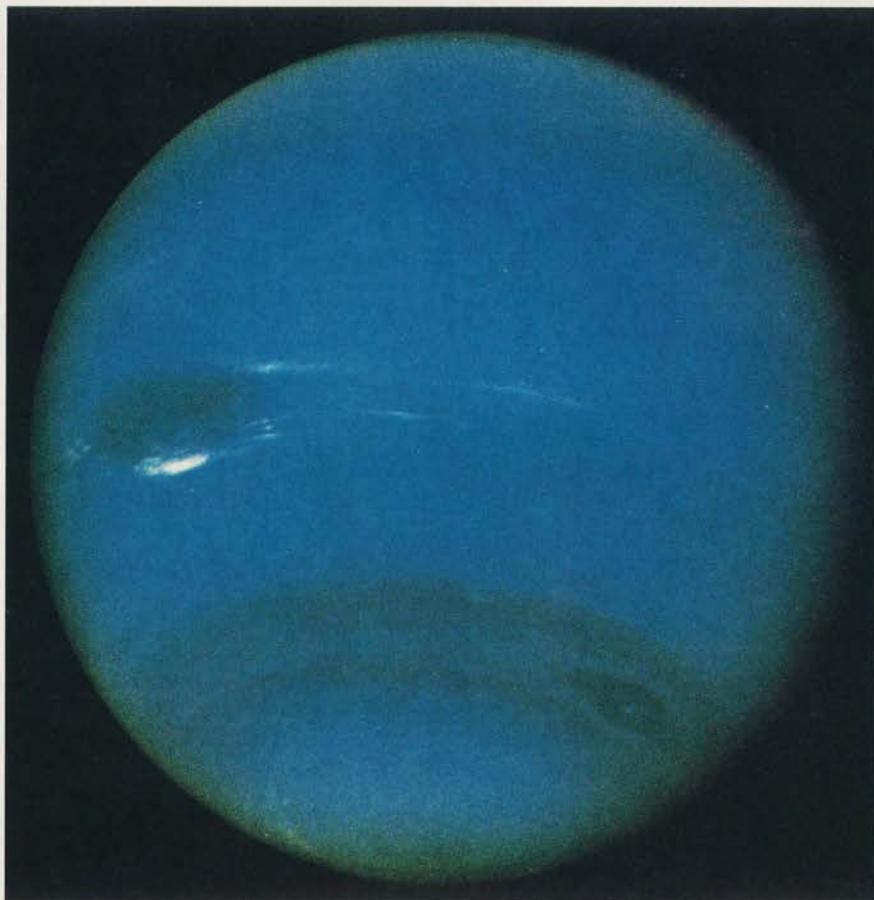


Figura 5. Imagem de Netuno obtida pela Voyager II, mostrando a atividade de sua atmosfera, dominada por hidrogênio e hélio. A cor azul do planeta resulta da absorção da luz vermelha pela pequena quantidade de metano em sua atmosfera.



Figura 6. Esquema da localização relativa dos anéis de Netuno e de seus seis pequenos satélites, alguns deles com influência fundamental na estabilidade e na dinâmica dos anéis.

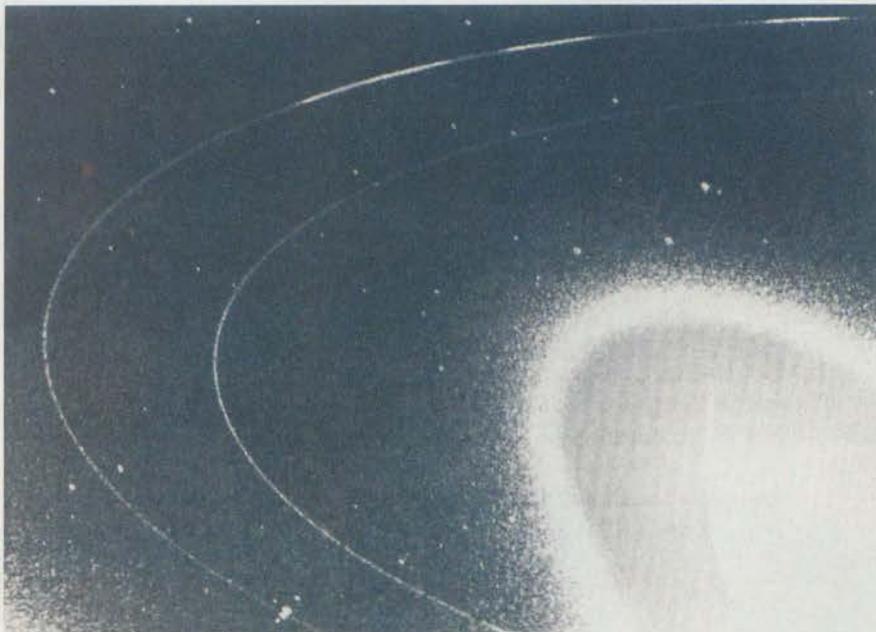


Figura 7. Imagem obtida pela Voyager II, mostrando os anéis Adams (externo) e Leverrier (interno), destacando-se (no alto) os arcos de matéria observados da Terra.

seu 'grande tour' pelos planetas gigantes ao passar por Netuno em 24 e 25 de agosto de 1989. Lançada em 20 de agosto de 1977, a Voyager II é considerada a missão planetária de maior sucesso até o presente momento. A sonda, atualmente viajando para fora do sistema solar, esteve perto de Júpiter em julho de 1979, de Saturno em agosto de 1981 e de Urano em janeiro de 1986, enviando para a Terra uma fantástica quantidade de informação inédita sobre tais planetas.

Graças a observações da Terra feitas antes do encontro, acreditava-se que Netuno apresentaria mais atividade atmosférica que Urano, e a aproximação da sonda comprovou que a atmosfera do oitavo planeta é surpreendentemente ativa (figura 5), com bandas zonais e tempestades gigantes, semelhantes às encontradas em Júpiter. Tal dinâmica atmosférica é provavelmente alimentada pelo calor interno de Netuno, que fornece mais do que o dobro da energia que o planeta recebe através da luz solar.

A Voyager II revelou ainda que Netuno possui um complexo sistema de anéis

(figura 6), composto por dois anéis estreitos e densos, denominados Leverrier (interno) e Adams (externo), e duas faixas largas e pouco densas, Galle (a mais próxima do planeta) e Planalto (situada entre os anéis estreitos). Em uma região do anel Adams foram observados pelo menos três arcos, de seis a oito graus, com densidade de matéria muito superior à do restante do anel (figura 7). Es-ses trechos foram, provavelmente, os observados da Terra anos antes. Tais arcos de matéria receberam, seguindo sugestão do francês André Brahic, os nomes de *Liberté*, *Egalité* e *Fraternité*, em homenagem ao bicentenário da Revolução Francesa.

A sonda também descobriu seis pequenos satélites (de 50 a 500 km de diâmetro), denominados – do mais próximo ao mais distante do planeta – Naiade, Thalassa, Despina, Galatéia, Larissa e Proteu. Alguns desses satélites parecem ser de grande importância para a dinâmica dos anéis. Em particular, Galatéia (outra divindade marinha, na

mitologia grega) é apontado em alguns estudos como o principal responsável pelo confinamento dos arcos de matéria.

O clímax do encontro da Voyager II ocorreu quando a sonda aproximou-se (40 mil km) de Tritão (figura 8), cuja superfície mostrou-se – de forma inusitada – muito complexa. Sua crosta gelada parece ter sido modelada por um espalhamento de erupções vulcânicas de fluidos, iniciadas provavelmente durante a infância do satélite.

Devido à estranha órbita de Tritão, de movimento retrógrado e bastante inclinada em relação ao equador de Netuno, acredita-se que o satélite, pouco maior do que a Lua, foi originalmente um planetesimal – ou seja, um corpo formado não a partir de uma nebulosa planetária, mas durante os estágios iniciais de formação do sistema solar, que se agregou a outros planetesimais para formar um planeta. Esse corpo teria passado muito próximo de Netuno e foi capturado por sua gravidade. A partir daí, enquanto a órbita de Tritão evoluía de elíptica para circular, a pressão de maré resultante pode ter derretido o interior gelado des-

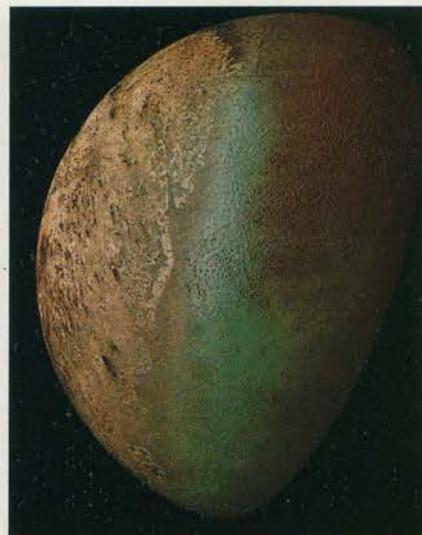


Figura 8. Mosaico de 14 imagens de Tritão obtidas pela Voyager II. À esquerda está a calota polar Sul do satélite. A superfície de Tritão apresenta enorme variedade de terrenos, indicando um complexo histórico de atividades vulcânicas.

se satélite, provocando um volumoso derramamento de água em sua superfície. Há indícios de que ainda ocorre, em Tritão, vulcanismo movido a nitrogênio (gêisers).

O CINTURÃO TRANSNETUNIANO

Mas Netuno ainda reservava outras surpresas, além das reveladas pela Voyager II. Tais surpresas estão ligadas ao cinturão de objetos transnetunianos sugerido por Gerard Kuiper em 1951, composto por restos de material da nebulosa planetária original. A idéia desse cinturão foi retomada, 30 anos mais tarde, pelo uruguaio Julio Fernández, que propôs ser esta região a provável fonte dos cometas de curto período orbital (inferior a 200 anos). Mas só em 1992, com a descoberta, por David Jewitt e Jane Luu, do primeiro objeto do cinturão de Kuiper, 1992QB1 (figura 9), o assunto voltou a atrair atenção.

Esse objeto, com diâmetro aproximado de 200 km e raio orbital médio de cerca de 6,6 bilhões de km, foi localizado através do telescópio de 2,2 m da Universidade do Havaí, localizado no



Figura 9. Imagem do primeiro objeto do cinturão de Kuiper (1992QB1) observada da Terra, obtida pelos astrônomos Jewitt e Luu no telescópio de 2,2 m da Universidade do Havaí, localizado no topo do vulcão inativo Mauna Kea.

topo do vulcão inativo Mauna Kea. Depois disso, foram descobertos mais de três dezenas de objetos, em observações feitas da Terra (figura 10), confirmando a existência do cinturão de Kuiper e tornando-o a grande sensação do momento em ciência do sistema solar. A procura de novos objetos e o acompanhamento dos já descobertos é atualmente a preocupação de muitos astrônomos de observação.

Estimativas indicam que, em uma faixa orbital situada entre 4,5 e 7,5 bilhões de km, podem existir cerca de 35 mil objetos com diâmetro igual ou maior que 100 km, o que torna o estudo da dinâmica dessa região muito interessante. Pesquisas recentes, como a tese de doutoramento do uruguaio Tabaré Gallardo, apresentada à Universidade de São Paulo em junho deste ano, sugerem que o cinturão de Kuiper deve ser bastante ativo em termos de colisões.

A estrutura dinâmica desse cinturão é essencialmente definida pela ação gravitacional de Netuno. Ressonâncias com Netuno podem gerar regiões de estabilidade, bem como regiões de movimentos caóticos, capazes de atirar alguns desses corpos para a região interna do sistema solar. Em alguns casos, tais objetos fixam-se em nova órbita em torno do Sol, tornando-se cometas de curto período. De acordo com essa teoria, cometas de período inferior a 200 anos, como o Halley (que percorre toda a sua órbita a cada 75 anos) podem ser objetos transnetunianos, saídos do cinturão de Kuiper.

Sugestões para leitura:

- CHAPMAN, A. *Astronomy Now*, vol. 10, nº 9, setembro de 1996.
 PETERSON, I. *Newton's Clock: Chaos in the Solar System*, Editora Freeman, Estados Unidos, 1993.
 LANCASTER, M. *Astronomy Now*, vol. 10, nº 9, setembro de 1996.
 NICOLSON, I. *Astronomy Now*, vol. 10, nº 9, setembro de 1996.
 WHYTE, A.J. *The Planet Pluto*, Pergamon Press, Canadá, 1980.

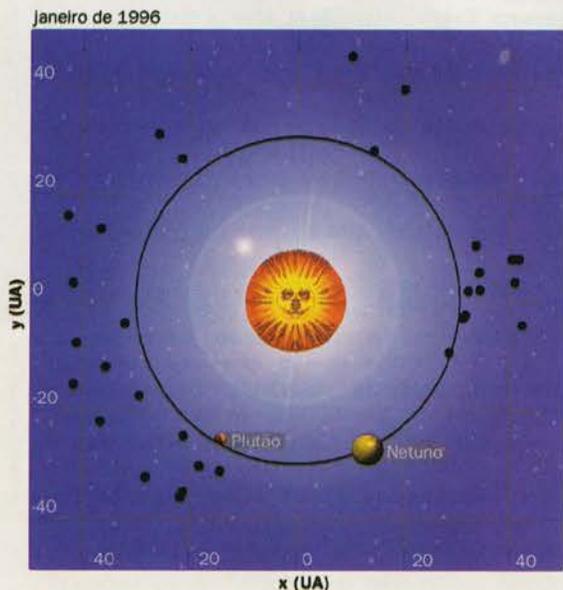


Figura 10. Distribuição dos 33 objetos integrantes do cinturão de Kuiper descobertos da Terra até janeiro deste ano (as distâncias são dadas em UA - unidades astronômicas -, que equivalem à distância entre a Terra e o Sol).

Mayana Zatz

Terapias gênicas poderão curar distrofias musculares

“Brasil tem pouquíssimos grupos que dominam técnicas genéticas de biologia molecular.”

Estatísticas recentes mostram que fatores genéticos são responsáveis, nos países desenvolvidos, por um terço das internações em hospitais pediátricos, cerca de 10% das doenças crônicas de adultos e 50% da mortalidade perinatal. Para enfrentar essa realidade e ampliar as perspectivas futuras para uma terapia gênica, os primeiros passos são o mapeamento e a clonagem dos genes.

Acompanhando a tendência mundial, pesquisadores brasileiros têm obtido avanços significativos na compreensão de algumas doenças genéticas importantes. O grupo de pesquisas coordenado pelas professoras Mayana Zatz e Maria Rita Passos-Bueno, do Departamento de Biologia da Universidade de São Paulo (USP), é um dos

que despontam, no país, em busca de maior conhecimento dos fatores responsáveis pela hereditariedade humana. Tendo anunciado recentemente o mapeamento, pela equipe, dos genes causadores da síndrome de Knobloch e de um dos tipos de distrofia muscular, Mayana Zatz – que, com Maria Rita, é representante do Brasil no Projeto Genoma – rela-

ta nesta entrevista as dificuldades da pesquisa em genética no país e os dilemas éticos que se começam a enfrentar nesta área.

Presidente da Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM) e responsável por um serviço de atendimento a famílias de afetados por neuropatias hereditárias, mantido pela USP, Mayana Zatz revela também sua preocupação com a situação de abandono que enfrentam muitos portadores de distrofias musculares no país.

Entrevista concedida a Vera Rita Costa, *Ciência Hoje/SP*.



Quando começou o trabalho de sua equipe com distrofias musculares?

Começamos as pesquisas em 1969 e fomos aos poucos expandindo também para outras doenças neuromusculares. O grande avanço aconteceu mesmo no final da década de 80, quando começamos a aplicar as técnicas de biologia molecular. Antes, estávamos limitados ao estudo de enzimas dos pacientes que chegavam ao nosso laboratório. Atualmente sabemos que existem mais de 30 tipos de distrofias, mas quando começamos imaginava-se que existissem apenas sete tipos.

As distrofias musculares são freqüentes na população?

A mais comum é a distrofia de Duchenne, que só afeta o sexo masculino. Estima-se que 60% dos casos de distrofias musculares sejam deste tipo. As crianças com este tipo de distrofia nascem aparentemente normais, mas a partir dos três anos de idade começam a apresentar quedas freqüentes. Esse quadro de fraqueza muscular vai piorando até que elas não conseguem mais se sustentar e têm que usar cadeira de rodas. Isso ocorre no máximo aos 12 anos. A incidência dessa distrofia é relativamente alta: cerca de um para cada três mil nascimentos masculinos.

Qual o tipo de herança envolvido nas distrofias?

Dois terços dos casos de distrofia de Duchenne são herdados através da mãe-portadora, como na hemofilia: a mãe possui o gene (em um dos cromossomos X), mas não tem sinal clínico nenhum. Sendo portadora, no entanto, metade dos filhos homens vão ser afetados e metade das filhas serão portadoras e passarão o gene para a próxima geração. Estima-se também que um terço dos casos da doença sejam provocados por mutações novas, que ocorrem em uma criança e não apresentam risco de repetição na família.

Nosso trabalho começou justamente com esse tipo de distrofia, fazendo o levantamento da genealogia de famílias com afetados, para verificar se era caso isolado ou não. Estudávamos as mulheres da família para identificar as portadoras e fazíamos o aconselhamento genético. Naquela época, há mais de 20 anos, esse estudo era feito com base nas enzimas musculares de cada paciente. A enzima creatinoquinase CK -, por exemplo, encontra-se muitíssimo aumentada no sangue dos afetados e em cerca de 60% das mulheres portadoras.

O método era eficaz? Até que ponto permitia que se fizesse o aconselhamento genético?

Estava longe de ser perfeito, mas era o que tínhamos na época. A partir de um determinado nível de enzima, o teste permitia saber com certeza que a mulher era portadora. O problema era quando a quantidade de enzima encontrada era normal. Nesse caso, não podíamos afirmar e a dúvida permanecia.

O aconselhamento genético feito atualmente aqui na USP é eficaz?

Isso também sempre nos preocupou. Tanto que, em 1981, 12 anos depois de iniciarmos a pesquisa, quando já tínhamos estudado algumas centenas de casos, resolvi retomar o contato com as famílias que havíamos atendido neste período. Entre elas havia famílias com alto risco e eu me perguntava com freqüência se teria adiantado o estudo, se essas famílias estariam evitando filhos. Fomos, na grande maioria dos casos, na própria casa das famílias e tivemos duas surpresas: uma, muito boa, foi verificar que a maioria das mulheres com risco alto tinham evitado ter filhos. Muitas fizeram laqueadura de trompas com base no nosso relatório, coisa que na época não era comum. Avaliamos então que nosso trabalho havia sido muito bom na prevenção de nascimento de novos afetados. Mas tivemos um choque enorme ao ver o abandono em que estavam as crianças que tinham nascido naquele período. Não existia instituição que cuidasse destas crianças. Apesar de terem desenvolvimento mental normal, elas não podiam sair de casa, porque muitas famílias não tinham como comprar uma cadeira de rodas. A maioria das crianças não freqüentava a escola porque não eram aceitas. Também não iam à fisioterapia porque não eram consideradas reabilitáveis. Enfim, estavam em total abandono. Foi esse quadro muito triste que nos motivou a fundar a Associação Brasileira de Distrofia Muscular (ABDIM), para ajudar essas famílias. Nossa intenção era apenas iniciar o processo, para que depois as famílias assumissem a associação, mas isso não ocorreu e a ABDIM continuou ligada ao nosso grupo.

Como é mantida a ABDIM?

É sempre uma luta em busca de recursos... Só em 1988 conseguimos motivar o Unibanco, que além de permitir que fundássemos uma sede aqui em São Paulo, é quem mantém a associação. Alugamos e reformamos uma casa, adaptando-a para as crianças. Hoje, a associação atende mais de 100 crianças. Elas são transportadas em kombis até a sede, fazem fisioterapia, terapia ocupacional, natação e outras atividades, tudo para tentar melhorar a qualidade de vida delas. Isso foi uma derivativa de nosso trabalho, não ligada diretamente com nossa pesquisa científica, mas que nos gratifica muito.

Todos os tipos de distrofias são incapacitantes?

Não, existem mais de 30 formas diferentes da doença, algumas com início na vida adulta e progressão lenta. Por exemplo, no grupo de distrofias do tipo cinturas, que afetam braços e pernas, encontram-se formas graves, com início na infância e quadro semelhante à de Duchenne, e formas leves, com manifestação apenas na vida adulta. Em relação à distrofia de Duchenne, as distrofias do tipo cinturas apresentam um

agravante: afetam os dois sexos igualmente. As distrofias tipo cinturas leves provocam dificuldades motoras, mas não chegam a incapacitar a pessoa.

Esta área de pesquisa é das mais concorridas em genética humana. Quando vocês começaram também era assim?

Quando começamos o assunto não era moda, mas, de repente, o interesse internacional aumentou muito. A procura por esse tema e a quantidade de gente pesquisando em nível internacional é enorme.

A que você atribui todo esse interesse?

Das doenças genéticas, as distrofias musculares são as mais comuns e estão entre as mais tristes que afetam crianças. É difícil ver uma criança com desenvolvimento mental normal e com degeneração e fraqueza muscular progressiva grave. Isso mexe com as pessoas...

Quando vocês começaram não havia disputa internacional e, de repente, viram-se as voltas com grande quantidade de competidores...

Exatamente, vimo-nos em meio a um redemoinho, mas com certa vantagem: enquanto o mundo inteiro começou a se interessar pelo tema, nós já tínhamos estudado um número enorme de famílias. Tínhamos e ainda temos – a maior casuística de famílias do mundo. Os Estados Unidos ganham na tecnologia, mas nós temos um conjunto de famílias para estudo invejável.

Quando começaram as tentativas de mapeamento dos genes das distrofias?

Quando se iniciou o Projeto Genoma, em 1990, também começou a 'grande corrida' internacional para localizar genes. Nós também nos interessamos e começamos a fazer tentativas de mapeamento gênico, com a vantagem estratégica de dispor de uma boa coleção de famílias com casos da doença. Tínhamos, inclusive, famílias com muitos casos. Avaliamos, então, que poderíamos entrar na disputa...

Antes do Projeto Genoma não se falava em mapeamento?

Falava-se, sim, mas o grande interesse surgiu a partir do lançamento desse projeto. Já em 1974, quando fiz minha tese de doutorado, tentei o mapeamento de gene para as distrofias,

“O passo mais importante em genética é compreender como um determinado gene atua e como o produto desse gene – uma proteína – interage com outras proteínas.”

só que as técnicas que tínhamos então eram rudimentares e o que conseguíamos fazer era muito pouco. Foi a introdução da PCR (*Polimerase Chain Reaction* – Reação em Cadeia da Polimerase) que alargou os horizontes da biologia molecular. Também a partir dela tivemos a grande surpresa de descobrir tantos genes envolvidos com as distrofias musculares. Não imaginávamos que fossem tantos. Só para as distrofias do tipo cinturas existem

seis genes mapeados – o sexto foi localizado no nosso laboratório, pela Dra. Maria Rita e pela estudante de pós-graduação Eloisa de Sá Moreira – e um sétimo sendo 'perseguido'. Sempre estivemos próximos de mapear esses genes, mas toda vez que chegávamos perto um laboratório europeu ou americano anunciava a descoberta. No final de 1995, quando percebemos que estávamos próximos de localizar o sexto gene, graças ao esforço concentrado de Maria Rita e Eloisa, que trabalharam, inclusive, durante as festas de final de ano, conseguimos nos antecipar aos laboratórios internacionais.

Na mesma época, vocês anunciaram o mapeamento de outro gene, o da síndrome de Knobloch. O mapeamento desse gene estava previsto?

De certa forma, não. O que aconteceu foi que uma das famílias atendidas no nosso laboratório, além de casos de distrofia, apresentava também casos de cegueira progressiva. A professora Maria Rita interessou-se particularmente por essa família e viajou mais de 3 mil km para estudá-la. A análise revelou que a cegueira era causada por uma síndrome muito rara, descrita por Knobloch. Até então, eram conhecidos apenas dois casos dessa síndrome e não havia relato de uma família com tantos afetados. Com isso, e devido ao empenho da professora Maria Rita Bueno e da mestrandia Andréia Sertié, conseguiu-se, antes mesmo do mapeamento do gene da distrofia, mapear o gene de Knobloch.

Por que o gene de Knobloch acabou sendo localizado antes do da distrofia do tipo cinturas?

Localizar genes é também uma questão de sorte. Às vezes, para mapear um gene bastam poucos marcadores genéticos. Já em outras situações são necessários muitos marcadores. No caso do gene de Knobloch, o fato de termos uma família com muitos afetados e ser apenas um gene o responsável pela síndrome ajudou muito no trabalho.

Vocês estão esperançosos de conseguir localizar também esse sétimo gene para distrofias do tipo cinturas?

Estamos nos esforçando muito, mas não podemos garantir que conseguiremos. A competição internacional nessa área é enorme e para enfrentá-la precisaríamos ampliar nossas instalações e fixar pessoal nesse tipo de trabalho. Temos a pretensão de criar na USP um Centro de Mapeamento Gênico, que possa formar pesquisadores nessa área. Mesmo porque não basta localizar o gene: é preciso também isolá-lo e cloná-lo, para poder estudar as mutações que o gene possui e que provocam determinado quadro clínico. Essas etapas finais são ainda mais importantes que o mapeamento e é sobre elas que gostaríamos de avançar...

A criação do Centro de Mapeamento Gênico é imprescindível para a continuidade dos projetos?

Esse centro nos daria certa vantagem em relação aos laboratórios internacionais, porque nos demais países as várias etapas da pesquisa genética estão dispersas por vários laboratórios, o que demanda uma intercomunicação freqüente. Aqui já usufruímos do fato de termos conseguido montar a parte clínica e de pesquisa em conjunto. O problema está sendo mantê-las unidas, porque é preciso ampliar instalações e fixar o pessoal especializado. A organização que conseguimos é uma coisa rara... e precisamos abrir espaço para que mais pessoas aprendam as técnicas genéticas. Há hoje no país pouquíssimos grupos que dominam essa tecnologia. Muitos casos são enviados aos Estados Unidos para estudo, quando poderiam ser atendidos aqui no país. No Nordeste, por exemplo, existem pouquíssimos centros de estudos genéticos treinados em biologia molecular. Nós poderíamos estar treinando pessoal e ampliando o uso da técnica de mapeamento gênico lá, beneficiando a população local.

Existe alguma perspectiva positiva de que esse centro venha a ser criado?

Estamos fazendo gestões junto à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e à reitoria da USP, mas ainda estamos esbarrando com a falta de recursos. Nossa maior necessidade é construir um ambulatório, para atender pacientes. Hoje, os pacientes são atendidos no próprio laboratório, onde não há espaço suficiente e nem instalações

“No Brasil não há um ‘comitê de ética’. Fica a critério dos próprios laboratórios seguir ou não orientações internacionais. Muitas vezes, eles as ignoram completamente...”

adequadas para atendimento.

Apesar das dificuldades, sou otimista: acho que os investimentos virão e avançaremos nessa área. Até porque estão surgindo oportunidades importantes de parcerias com laboratórios do exterior. Há poucos meses – quando o anúncio da descoberta que fizemos do sexto gene para distrofia de cinturas saiu na Internet – um pesquisador italiano fez contato com a gente. Ele acabara de achar uma proteína de músculo

produzida pela mesma região cromossômica onde se encontra o ‘nosso’ gene, e propôs um estudo colaborativo. Acabamos confirmando que a proteína encontrada por ele é realmente produzida pelo ‘nosso’ gene. Com isso, nosso trabalho foi encurtado: já sabemos qual o gene e agora qual a proteína que ele produz. Esse trabalho em parceria foi publicado em outubro na *Nature Genetics*. Também acho que, com o avanço do conhecimento em genética, não poderemos nos furtar de investimentos nesta área: a cada dia a genética mostra sua importância em doenças comuns, como Alzheimer, câncer, senilidade precoce, hipertensão e outras. Hoje sabemos que os genes atuam a todo momento em nossas vidas, do nascimento à morte...

Já é possível falar em terapia gênica em humanos?

A substituição de um gene defeituoso está sendo tentada experimentalmente, mas na prática pouco foi obtido. No entanto, não podemos mais considerar a terapia gênica uma ficção, como se fazia há três ou quatro décadas atrás, porque ela já está sendo tentada em animais. No caso da distrofia de Duchenne, por exemplo, já se usa um camundongo chamado *mdx*, que possui o gene defeituoso, e tenta-se introduzir o DNA normal nesse camundongo, para ver se a proteína se expressa. Tem muita gente trabalhando nisso, mas a dificuldade está em conseguir um vetor (transportador) ideal do DNA. Cogita-se até de usar, no futuro, o HIV atenuado como veículo, em razão de sua grande capacidade de infectar células. Acredito, no entanto, que quando se descobrir uma estratégia para introduzir DNA nas células, ela servirá a muitos casos. Até as portas se abrirão e os avanços nessa área serão enormes.

As informações sobre genética na imprensa são tantas que a gente perde a noção do que é real...

Realmente, sai muita coisa sobre genética na imprensa leiga, mas, em geral, as informações são exageradas. A imprensa

gosta de coisas de impacto, mas quando se destrincha o assunto vê-se que não é bem aquilo. Na prática, o passo mais importante em genética é compreender como determinado gene atua e como o produto dele – uma proteína – interage com outras proteínas. Um assunto que conseguimos entender apenas recentemente é como genes diferentes podem levar a um mesmo quadro clínico. Sabemos agora que as proteínas produzidas por

esses genes atuam interligadas, formando uma estrutura única, e são dependentes umas das outras. Se você tem um defeito em um gene, acaba destruindo a estrutura que envolve as várias proteínas. No caso das distrofias musculares, por exemplo, sabemos agora que várias proteínas presentes na membrana da célula muscular estão ligadas. Cada proteína é codificada por um gene e basta um defeito em um desses genes para que a estrutura que forma a membrana celular se desmanche. Os modelos para explicar esse processo são muito recentes, mas já nos permitem uma compreensão melhor das distrofias.

Outro ‘mistério’ que está sendo resolvido por pesquisas recentes é a ocorrência em indivíduos da mesma família de uma mesma mutação no gene, mas que leva a quadros clínicos totalmente diferentes – graves ou leves. Uma pessoa pode ter a mutação gênica e apresentar um quadro leve, a ponto de não ser diagnosticável clinicamente, enquanto outra tem o mesmo defeito e apresenta um quadro grave de distrofia. Uma das explicações formuladas atualmente é que possa ser um caso de interação entre genes diferentes – dependendo das proteínas que genes ‘vizinhos’ produzem e da interação entre elas, por exemplo, pode-se manifestar um quadro clínico totalmente diverso. O estudo de interação entre proteínas, que vem sendo desenvolvido em nosso laboratório pela Dra. Mariz Vainzof, é um tema muito importante, que queremos continuar estudando e para o qual podemos contribuir muito. De fato, a revista *Human molecular genetics* acaba de aceitar um trabalho em que ela sugere um modelo de interação de proteínas musculares.

Você defende a ampliação de grupos de pesquisa em genética no país... No entanto, como regular a atuação desses grupos? Não há risco de que ocorram absurdos éticos? De certa forma isso já vem acontecendo e nos preocupa muito. A cada dia aumenta no país o número de laboratórios

“É consenso internacional: não se deve testar crianças sobre genes com doenças que vão se manifestar só na idade adulta. No Brasil, há laboratórios fazendo esses testes.”

particulares fazendo testes genéticos, e a maioria desses laboratórios está apenas interessada no lucro, sem se preocupar com questões éticas. No Brasil não existe um ‘comitê de ética’ e fica a critério dos próprios laboratórios seguir ou não orientações internacionais. Muitas vezes, eles as ignoram completamente...

Poderia citar um exemplo?

Facilmente: existem genes que provocam doenças que só se

manifestam na vida adulta. É consenso internacional não se testar crianças para esses genes. No Brasil, no entanto, há laboratórios fazendo testes em crianças. Há pouco tempo, atendi uma mãe que queria que testássemos seu filho para Coréia de Huntington, uma doença genética, em que a pessoa é absolutamente normal até cerca de 40-50 anos, e só depois dessa idade o gene começa a se manifestar. A partir daí, a pessoa passa a apresentar movimentos descoordenados e demência progressiva. Qual a vantagem dessa criança (ou de sua mãe) saber que possui esse gene, se ainda não há tratamento conhecido? Dar um diagnóstico como esse é a mesma coisa de afirmar que a pessoa será atropelada depois dos 40 anos. Não há o que fazer... Pois bem, argumentei com essa mãe e ela pareceu entender. No entanto, meses mais tarde, ela me telefonou dizendo que, por pressão da família, havia testado o menino em um laboratório particular. Ela não sabia se deveria abrir ou não o envelope com o resultado do teste...

O que você aconselhou?

Mantive minha posição contrária ao teste. Não vejo vantagem em saber enquanto não houver tratamento preventivo. Além disso, penso que se deve resguardar o direito dessa criança decidir, quando ficar adulto, se quer ou não ser testado e saber ou não se possui esse gene. Até lá, poderíamos lhe apresentar uma alternativa, já que existe expectativa de que nos próximos 20 ou 30 anos surja um tratamento para a doença. Nossa experiência com jovens adultos é de que eles, em geral, não querem ser testados. Fizemos um convite a estudantes de medicina para que fossem testados para a doença de Alzheimer – o teste detecta a presença de apolipoproteínas que aumentam a suscetibilidade à doença. De uma turma de cerca de 30 alunos, 18 disseram que sim, que gostariam de ser testados. No entanto, no dia marcado para o teste, nenhum apareceu! Essa experiência nos mostrou que as pessoas tomam uma decisão em teoria e outra diferente na prática.

Para que angustiar uma família se não é possível oferecer alternativa de tratamento? Sabemos que a expectativa da família, quando se submete a um teste como esse, é obter uma resposta negativa. Mas sabemos também que as respostas positivas existem, e que com elas a maioria das pessoas não sabe lidar... Mesmo sob o argumento de que a família está ou quer se preparar para o pior, julgamos que essa informação só cria instabilidade.

O que você acha que motivou o outro laboratório a fazer o teste?

Puro interesse comercial. Esse laboratório testou não apenas o menino, mas toda a família: perto de cem pessoas. Cada teste custa cerca de R\$ 250. Não há interesse em preservar os indivíduos, mesmo que crianças, mas apenas o de ganhar dinheiro. Meu temor é que isso se acentue, e que os testes de DNA passem a ser triviais, como os exames laboratoriais hoje. De que forma a informação genética de um indivíduo será usada, no futuro? Será que chegaremos ao ponto de, para se conseguir um emprego, precisar apresentar um certificado de 'boa herança genética', como se utiliza o de 'bons antecedentes'. Para casar, faremos um 'teste genético pré-nupcial'? Parece brincadeira, mas vemos que certas portas levam a esses caminhos...

Existe alguma instância ou comitê discutindo normas genéticas?

Essa discussão é recente, como a própria biologia molecular. Em nível internacional, existem comitês de ética, mas sabemos também que essas normas dependem de políticas nacionais e o Brasil ainda não as tem. A polêmica em torno da aprovação da lei de patentes mostrou isso.

Você acredita que a tendência futura será de respeito às decisões individuais?

Temos que trabalhar no sentido de preservar a privacidade e o poder de decisão de cada indivíduo, mas vamos enfrentar uma pressão comercial enorme. Prevejo, por exemplo, que as companhias de seguro e empregadoras tentarão ter acesso a essas informações para maximizar seus lucros. As companhias de saúde já exigem certos exames de admissão e fazem restrições a doenças preexistentes. Quem nos garante que no futuro elas não exigirão coleta e exame de DNA do

"Convidamos estudantes de medicina para que fossem testados para a doença de Alzheimer, e 18 concordaram. No dia marcado para o teste, nenhum apareceu!"

indivíduo, para submetê-lo a uma triagem, antes de admiti-lo? Hoje, já existem testes que permitem detectar a presença de vários genes ao mesmo tempo... Temos que evitar que o 'atestado genético' venha a ser introduzido como pré-requisito para qualquer atividade e garantir a privacidade dos indivíduos.

Como você reagiu à destruição dos embriões congelados na Inglaterra?

Essa questão me fez pensar. Queira ou não, o embrião já tem DNA para se desenvolver. Por outro lado, lá o aborto é permitido e não vejo diferença entre destruir embriões e fazer um aborto. Vamos ter sempre que estar discutindo essas questões. Se permitissem a adoção desses embriões, como garantir que embriões-irmãos ou aparentados não se casassem no futuro? Geneticamente, o risco de nascer crianças mal-formadas de casamento entre irmãos é muito alto. Daí a origem do tabu. Isso poderia acontecer no caso de adoção desses embriões, mas pode acontecer também se os bancos de sêmen estiverem utilizando o mesmo esperma para inseminar muitas mulheres. Eles podem estar gerando meio-irmãos, que não saberão do fato. Pelo que conheço, não existe um controle rígido sobre a atuação dos bancos de sêmen.

Patenteamento de genoma, o que você pensa disso?

Acho um absurdo! Totalmente contra!

De outra forma, o livre uso, sem regulamentação, não é absurdo?

Também é. Acho que qualquer pesquisa científica com humanos deveria ser submetida à avaliação de um comitê de ética. Mas temos também problemas ainda muito básicos para discutir, como submeter pessoas a exames desnecessários. E isso ninguém questiona...

Que tipo de exames?

Na nossa área, por exemplo, é muito comum atender pais de crianças com distrofias que nos relatam que as crianças foram submetidas a exames sofisticados, como a eletromiografia, em que se aplicam choques para 'estudar' a contração muscular, ou a biópsia muscular. Em geral, esses exames não concluem nada e os médicos acabam encaminhando o caso ao nosso laboratório. Para diagnosticar distrofias, muitas vezes

basta um exame de enzimas e de DNA, sem necessidade de outros exames.

Você atribui isso à ignorância ou má-fé de médicos e laboratórios?

As duas coisas: muitos médicos optam por dar uma batelada de exames para depois decidirem o que fazer. No entanto, na grande maioria dos casos isso não soluciona. Exame tem que ser uma coisa ponderada, feita aos poucos. E exames invasivos têm que ser evitados ao máximo. Tive uma discussão uma vez com um médico porque ele mandava crianças com distrofia fazerem exame de líquido. Ele queria detectar a presença no líquido de uma determinada proteína, mas sem nenhuma base científica. Além disso, os exames eram feitos em vários laboratórios,

“Sou totalmente contra o patenteamento do genoma. Acho que qualquer pesquisa científica com humanos deveria ser submetida à avaliação de um comitê de ética.”

sem padronização. Ele, no entanto, insistia, argumentando que se os resultados fossem negativos isso, por si, validava a experiência. Ora, o exame de líquido não é trivial e inócua como colher sangue; é um exame doloroso e de risco. Garanto que ele não indicaria um exame desse tipo, e por esse motivo, a seu próprio filho. Decerto ele tinha um interesse pessoal, talvez fazer uma tese sobre o tema... O pior é que casos desse tipo são frequen-

tes e não há comitê analisando se propostas como essa têm base científica e podem levar a alguma conclusão relevante. A comunidade científica é uma primeira instância de avaliação: devemos nos tornar mais atentos e denunciar esses casos, para proteger os nossos pacientes e a nós mesmos, uma vez que todos estamos sujeitos a essas situações.

Cientista: Antes de assinar qualquer jornal, procure saber qual é o que mais fala de ciência no Brasil.

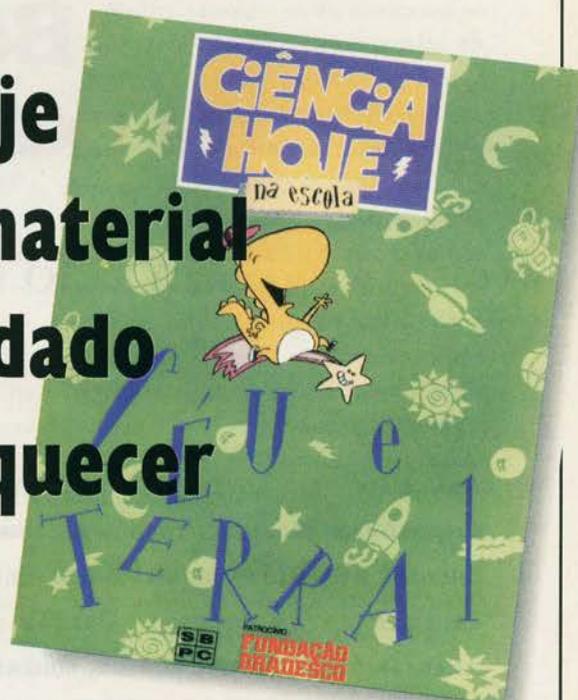


Assinaturas : 0800 264846

P R O F E S S O R



**Ciência Hoje
preparou este material
com todo cuidado
para você enriquecer
sua aula.**



Agora, conte aqui como foi a aula.

Ciência Hoje na Escola reúne, em volumes temáticos, artigos e experiências publicados na revista *Ciência Hoje das Crianças*. São textos e desenhos selecionados para você planejar suas aulas com segurança e de acordo com os temas curriculares.

Foi um esforço e tanto. Agora, ninguém melhor que você, com sua experiência, para nos relatar sobre os resultados alcançados.

Escreva-nos contando como transcorreu aula e como reagiram os alunos.

Queremos publicar sua carta na revista *Ciência Hoje*.

Ela pode ser muito útil tanto para nós como para outras escolas do Brasil inteiro.

ENVIE SUA CARTA PARA CIÊNCIA HOJE

Av. Venceslau Brás 71, Casa 27, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22290-140.

Ou pelo fax (021) 541-5342.

Para adquirir seu exemplar ou para qualquer esclarecimento, ligue para:

0800 264846

CIÊNCIA HOJE

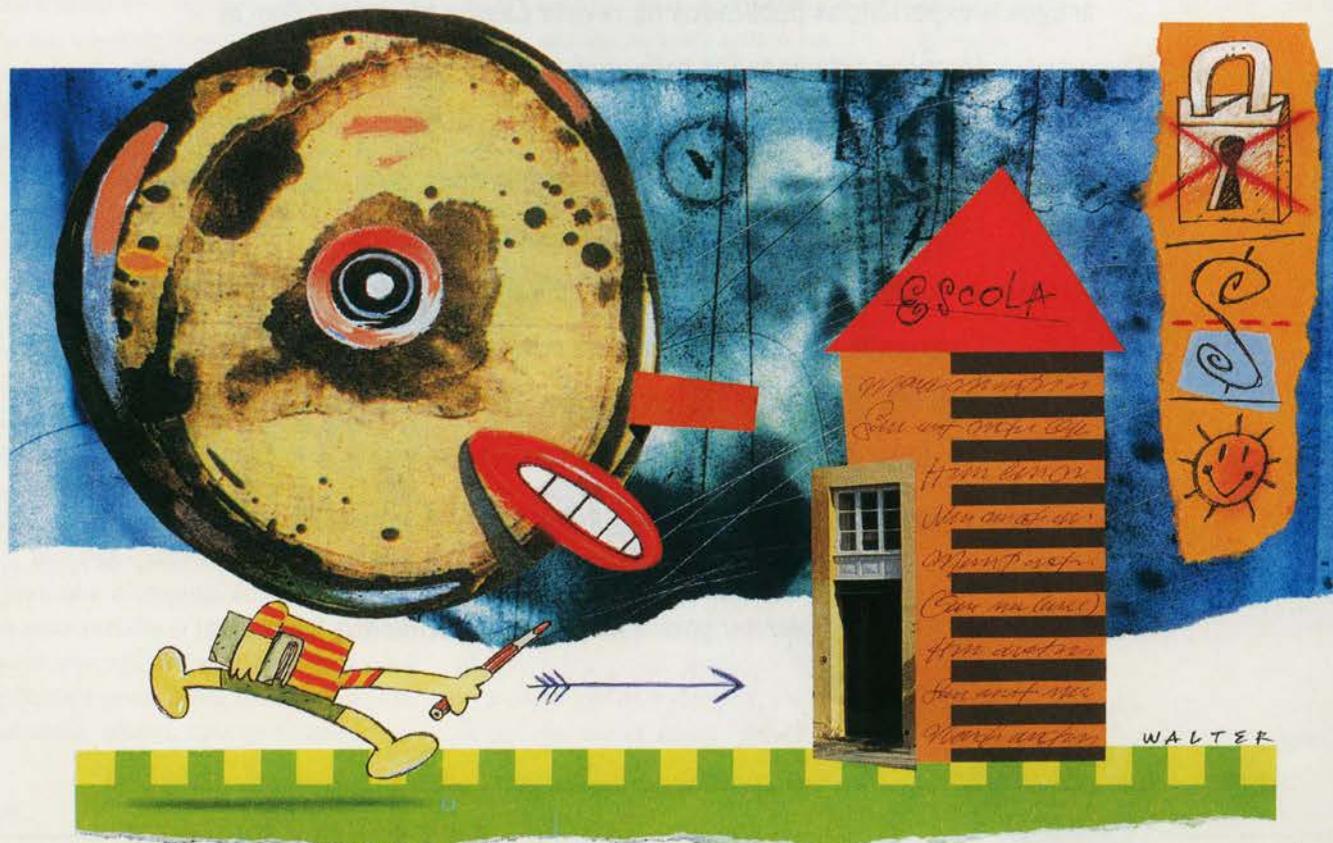
Entre neste coro: Educação! Educação! Educação!

BOLSA-ESCOLA UM EXEMPLO DE BRASÍLIA

Evasão escolar caiu para 0,2%

ANUNCIADO PELO GOVERNADOR DO DISTRITO FEDERAL, CHRISTÓVAM BUARQUE, LOGO APÓS TOMAR POSSE, NO INÍCIO DE 1995, O PROGRAMA BOLSA-ESCOLA PODE SER CONSIDERADO UM SUCESSO. GRAÇAS AO INCENTIVO FAMILIAR DE UM SALÁRIO MÍNIMO, MUITAS CRIANÇAS DE BRASÍLIA TROCARAM A RUA OU O TRABALHO PRECOCE PELA SALA DE AULA. O PROGRAMA JÁ COMEÇA A SER COPIADO EM OUTROS ESTADOS E ATÉ DESPERTOU O INTERESSE DO PRESIDENTE DA ÁFRICA DO SUL, NELSON MANDELA. RECONHECIMENTO ESPECIAL VEIO EM SETEMBRO DESTE ANO, COM O PRÊMIO 'CRIANÇA E PAZ', INSTITUÍDO

PELO FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (UNICEF) PARA HOMENAGEAR INSTITUIÇÕES E PERSONALIDADES QUE SE DESTACAM NA DEFESA DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE. APREMIÇÃO FOI CONCEDIDA AO GOVERNO DO DF PELO PROGRAMA EDUCAÇÃO BÁSICA (QUE INCLUI O BOLSA-ESCOLA) E POR UM PROJETO CONTRA A PROSTITUIÇÃO INFANTIL. O PROGRAMA BOLSA-ESCOLA TAMBÉM ESTÁ ENTRE OS 20 SELECIONADOS PELA FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, ENTRE 1.300 INSCRITOS, PARA RECEBER O PRÊMIO 'GESTÃO PÚBLICA E CIDADANIA', DE R\$ 3.000 SIMBÓLICOS.



Das 12.095 crianças de Brasília beneficiadas pelo Programa Bolsa-Escola em 1995, só 0,2% (20) abandonaram os estudos. Nos anos anteriores, a taxa de evasão nas escolas públicas primárias do Distrito Federal foi de 7%. Além disso, o índice de aprovação dos bolsistas foi superior à média: dos inscritos no programa, 9.652 (79,8%) passaram de ano: mais de 10% do registrado em 1994 (70,2%).

Para alguns críticos, o programa é demagógico. Outros o vêem apenas como paliativo. Há ainda os que acham pequeno o valor da bolsa, ou injustos os critérios de seleção dos bolsistas. Entretanto, o fato é que, gastando menos de 1% de seu orçamento, o governo do DF está mostrando que é possível manter os alunos na escola. Hoje, em Brasília, são atendidas cerca de 14.800 famílias. E quase 30 mil crianças trocaram a rua – e o trabalho infantil – pela sala de aula (figura 1).

CIDADES	Nº DE FAMÍLIAS	Nº DE ALUNOS
Paranoá	1.815	3.400
Varjão	229	478
Brazlândia	1.854	2.973
São Sebastião	973	1.838
Recanto das Emas	1.478	2.726
Ceilândia	4.348	8.696
Samambaia	4.323	8.496
Projetos	36	65
TOTAIS	14.786	28.672

Figura 1. Localidades assistidas pelo Programa Bolsa-Escola no DF — o item Projetos inclui alunos da Casa Aberta em Taguatinga, no Plano Piloto e na Escola Agrícola.

A Bolsa-Escola paga um salário mínimo a famílias carentes com filhos de sete a 14 anos matriculados na escola pública, desde que eles não faltem a mais de dois dias de aula por mês. Para recebê-la, a família tem de comprovar que mora no DF há pelo menos cinco anos consecutivos e que tem renda mensal *per capita* de até meio salário mínimo. Perde o direito à Bolsa-Escola se aumentar a renda e ultrapassar aquele nível de pobreza. A reprovação no fim do ano não suspende o benefício.

Mas os efeitos da Bolsa-Escola vão além da ajuda financeira: o programa tem contribuído também, como observa sua coordenadora, a socióloga Marisa Pacheco, para elevação da auto-estima das famílias beneficiadas, a maioria das quais nunca teve conta bancária. Além disso, em famílias cujo chefe da casa é a mãe, o programa valoriza o papel da mulher, atribuindo-lhe responsabilidades.

A FAMÍLIA NA ESCOLA

Outro resultado positivo da Bolsa-Escola é levar as famílias ao convívio na escola. Para garantir o rendimento escolar de seus filhos, pais e mães participam das reuniões promovidas pelos professores e diretores das escolas, tanto para acompanhamento do desempenho escolar das crianças quanto para o planejamento e execução de atividades complementares.

A professora Marisa encara a Bolsa-Escola como apoio do Estado à maternidade e fator de agregação da família, especialmente no meio rural onde em geral os períodos letivos terminam com menos da metade dos alunos matriculados no início. “Com certeza, um salário a mais na renda reduz a mobilidade das famílias rurais”, afirma a professora, que já reúne dados para comprovar mudanças de comportamento: “Antes, os trabalhadores rurais assumiam compromissos sem preocupação com o calendário escolar. Agora, quando os filhos são requeridos como força de trabalho auxiliar, isto é programado para depois das atividades escolares”.

O órgão gestor da Bolsa-Escola é a Secretaria de Educação, por meio de uma Comissão Executiva, uma Secretaria Executiva e uma Comissão Local, esta com participação de entidades representativas da comunidade. Essa estrutura é responsável pelo planejamento, coordenação, supervisão e operacionalização do programa. Com base no estudo do perfil socioeconômico da população e da matrícula no ensino fundamental diurno da rede pública, foi executado o projeto-piloto, a partir de março de 1995, na cidade de Paranoá. Também foi definido o cronograma de implantação nas demais cidades, por etapas.

INCENTIVO À APROVAÇÃO

Junto com a Bolsa-Escola, foi criada a Poupança-Escola, incentivo adicional para que os alunos continuem estudando mesmo depois de terminarem o primeiro programa. No final de cada ano letivo, ela dá ao bolsista aprovado o crédito de um salário mínimo, numa operação que o acompanha até o término do segundo grau.

Quando conclui a quarta série do ensino fundamental, o aluno pode retirar a metade do que foi creditado em seu nome; no final da oitava série, tem acesso novamente à metade do saldo; quando, finalmente, termina o segundo grau, pode receber o total registrado a seu favor. O dinheiro é acrescido de juros e correção monetária durante o tempo em que fica depositado, como uma caderneta de poupança. Assim, o aluno que entrar no programa na primeira série do primeiro grau terá, no final do segundo grau, um saldo de R\$ 600, mais juros e correção.

Se, em qualquer momento, o aluno abandonar a escola, o crédito em seu nome é automaticamente transferido para os cofres do governo do Distrito Federal. Enquanto estão

depositados, tais recursos compõem o Fundo de Solidariedade do Distrito Federal (Funsol), que visa financiar programas de geração de emprego e renda, prioritariamente destinado a empréstimos a jovens entre 17 a 27 anos de idade, para pequenos empreendimentos (figura 2).

Valor a ser alocado no Funsol	1.003.800
Valor a ser creditado no BRB para concluintes da 4ª e 8ª séries	83.272
TOTAL	1.087.072

Figura 2. Custos, em reais, da Poupança-Escola com alunos aprovados em 1995.

UTOPIA EM VIAS DE REALIZAÇÃO

O governador Christóvam Buarque quer realizar o que parece uma utopia: ter todas as crianças de sete a 14 anos do Distrito Federal freqüentando a escola. Por enquanto, alguns resultados são animadores: segundo levantamento do Sistema Nacional de Avaliação Básica (SAEB), feito pelo Ministério da Educação e do Desporto em 1995, os alunos de Brasília tiveram melhor desempenho que os de todos os estados em matemática e compreensão de leitura.

As provas do SAEB/95 foram aplicadas em alunos da quarta e oitava séries (primeiro grau) e da segunda e terceira séries (segundo grau). Na quarta série, por exemplo, o percentual de acertos dos estudantes brasileiros foi de 42,6% em matemática e 56,5% em português, enquanto a média nacional foi respectivamente de 38,3% e 50,6%. Quanto aos docentes, a grande maioria dos professores do ensino fundamental no DF tem mais do que o segundo grau. O Censo Educacional de 1994 mostrou que 64% das funções docentes são exercidas por professores com nível superior completo.

O ensino do DF foi considerado o de melhor qualidade em pesquisa realizada pelo MEC em todos os estados, com base em testes aplicados a alunos, seguindo metodologia de amostragens. Sem a pretensão de ser um achado pedagógico, mas funcionando como suporte básico, a Bolsa-Escola já está contribuindo para mudar o perfil estatístico do ensino (figura 3). O contingente de famílias atendidas deve crescer, à medida que cada uma das 12 regiões administrativas do DF venha a ser incorporada ao programa, começando pelas mais carentes.

RESULTADOS PRÁTICOS

Nas escolas pode-se perceber que o programa está dando resultado. Um exem-

plo é Emerson Dias da Conceição, 10 anos, que raramente ia à escola e hoje é aluno da segunda série de uma escola de primeiro grau da cidade-satélite de Samambaia. Matriculado em uma turma de reintegração para alunos fora da faixa etária, tem de manter a assiduidade para garantir a Bolsa-Escola.

De acordo com Vera Alice Barroso, diretora da escola onde Emerson estuda, essa história está se tornando comum: "Agora são poucos os desistentes, até porque os alunos que eram desistentes estão recebendo a Bolsa-Escola." Para Edileusa Fernandes, assistente da direção da Divisão Regional de Ensino de Samambaia, e uma das pessoas responsáveis pela implantação do programa na cidade, "não há dúvida de que a evasão diminuiu".

José Bento Júnior, 8 anos, morador do assentamento de Recanto das Emas, aluno da primeira série do ensino básico, espera o pai chegar dentro da escola. "Como os pais estão interessados na freqüência, eles acabam acompanhando mais os filhos", explica a diretora Vera Alice. Júnior, como costuma ser chamado o garoto José Bento, exibiu seu uniforme novo, informando que foi comprado com o dinheiro da Bolsa-Escola.

O acompanhamento da freqüência do aluno é realizado na própria escola. As famílias cujos filhos foram assíduos recebem notificações para buscarem o pagamento no Banco de Brasília (BRB). Geralmente, o depósito é feito em nome das mães, porque muitas delas ocupam a posição de chefe da família, além de serem o adulto mais presente na vida das crianças.

A permanência dos estudantes no segundo grau, estimulada pela Poupança-Escola, poderá proporcionar maior acesso dos alunos da rede oficial do Distrito Federal à Universidade de Brasília. Ao final de cada série do segundo grau, a UnB aplicará em todas escolas (públicas e particulares) do DF um exame sobre os assuntos estudados durante o ano. Iniciada este ano com os alunos da primeira série, a avaliação seriada do segundo grau servirá para preencher 50% das vagas oferecidas pela Universidade em 1998, sem que os alunos com bons resultados precisem enfrentar o vestibular.

RA	ALUNOS	APROVADOS	CONCLUÍRAM A	
			4ª SÉRIE	8ª SÉRIE
Paranoá	3.650	3.023	436	27
Varjão	482	405	46	-
Brazlândia	3.106	2.545	448	15
São Sebastião	1.948	1.608	175	2
Recanto das Emas	2.832	2.070	325	9
Projetos	77	55	4	-
TOTAL	12.095	9.706	1.434	53

Figura 3. Desempenho dos alunos de todas as séries do primeiro grau beneficiados com a Bolsa-Escola, por região administrativa, em 1995. Nas duas colunas finais, número de alunos bolsistas que concluíram a quarta e a oitava séries. O item Projetos inclui alunos da Casa Aberta em Taguatinga, no Plano Piloto e na Escola Agrícola.

REPERCUSSÃO

Em reportagem no final de 1995, a revista norte-americana *Time* comentou os resultados positivos do primeiro ano do programa. Na mesma ocasião, iniciativas semelhantes começaram a surgir em outras cidades. Segundo o senador Eduardo Suplicy (PT-SP), além de Brasília e de Campinas (SP), que desde 1995 associam a renda mínima à educação, Salvador (BA), Londrina (PR), Boa Vista (RR) e oito cidades do Estado de São Paulo já têm programas dessa natureza. Entre os governantes estrangeiros que se interessaram por conhecer o programa está o presidente da África do Sul, Nelson Mandela.

No nível federal, o Ministério da Previdência Social lançou em maio deste ano o 'Vale Cidadania', com objetivos semelhantes aos da Bolsa-Escola, para atender em Ribas do Rio Pardo (MS) as famílias de 200 crianças que antes trabalhavam em carvoarias e voltaram a freqüentar as salas de aula.

A segunda localidade do Distrito Federal a receber a Bolsa-Escola foi o Varjão, antiga área de chácaras que, invadida, virou assentamento definitivo. É separada do luxuoso bairro residencial do Lago Norte apenas por uma pista e pelo riacho do Torto. Os moradores foram cadastrados e ganharam lotes, onde, pouco a pouco, os barracos de madeira cedem lugar a casas de alvenaria.

O presidente da Associação de Moradores do Varjão, Cristomário de Souza Medeiros, 24 anos, estudante de história na Universidade de Brasília, faz distinção entre a cesta básica de alimentos dada pelo governo às famílias mais pobres e a Bolsa-Escola, compromisso firmado contratualmente com as famílias

que conseguem manter os filhos na escola: "Não digo que seja uma solução. Pode ser qualificada como paliativo, se levarmos em conta que a questão social exige planos mais abrangentes e mais complexos, mas é um investimento com retorno garantido. Não pode ser encarada como puro assistencialismo, até mesmo porque são benefícios com tempo limitado e sob condições."

Graças ao auxílio, Genilda Maria Martins da Silva, 35 anos, moradora de Varjão, pôde ficar em casa cuidando dos três filhos. Antes, ela trabalhava fora, em serviços domésticos, e ainda repassava metade do salário para uma pessoa que a substituiu nas tarefas caseiras. "Mas as crianças viviam sujas e cheias de vermes", conta Dona Genilda, que em 1983 trocou Goianinha (RN), a cerca de uma hora e meia de Natal, por Brasília, onde nasceram Janaína (10 anos); Laiane (5) e Wilson Geovane (2). O marido, Wilson, ganha cerca de R\$ 200 por mês como mecânico – a bolsa, portanto, representa metade dos rendimentos familiares.

O líder do governo federal no Congresso Nacional, senador José Roberto Arruda (PSDB-DF), apresentou o projeto-de-lei que cria o programa de Bolsas de Estudos em municípios com população inferior a 50 mil habitantes. O Programa Comunidade Solidária irá realizar seminário sobre programas de renda mínima e educação. Anna Maria Peliano, secretária executiva do Comunidade Solidária, acha fundamental a execução descentralizada desses projetos.

.....
GILBERTO COSTA E LUÍS MARTINS (COLABORADORES)
 BRASÍLIA, DF.

UMA FAMÍLIA COM PLANOS PARA O FUTURO

Na Vila Paranoá, a família de Manuel Marques da Silveira foi uma das primeiras contempladas com a Bolsa-Escola e também a ganhar um lote do governo quando a antiga invasão foi transformada em assentamento definitivo. Aos poucos, a moradia desse riograndense do Norte de 46 anos ganhou aspecto de casa. Foram anos de esforço para construir uma residência de alvenaria. Ainda assim, falta o reboco final. No pequeno pátio, acumulam-se montes de areia, vergalhões e outros materiais, e sacos de cimento empilham-se na sala de visitas, ao lado de modestos sofás e de um móvel, com a TV, um rádio-gravador e diversas fitas.

Ali vivem 11 pessoas: o casal, sete filhas, o filho caçula de cinco anos e um

neto de dois anos. Hospitaleiro, Manuel faz questão de que as visitas compartilhem sua refeição à base de produtos que "acabaram de chegar do Norte": queijo, mel, farinha e castanha-de-caju. Analfabeto confesso e sem muito traquejo nos assuntos escolares, chama a filha Eliane, que cursa a quinta série, para colaborar na entrevista. Desempregado há alguns meses, administra a casa enquanto a mulher trabalha fora, inclusive aos sábados, como faxineira em um clube do lago Paranoá, freqüentado pela elite de Brasília. Ela também não foi alfabetizada. Entretanto, os dois se empenham para que os filhos sigam alguma carreira, "sem impor nada a ninguém, cada qual com o seu gosto".

Na escola, já pensando no futuro, Eliane (14 anos) pretende ser professora, Daniela (13) quer cursar medicina, Eva (10) escolheu ser secretária, Helena (7) diz que será enfermeira. E mesmo o pequeno Lindomar, ainda na pré-escola, já decidiu: vai ser médico. Os quatro garantem, desde agosto de 1995, o salário mínimo extra em casa. As três mais velhas, Lucilene (21), Valdenora (19) e Cristiane (17), já deixaram de estudar. Penúltimo de um grupo de 11 filhos e ainda com o pai vivo, com 103 anos, "lá no Norte", Manuel conta que na sua infância as condições para estudar eram difíceis. Sem Bolsa-Escola e com muito trabalho desde cedo, ele e os irmãos cresceram "sem leitura".

CHRISTÓVAM BUARQUE

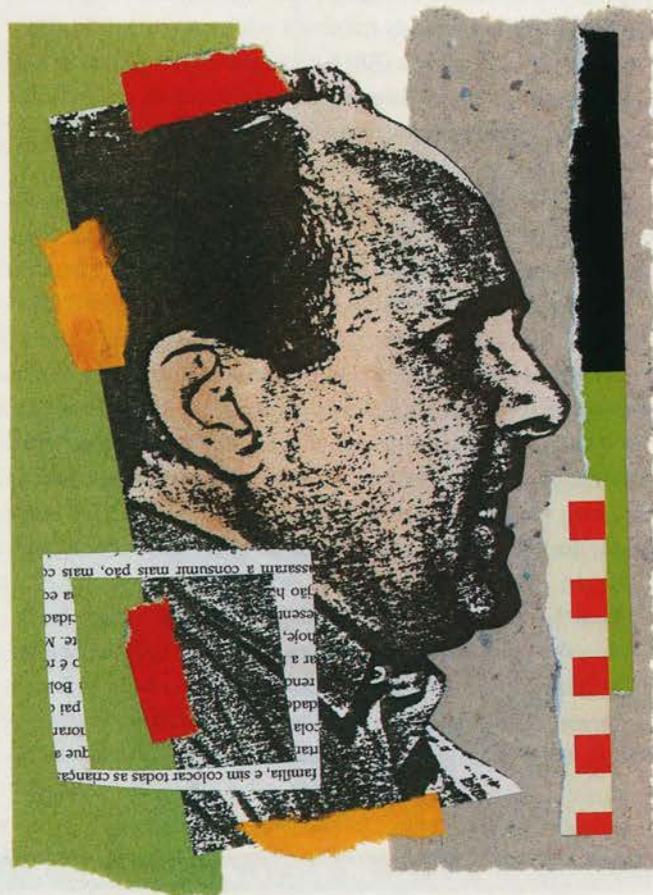
“Bolsa-Escola não dá voto”

NO DIA 3 DE JANEIRO DE 1995, DOIS DIAS DEPOIS DE TOMAR POSSE, O GOVERNADOR CHRISTÓVAM BUARQUE ANUNCIOU, NA CIDADE DO PARANOÁ, A IMPLANTAÇÃO DA BOLSA-ESCOLA. FOI O PRIMEIRO ATO DE SUA ADMINISTRAÇÃO, QUE VIRIA A SER LEGALIZADO ATRAVÉS DO DECRETO Nº 16.270, DE 11 DE JANEIRO DAQUELE ANO. COMEÇARAM EM SEGUIDA AS CRÍTICAS: DURANTE MESES, O PROGRAMA FOI ALVO DE CETICISMO, JÁ QUE SE IMAGINAVA SEU CUSTO CRESCENTE E INSUSTENTÁVEL. DESDE ENTÃO, O GOVERNADOR ASSOCIOU QUATRO MEDIDAS: A) BOLSA-ESCOLA PARA FAMÍLIAS CARENTES COM CRIANÇAS NA ESCOLA; B) POUPANÇA-ESCOLA PARA TODA CRIANÇA CARENTE QUE SEJA APROVADA NO FINAL DO ANO; C) SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO DA CRIANÇA PARA EVITAR EVASÃO E AUSÊNCIA À ESCOLA; D) RESTRIÇÃO AO TRABALHO INFANTIL. ESTA QUARTA MEDIDA, NO ENTANTO, DIZ O GOVERNADOR, EXIGE A IMPLANTAÇÃO DAS TRÊS PRIMEIRAS E UM ESFORÇO NACIONAL. A BOLSA-ESCOLA, PORTANTO, É PEÇA-CHAVE DE UM CONJUNTO ARTICULADO DE MEDIDAS CUJA FINALIDADE BÁSICA É MELHORAR A QUALIDADE DO ENSINO. A SEGUIR, ALGUNS TRECHOS DA ENTREVISTA CONCEDIDA POR CHRISTÓVAM BUARQUE SOBRE SUAS IDÉIAS.

Há propostas para criação de mecanismos semelhantes à Bolsa-Escola no Legislativo, no Executivo, nos estados e municípios. Em véspera de eleição, isso não parece instrumento eleitoral?

A Bolsa-Escola não dá muita popularidade, não dá voto, por beneficiar um número específico de famílias, que nunca vai ser muito grande. E o resto da população não se deslumbra com esse tipo de proposta, e sim com grandes obras civis. Ainda demora um pouco para que se perceba a importância de um projeto educacional. Nada justifica mais a Bolsa-Escola do que o fato de que ela não dá popularidade. Isso mostra como a educação nesse país não é prestigiada.

Se o Governo Federal adotar um projeto de renda mínima, antiga proposta do PT, torna-se desnecessária a Bolsa-Escola? O projeto da renda mínima tem uma lógica econômica. A renda mínima diz: se a gente colocar R\$ 100 no bolso de cada



cidadão, acaba-se com a miséria. A lógica da Bolsa-Escola não é esta. É a de que não é importante colocar R\$ 100 no bolso de um pai de família, e sim colocar todas as crianças desse pai na escola. Portanto, nós pagamos R\$ 100 para que as crianças fiquem na escola e não porque R\$ 100 vão melhorar a vida da família. É verdade que R\$ 100 no bolso de um pai de família que não tem renda melhora, mas o objetivo da Bolsa-Escola não é melhorar a família, é melhorar o país. Não é resolver o problema de hoje, é construir um futuro diferente. Mas ajuda também no presente. Pudemos observar que em cidades como Paranoá e Varjão houve uma dinâmica melhor na economia. As pessoas passaram a consumir mais pão, mais comida, e houve um impacto econômico, mas não é esse o objetivo.

A Bolsa-Escola tem sido vista como um ovo de Colombo, mas na verdade não é obrigação do Estado prover o mínimo necessário para que uma família, por sua vez, cumpra o

mandato constitucional da obrigatoriedade de manter na escola os filhos em idade escolar?

É, mas não se pode obrigar o cumprimento da lei quando a lei é contra a realidade. Não se pode obrigar um pai a manter os filhos na escola quando todos da família estão com fome. Como é que se faz quando não se tem nada para comer em casa? Como é que um filho vai para a escola quando o pai e a mãe estão doentes e ele ou tem de ficar em casa cuidando deles ou tem de dar um jeito de ganhar um dinheirinho para sustentá-los? Então, o que estamos fazendo é viabilizar o cumprimento da obrigação constitucional por aquelas famílias que não têm como fazer isso. No Brasil, ultimamente, acredita-se que leis são capazes de passar por cima da realidade. Quando as coisas da realidade contrariam a lei, só pode prevalecer a realidade.

Se uma família tiver um filho na escola e outra tiver vários, o valor da bolsa é o mesmo. Por que não existe uma diferenciação?

Quando lancei a idéia da Bolsa-Escola, no meu livro *A Revolução das prioridades*, eu propunha a Bolsa-Escola para o Brasil inteiro e mostrava que havia recursos para isso. Minha proposta era: um salário mínimo para quem tivesse até dois filhos e dois salários mínimos para quem tivesse mais de dois filhos. Mas o Distrito Federal não tem como pagar isso. Reconheço que um salário mínimo é pouco, mas é só o que é possível, no momento.

Com nove milhões de famílias na faixa de pobreza no país, isto é, cerca de 30 milhões de carentes, seria viável adotar a Bolsa-Escola em nível nacional, num momento em que a palavra-chave do Ministério do Planejamento é austeridade? O número com que tenho trabalhado é 10 milhões de beneficiados. Minha palavra também é austeridade. Só que eu complemento: "Austeridade para quem e como?" Se você multiplica nove milhões de famílias por R\$ 50 – o que eu proponho em se tratando do Brasil inteiro – e por 12 meses, dá R\$ 5 bilhões por ano. Quanto se colocou no Proer, para salvar os bancos? Se dividirmos esse montante pelo Produto Interno Bruto, de R\$ 540 bilhões, vamos ter apenas 1%. Imagine o impacto econômico que isso teria. E imagine 10 anos depois, quando toda criança tivesse terminado o segundo

grau. Esse negócio de ter dinheiro ou não tem os seus limites, é claro. Em geral, o limite de um país é físico. Tem energia suficiente para isso? Tem tijolo suficiente para fazer escola? Tem professor suficiente para dar aula? Isso é que tem de ser perguntado. O dinheiro é o instrumento para mobilizar isso.

Em nível nacional é perfeitamente possível. Bastam algumas políticas fiscais.

Conversando com o presidente, falei sobre o projeto para acabar com a aposentadoria especial do professor universitário aos 50 anos. Sou contra esse tipo de aposentadoria não por razões financeiras, mas éticas. Um país com poucos cientistas não deve aposentá-los tão cedo. Aliás, deveria existir no Brasil uma lei proibindo professor universitário de se aposentar, porque eles são necessários, e não por motivos financeiros. O que se deveria era dar um aumento para eles e mantê-los trabalhando. Como eu disse, sou favorável à austeridade, mas é preciso saber sobre quem. Não vou querer austeridade sobre famílias que não mantêm as crianças na escola porque precisam que elas trabalhem. Quero austeridade em cima dos ricos, dos banqueiros, dos latifundiários. E austeridade não para o governo tomar dinheiro, mas para aplicar o que sobra em alguma coisa. É preciso lembrar que existe um projeto-de-lei que amplia a Bolsa-Escola para todo o país, apresentado

pelo senador José Roberto Arruda, líder do governo. Ele fez uma análise muito interessante, que reduz o custo à metade. Concentra o programa, com recursos do governo federal, nas cidades com menos de 50 mil habitantes. Nas cidades grandes, o programa caberia a governadores e prefeitos.

De certa forma, o alvo da Bolsa-Escola não deveria ser deslocado do Distrito Federal para os municípios interioranos emissores de migrantes?

Concordo. Até para evitar o que acontece no DF, onde só são beneficiadas famílias com mais de cinco anos de residência aqui. É lamentável, porque às vezes uma família recebe e a outra, que mora ao lado, não recebe, embora seja mais pobre, por não estar no DF há mais de cinco anos.

O senhor compartilha do raciocínio de vários estrategistas, entre eles o Prêmio Nobel Gary Becker (1992), de que é preciso cobrar mensalidades dos que podem pagar para



**“NÃO SE PODE
OBRIGAR UM PAI
A MANTER OS FILHOS
NA ESCOLA QUANDO
TODOS DA FAMÍLIA ESTÃO
COM FOME.”**

subsidiar o ensino dos que não podem?

Essa é uma colocação tola, porque os que podem já colocam seus filhos no ensino privado. A escola deve ser gratuita para todos. Por quê? Porque educação não beneficia os pais ou as crianças isoladamente, beneficia o país. É como o serviço militar: ninguém propõe que o serviço militar deva ser pago. Por quê? Porque se supõe que ele serve ao país. Ora, terminar o segundo grau é um serviço ao país, não um serviço só para a pessoa. Então, deve ser grátis. Agora, quer ter escola particular? Tenha. Quer pôr os filhos na escola americana? Ponha. Mas tem de ter escola pública para todo mundo.

O senhor tem esse mesmo ponto de vista em relação à universidade?

Também, mas do jeito que a universidade está hoje eu não acho que tenha de ser paga ou grátis. Tem de ser fechada. Porque ela perdeu o compromisso com o povo, com a sociedade, com o futuro. E para que possa ter um compromisso com o povo, com a sociedade e com o futuro, ela tem de ser grátis. Então, o que é que eu defendo? Que a universidade continue grátis, mas que ela mude, que fique diferente, que seus cursos sejam outros, que ela assuma um compromisso com o ensino privado que ela não tem hoje, que ela tenha compromisso com a saúde pública e não com a formação de médicos para ficarem ricos. Na hora em que a universidade formar médicos que resolvam os problemas de saúde do povo, poderá ficar tranqüila que todo mundo vai ver que ela deve ser grátis.

Outra iniciativa sua é o Programa de Avaliação Seriada (PAS), que possibilita a entrada na universidade sem vestibular, ou seja, com avaliações parciais ao final das três séries do segundo grau.

Isso pode significar que o filho do pobre terá condições de chegar à universidade, já que terá a Bolsa-Escola, a Poupança-Escola e o PAS, que o dispensará de cursinhos preparatórios?

Exatamente. Com a Bolsa-Escola, nós o colocamos para dentro; com a Poupança-Escola, ele é incentivado a ficar; com o vestibular seriado, nós fazemos com que ele possa entrar na universidade. Agora, o que mais é preciso? É preciso que a escola seja boa. Por isso, é preciso aumentar o salário do professor, e bastante.

O senhor acredita que o recém-formado pela universidade deve prestar serviços à comunidade?

Sempre fui a favor disso e estou tentando colocar em prática, mas não é para pagar a universidade, é para formar melhor o cidadão. Sempre defendi que uma disciplina obrigatória nas universidades fosse a alfabetização de adultos. Todo estudante universitário deveria ajudar a alfabetizar adultos, mas não para pagar seu curso: é para aprender que existem analfabetos adultos, senão nem fica sabendo. Se não for assim, ele não se compromete, não tem contato, não conversa com eles. O que proponho não é serviço social, não. Em vez de uma disciplina como era a Estudos de Problemas Brasileiros, que não serve para nada, proponho prática social para os estudantes universitários. Mas não apenas para universitários: proponho também para as academias militares. O tenente que está estudando tem de alfabetizar adultos. E os professores também. Todo professor universitário deveria ser obrigado a ir às periferias para alfabetizar a população. Se não se fizer isso, não vamos conseguir erradicar o analfabetismo no Brasil.

Até o final de seu governo, quantas famílias a Bolsa-Escola beneficiará?

Nossa meta é atender a 20 mil famílias.

Como o senhor tem avaliado as

propostas de criação da Bolsa-Escola em estados, municípios e até por parte do Governo Federal?

Estou acompanhando isso tudo, até mesmo porque o DF virou a vanguarda disso tudo. O governador Antônio Britto me ligou dizendo que vai implantar o programa no Rio Grande do Sul, em 41 cidades de uma vez. De Roraima me informaram que já estão sendo entregues as bolsas. Em Belo Horizonte, Salvador e muitas outras cidades há iniciativas semelhantes, e estou acompanhando todas.

Organizações internacionais também manifestaram interesse?

É verdade. A Unesco já se manifestou, a Unicef está fazendo uma avaliação (N.R.: a entrevista foi concedida antes da concessão do prêmio 'Criança e Paz') e o Banco Interamericano de Desenvolvimento e o Banco Mundial também vão mandar missões de avaliação.



“A ESCOLA DEVE SER GRATUITA PARA TODOS PORQUE A EDUCAÇÃO NÃO BENEFICIA OS PAIS OU AS CRIANÇAS ISOLADAMENTE, BENEFICIA O PAÍS.”

SOBRE OS RESULTADOS DO PRONEX

O Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex), do Ministério de Ciência e Tecnologia, aprovou 77 projetos dos 451 apresentados. Essa primeira rodada envolve, em quatro anos, quase R\$ 95 milhões – R\$ 34 milhões no primeiro ano. O programa, com tudo o que possa ser dito, é altamente meritório. Concretizou em resultante politicamente possível antiga reivindicação da comunidade científica. E tem cumprido religiosamente os prazos fixados. Isso posto, vamos a uma breve anatomia de seu resultado. Em 'Pronex: são muitas as perguntas' (*Jornal da Ciência Hoje*, 4/10/96), propus quatro perguntas cujas respostas considerava essenciais para avaliar a primeira rodada do programa.

Retomo aqui aquelas perguntas.

1. *O Pronex terá 'dinheiro novo' ou os programas tradicionais das agências serão penalizados?* Isso só saberemos no fim de 1997, ao se avaliar a execução financeira de todos os programas do MCT. Até lá fica a esperança depositada no aval do presidente da República, que garantiu o caráter incremental dos recursos do Pronex.

2. *Qual o ganho de migrar do conceito de grupo de pesquisa para o de núcleo de pesquisa?* Nenhum. Núcleo, pela configuração das propostas, não quer dizer uma, mas muitas coisas diferentes. Os núcleos aprovados, supostamente mais homogêneos, têm em comum, além do mérito científico-tecnológico, a presença de, no mínimo, três pesquisadores qualificados como bolsistas nível 1 do CNPq. Não raro, o núcleo é a fusão *ad hoc* de grupos que colaboram entre si, sendo efetivamente independentes.

Ficou difícil delimitar os projetos temáticos dos institucionais. Supostamente, todos os projetos institucionais foram eliminados, independente de seu mérito científico. Mas o 'núcleo', numa hipotética taxonomia organizacional da pesquisa, situa-se a meio caminho entre o grupo de pesquisa (que privilegia o vetor temático) e a configuração institucional (departamento, instituto etc.). Esse meio caminho, sem tradição em nossa pesquisa, deve ter colaborado para decisões que provocaram polêmicas, tanto entre os núcleos desqualificados que valorizam o vetor temático quanto entre os qualificados onde é duvidosa a predominância deste vetor.

Quanto maior um projeto, mais difícil é acompanhá-lo e avaliá-lo. Daí as críticas a projetos institucionais como os antigos 'finepões' da COPPE/UFRJ ou da PUC/RJ. A alternativa natural a esse modelo é o apoio ao grupo de pesquisa, modo habitual de organizar o trabalho em C&T. Por que o Pronex não fez tal opção? Afinal, há quatro anos o CNPq fotografa a organização dos grupos de pesquisa no Brasil. Para o Pronex, será alvissareiro superar a idéia de 'núcleo'.

3. *A seleção poderá hierarquizar as propostas em bases*

meritocráticas, como seria desejável? Ela funcionou como teste de grande especificidade e baixa sensibilidade. Nenhum grupo ganhou o título de excelência sem sê-lo. Certo, não foram agraciados muitos núcleos excelentes, seguramente em número maior que 77. Se o Pronex busca dar estabilidade a grupos de reconhecida competência, esperam-se desdobramentos, a começar por sua continuidade, se possível com mais verbas. Não deve ter sido fácil retirar 77 dos 191 projetos pré-qualificados. A seriedade de quem julgou interdita qualquer suspeita de favorecimento. Mas é difícil imaginar que só o mérito intrínseco tenha contado na seleção, haja vista a qualidade dos coordenadores e pesquisadores principais envolvidos. Para aquilatar o peso do mérito científico na escolha, conviria divulgar a planilha padronizada de notas que cada assessor *ad hoc* conferiu ao(s) projeto(s) que avaliou. Isso daria mais transparência à seleção final.

O resultado mostra importante deslocamento de recursos de São Paulo para o Rio de Janeiro e, em pequeno grau, para Minas Gerais e Rio Grande do Sul. As regiões Norte e Nordeste tiveram só dois projetos selecionados, um no Ceará e outro na Bahia. Difícil crer que só dois entre os 37 projetos sediados naquelas regiões possam ter a chancela de excelente. Tudo indica, pois, que a Comissão de Coodenação não teve preocupação regionalizante, pelo menos para o Norte e o Nordeste.

4. *O Pronex manterá a idéia-força de conferir estabilidade, ou as dificuldades de hierarquizar diluirão, mais uma vez, os orçamentos, convertendo-o em grande balcão?* O valor médio dos orçamentos propostos pelos 77 projetos selecionados era de R\$ 2,1 milhões. O valor médio dos orçamentos aprovados foi de R\$ 1,2 milhões. Houve corte de pouco mais de 40%. Considerando a tendência mundial de 'pedir por cima', pode-se afirmar que os orçamentos não se diluíram. Havendo desembolso, haverá estabilidade. A proporção de projetos aprovados face à demanda bruta chegou quase a 1:6. Considerando a presença da maioria da elite da pesquisa brasileira nos 451 projetos, a demanda global de R\$ 1 bilhão pode ser usada como uma *proxi* do buraco deixado pela deterioração do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e do programa de auxílios do CNPq. Com R\$ 95 milhões comprometidos, pode-se estimar em cerca de 10% o impacto da primeira rodada do Pronex para o fechamento desse buraco. Na hipótese de não haver qualquer crescimento do sistema, a demanda só será atendida em 10 anos. O fortalecimento dos programas tradicionais e mais recursos para o Pronex encurtariam esse tempo, claro.

REINALDO GUIMARÃES

Professor do Instituto de Medicina Social

e Sub-reitor de Pós-graduação e Pesquisa da Uerj.

O primeiro computador imitava o cérebro humano

O que inspirou os pioneiros da informática é ignorado pelos historiadores

Philippe Breton

Pesquisador do Centre National de Recherche Scientifique (CNRS).

Professor de antropologia das técnicas contemporâneas na Universidade de Paris-1 - Sorbonne.

O ano de 1946 é tradicionalmente considerado o de nascimento do computador, por causa do

Electronic numerator integrator analyser and computer

(Eniac). Na realidade, esse aparelho —

que funcionava como um ábaco — não passava

de uma calculadora muito aperfeiçoada.

A primazia deve ser dada ao Mark 1, porque sua

arquitetura rompeu radicalmente com a linhagem

das máquinas que o precederam. Além disso, o

Mark 1 foi concebido como cópia do cérebro humano, ou da representação que se tinha do

cérebro na época. Para os fundadores da

informática, com John von Neumann à frente, a

estrutura lógica do pensamento podia ser

reproduzida fora do cérebro.



Figura 1. John von Neumann (1903-1957) possuía uma inteligência excepcional, sobretudo no plano da memória e da capacidade de cálculo. Ele retirou de sua própria experiência intelectual a idéia de que a inteligência podia ser 'projetada' no computador.

Em que ambiente intelectual, em que circunstâncias e, principalmente, com que intenções surgiu o computador? Para responder a essas perguntas, deve-se voltar ao próprio acontecimento: qual é a máquina que pode pretender o título de 'primeiro computador'?

Ao celebrar-se, em fevereiro deste ano, os 50 anos de nascimento do Eniac, concedeu-se a primazia a essa calcu-

ladora eletrônica, que começou a ser construída em 1943 na Universidade de Aberdeen, nos Estados Unidos. Mas muitos vêem o Mark 1, concebido na Universidade de Manchester (Inglaterra) por uma equipe da qual participava o matemático inglês Alan Turing, como o primeiro dispositivo de cálculo e de tratamento da informação. Ele foi elaborado conforme plano redigido em

junho de 1945 por John von Neumann, professor na Universidade de Princeton (Estados Unidos). Tal plano descrevia uma máquina dotada de princípios revolucionários, bem diferente do Eniac.

Para definir o debate, cujo interesse ultrapassa de longe um simples problema de datas, deve-se compreender o que tornava aquela máquina tão singular.

Considera-se o Eniac como o primeiro computador por duas razões: a primeira é a abundante publicidade que lhe foi dada pela imprensa americana, logo depois do fim da guerra. Foi apresentado ao público como uma máquina cuja principal característica era a extraordinária velocidade de cálculo. Despertou enorme entusiasmo a notícia de que ele calculava a trajetória de um projétil antes que este atingisse o alvo. Esse bombardeio de notícias foi tão intenso que levou a mídia – sempre mais fiel à informação publicada do que à história das técnicas – a consagrar 1996 como ano do cinquentenário da invenção do computador.

A segunda razão deve-se ao fato de o Eniac ser a primeira 'calculadora eletrônica', isto é, a primeira máquina que utilizou o deslocamento canalizado de elétrons sob a forma de válvulas, herdadas da radioeletricidade, e que serviram de etapa inicial na evolução que resultou nos transistores. O americano John Atanasoff, é verdade, já usava essa tecnologia desde 1939, quando concebeu com Clifford Berry o ABC (Atanasoff Berry Computer), com 270 válvulas. Entretanto, o ABC, criado para resolver equações diferenciais, equações lineares e trajetórias de projéteis, não era programável. O Eniac também não era, mas foi a primeira máquina que usou válvulas em grande escala – mais de 17 mil. A máquina dos engenheiros de Aberdeen pode, portanto, ser considerada a primeira calculadora eletrônica verdadeiramente operacional, diferente de um dispositivo experimental.

Seria, então, um computador? Se tomarmos como critério o fato de ser uma máquina eletrônica e de calcular mais depressa que todos os dispositivos até então conhecidos, a resposta é sim. Mas será que isso basta para caracterizar o salto tecnológico simbolizado pelos computadores modernos, que, aliás, foram chamados durante muito tempo de "máquinas do tipo von Neumann"?

O ENIAC é o último representante da linhagem de calculadoras.

A análise detalhada do princípio de funcionamento do Eniac e de sua organização lógica interna permite constatar que a modificação proposta por John von Neumann, em junho de 1945 não constitui simples aperfeiçoamento. Tal alteração, não, introduzida na primeira versão do Eniac, representava uma verdadeira mudança de natureza, tanto pelo modo de fazer os cálculos quanto pela capacidade de tratar a informação, algo que o Eniac, simples máquina de calcular, não fazia.

A distância entre as duas concepções marca uma mudança de paradigma. Pode-se até afirmar que o Eniac é o último representante de uma linhagem ultrapassada, a das calculadoras, enquanto a máquina imaginada por von Neumann inaugura uma nova linhagem, a do computador, destinada ao sucesso que se conhece hoje. Tal constatação não se altera pelo fato de o Eniac usar tecnologia eletrônica, nem pela demora na construção do primeiro protótipo do Mark 1, causada sobretudo pela redução do orçamento militar no imediato pós-guerra.

Esse trabalho, realizado pela equipe inglesa dirigida por Max Newman, na Universidade de Manchester, só foi concluído em junho de 1948. Aliás, o Mark 1 não deve ser confundido com seu quase homônimo, o Harvard Mark 1, produzido em 1943 pela equipe do professor Howard H. Aiken, na Universidade de Harvard (Estados Unidos). Este nada mais era que uma calculadora eletromecânica, sem memória nem componentes eletrônicos.

Um detalhe deve ser lembrado, quando se procura excluir o Eniac da linhagem dos computadores: em setembro de 1948, alguns meses após a

inauguração do Mark 1, von Neumann e Herman Goldstine, depois de 'mexerem' no Eniac, tornaram seu princípio básico de funcionamento mais semelhante ao do computador, sem, contudo, mudar essencialmente sua estrutura interna. Assim, se fosse absolutamente indispensável determinar uma data para o cinquentenário da invenção do computador, esta estaria mais próxima de 1998 do que de 1996.

Que diferença havia na época entre uma calculadora comum tipo Eniac e a nova máquina de von Neumann? De um lado, a estrutura lógica interna das duas é totalmente diferente. De outro, enquanto os engenheiros de Aberdeen queriam apenas construir uma máquina de calcular mais eficiente, Turing, von Neumann e outros aspiravam criar uma réplica do cérebro humano. Sua abordagem heurística foi grandemente orientada por essa analogia.

J. Prosper Eckert e John W. Mauchly iniciaram a construção do Eniac na Moore School da Universidade de Pensilvânia, em junho de 1943, com base em financiamento do exército americano. Inaugurado em 15 de fevereiro de 1946, sua maior originalidade estava exatamente no uso maciço de válvulas – num total de 17.468. Essa característica serviria de 'vitrine' junto ao grande público.

Mas o Eniac funcionava pelo antigo princípio do ábaco. Embora a comparação possa surpreender, há inegável continuidade, no que diz respeito ao princípio técnico, na evolução das máquinas de calcular a partir do ábaco, mesmo considerando o cruzamento deste com a mecânica, desde a máquina de Pascal, antes que seu princípio fosse aplicado, mais tarde, ao universo da eletromecânica, e depois ao da eletrônica.

A tecnologia usada muda ao longo do tempo e adere de alguma forma aos sistemas técnicos que atravessa. Assim, no Eniac, a unidade de cálculo, deno-

minada 'acumulador', é constituída de várias fileiras de 10 tubos eletrônicos dispostos em anéis: um primeiro anel de 10 tubos para as unidades, um segundo para as dezenas, um terceiro para as centenas, e assim sucessivamente. Se, por exemplo, introduz-se o número 7, o sétimo tubo do primeiro anel se acende. Se acrescentamos o número 6, a máquina parte do sétimo tubo, acende o primeiro tubo das dezenas e o terceiro das unidades, o que produz o número 13. Da mesma forma, de acordo com o princípio do ábaco, deve-se introduzir os pedidos de operações um a um, porque a máquina tem a memória apenas para armazenar os resultados das operações em andamento.

Essa diferença entre as tecnologias utilizadas e o princípio de organização da máquina saltou aos olhos de von Neumann quando ele visitou a equipe da Moore School, em setembro de 1944,

a convite de um de seus membros, Herman Goldstine, que conhecera por acaso na estação ferroviária. Eckert e Mauchly tinham previsto que o matemático concentraria sua atenção mais na arquitetura interna da máquina do que nos problemas estritos de sua construção. Foi exatamente o que aconteceu. Estabeleceu-se ali uma colaboração de vários meses, no âmbito de um novo contrato com o exército. O resultado foi a redação de um texto escrito em conjunto, descrevendo uma máquina de estrutura radicalmente diferente: o *electronic discrete variable computer* (Edvac), comportando três inovações de peso que caracterizam o computador moderno:

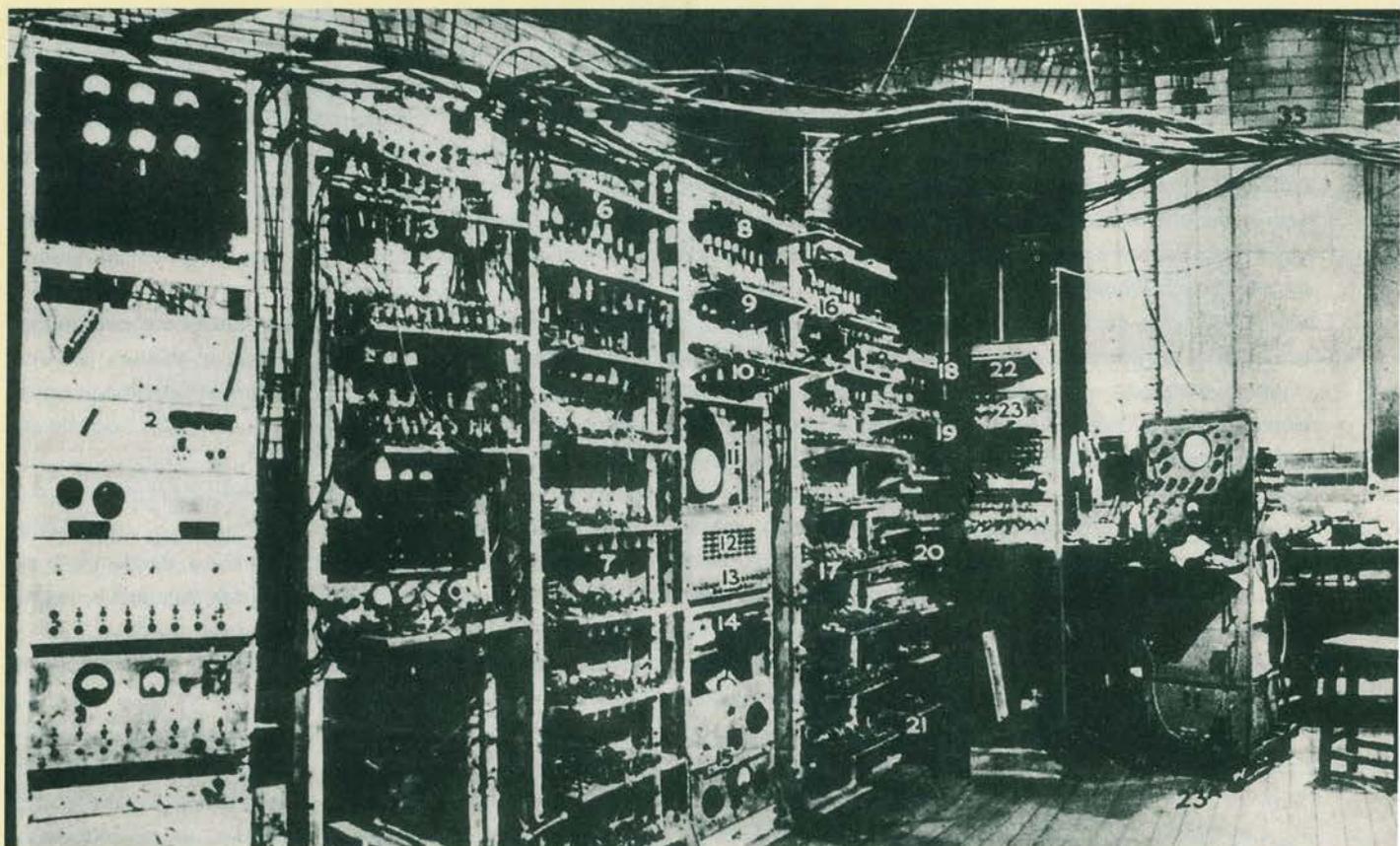
1 • A máquina é dotada de vasta memória, que conserva não apenas os dados usados para os cálculos, mas também instruções necessárias para operá-la. Até então, as calculadoras tinham uma

memória muito fraca e os dados deviam lhes ser fornecidos passo a passo.

2 • Essa memória comporta um 'programa registrado'. Em lugar de indicar à máquina, gradativamente, o que ela deve fazer, armazena-se na sua memória um conjunto de instruções: o programa. Tais instruções são também ordenadas 'fisicamente' na máquina, da mesma forma que os dados.

3 • Há uma unidade de comando interno, com a função de organizar o conjunto do trabalho que a máquina efetua, bem como as trocas de dados com o exterior. A gestão das operações é, assim, transferida para a máquina, sob a forma de um programa específico.

Outra originalidade da máquina de von Neumann é que ela trata o cálculo como informação. Contrariando a opinião então em voga de que o computador 'calcula a informação', um computador efetua operações lógicas: nele, as ope-



(SCIENCE MUSEUM - DIREITOS RESERVADOS)

rações de cálculo numérico são, desde o início, traduzidas e tratadas como um pequeno número de operações lógicas binárias. Nesse sentido, o computador se caracteriza como máquina que trabalha a informação de maneira lógica. Sua primeira aplicação foi 'simular o cálculo'. O grande interesse da nova máquina está justamente nisso: a simulação do cálculo é mais rápida e mais perfeita que o próprio cálculo.

Von Neumann seguiu, quanto a isso, os aperfeiçoamentos sugeridos desde 1936 pelo jovem matemático inglês Alan Turing, que estavam na origem da idéia que temos hoje de programação: em sua tese, publicada em 1936, ele descreve a 'máquina de Turing', dispositivo matemático muito simples mas que permitia resolver todos os problemas calculáveis. Turing, que também queria "construir um cérebro", pensava que este funcionava "por etapas", e por isso

imaginou uma programação gradual dos problemas a serem resolvidos.

O impulso de Turing foi decisivo. Como assinalou um de seus biógrafos, Andrew Hodges, "para o nosso matemático, o cérebro, não importa o que faça, o faz em função de sua estrutura lógica e não porque se encontra no interior do crânio humano (...). Sua estrutura lógica devia ser perfeitamente reproduzível em outro meio". Dentro dessa concepção, von Neumann considerou que o raciocínio humano é resultado de um tratamento da informação no nível dos neurônios e que aquele que compreender as modalidades desse tratamento será capaz de construir um cérebro artificial comparável, sob todos os aspectos, ao cérebro humano. Essa analogia se inscrevia na corrente de pensamento conhecida pelo nome de 'cibernética', inaugurada em 1942 pelo matemático americano

Norbert Wiener. Tal corrente faz dessa analogia um de seus 'cavalos de batalha'.

Assim, em cada ponto crucial de seu texto sobre os 'planos do Edvac', von Neumann se refere diretamente ao funcionamento do cérebro humano, que lhe serve de modelo. Ignorada pelos estudiosos da história das técnicas, essa analogia é, contudo, fundamental para compreender a gênese do computador. Os 'planos do Edvac' comprovam que a escolha da arquitetura da máquina, das válvulas eletrônicas e de um funcionamento 'passo a passo' (gradual) foi determinada pela vontade de construir um 'cérebro' o mais parecido possível com o cérebro humano.

A escolha da linguagem binária, por exemplo, decorria naturalmente, para o matemático de Princeton, da idéia então corrente de que os neurônios humanos funcionam segundo o princípio do 'ou tudo ou nada'. Da mesma forma, a arquitetura da nova máquina se apresenta como reprodução da cartografia lógica do cérebro ou, pelo menos, da representação que von Neumann fazia dele, compreendendo, assim, uma unidade de cálculo, unidades de entrada e saída, uma unidade de controle lógico e uma vasta memória, como no cérebro humano. Von Neumann acabou se convencendo de que as válvulas podem constituir algo rigorosamente equivalente aos neurônios humanos. Parece, aliás, que ele se aproximou da equipe do Eniac porque esta dominava a tecnologia das válvulas.



Figura 2. O Mark 1 de Manchester (à esquerda), operacional em 1948, pode ser considerado como o primeiro computador. Foi construído de acordo com os planos de von Neumann, que se inspirou, por sua vez, no conceito elaborado por Alan Turing (à direita) de uma máquina que podia resolver os problemas calculáveis em uma linguagem lógica. O Mark 1 integrava três inovações, que são a base dos computadores atuais: era dotado de uma grande memória, seguia um programa gravado, dispunha de uma unidade de comando interno.



Os pioneiros da informática se interessavam vivamente pela neurologia e pela psiquiatria, que inspiraram suas pesquisas.

Von Neumann nos propõe, através do computador, os mecanismos do cérebro como ele os imaginava a partir de grande mistura de crenças, introspecção e conhecimentos diversos. Obcecado pela idéia de construir o que considerava – segundo Steve Heims, um de seus biógrafos – “uma extensão de si próprio”, o matemático de fato percorria congressos de psicologia e neurofisiologia, ávido de conhecimentos sobre o cérebro, esse continente em grande parte ainda hoje desconhecido. Como relata sua mulher, Klara, “Johny e seus colaboradores tentaram imitar certas operações do cérebro humano. Foi isso que os levou a estudar neurologia, a procurar colaboradores no campo da neurologia e da psiquiatria, a freqüentar inúmeras reuniões sobre esses assuntos, e finalmente a dar conferências sobre as possibilidades de reproduzir um modelo bem simplificado do cérebro vivo”. Sua invenção seria, assim, o produto de um movimento de “extrospecção”, espécie de introspecção ao contrário, que projetava na concepção da máquina os saberes e convicções que tinham sobre o cérebro.

O mais espantoso, talvez, é que os conhecimentos referentes ao cérebro em que von Neumann se apoiava eram mui-

to vagos – em uma palavra, muito intuitivos. Isso não impediu que a máquina construída por ele nesta base funcionasse. Talvez um dos mistérios do espírito humano seja exatamente este: mesmo partindo de dados errôneos, incompletos ou quase sempre parciais, é possível construir uma máquina que funcione. Resta saber se a máquina em questão pode ser comparada ao cérebro humano.

Em todo caso, a invenção do computador acabou sendo apresentada ao público por meio dessa analogia, como se esta tivesse sido constatada depois, quando, na verdade, já estava desde o início no espírito de von Neumann, Turing e Wiener. Assim, em 28 de dezembro de 1948, no primeiro texto a anunciar ao público francês a existência de uma máquina que trata universalmente a informação, o físico francês (e também padre dominicano) Dominique Dubarle sustenta que a analogia entre cérebro e computador “não é apenas orgânica: é também funcional e quase mental; como o cérebro, as máquinas têm, pode-se dizer, seus reflexos, suas perturbações nervosas, sua lógica, sua psicologia e até sua psicopatologia. Uma pane de circuito se traduz por um resultado errado; falhas nos circuitos de controle podem desorganizar todo o

funcionamento de um bloco parcial de cálculo; defeitos no programa repercutem como uma verdadeira loucura da máquina, que dispara de forma absurda até ser controlada. Pode-se imaginar as perspectivas que se abrem para quem estuda o funcionamento do sistema nervoso e também para a construção de máquinas que cumpram as tarefas do pensamento”. Numerosos textos da corrente cibernética, muito produtiva nos anos 50 e 60, inspiraram-se nessa comparação, então na moda – como se constata nas atas do colóquio internacional que o CNRS dedicou, em janeiro de 1951, ao tema “As máquinas de calcular e o pensamento humano”. Neste sentido, poder-se-ia dizer, incorrendo apenas num leve exagero, que a informática deriva da inteligência artificial, mais do que o contrário, mesmo que, formalmente, esta só tenha surgido no final dos anos 50.

A cibernética e a inteligência artificial retomariam, assim, por sua própria conta, o projeto de construir uma máquina que reproduza o comportamento humano. Esta ambição, bem distante do século XX, alimentou as esperanças do engenheiro francês Jacques de Vaucanson, promotor, no século XVIII, de um “homem artificial”, ou os sonhos dos mágicos místicos, que, desde a Antiguidade, aspiravam construir uma criatura “à imagem do homem”. Neste sentido, o computador moderno é tanto o coroamento de uma antiga tradição quanto uma formidável inovação tecnológica.

Sugestões para leitura:

- Augarten S., *Bit by bit, An Illustrated History of Computer*, Ticknor and Fields, New York, 1984.
- Breton P., *À l'image de l'homme*, Seuil, 1995.
- Breton P., *História da informática*, tradução de Elcio Fernandes, Fundação Editora da Unesp, São Paulo, 1991.
- Hodges A., *Alan Turing ou l'énigme de l'intelligence*, Payot, 1988.
- Heims S.J., *John von Neumann and Norbert Wiener*, MIT Press, Cambridge, Mass., 1982.
- Von Neumann J., *L'Ordinateur et le cerveau*, La Découverte, 1992.

TRADUÇÃO : Maria Ignez Duque-Estrada

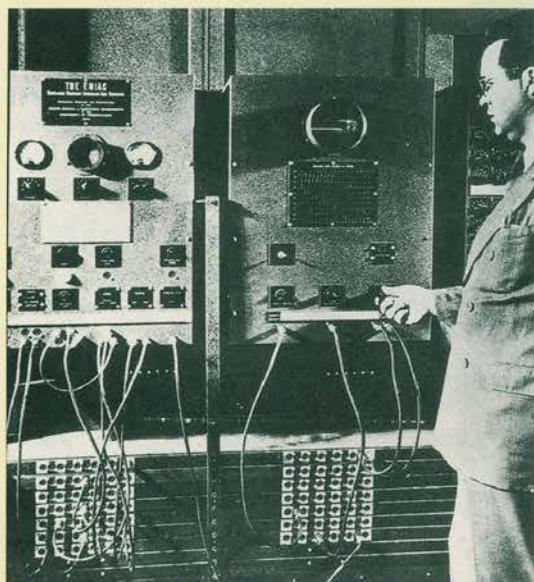


Figura 3. O Eniac surpreendeu porque acionava em grande escala, pela primeira vez, dispositivos eletrônicos. Mas pode ser considerado como uma calculadora aperfeiçoada: funcionava na base do princípio do ábaco, e as instruções, não gerenciadas por um programa, eram introduzidas nele uma a uma. Além disso, sua memória era muito pequena, comportando vinte palavras-máquina de 10 bits cada uma.

Universidade do Distrito Federal (1935-39): uma utopia vetada?

Mas a idéia de um sistema integrado de educação pública permanece viva

A Universidade do Distrito Federal (UDF) foi instituída em 1935, no Rio de Janeiro, então capital federal, por iniciativa do educador Anísio Teixeira, que ocupava o cargo de Secretário de Instrução Pública. Na época, já existia, desde 1920, a Universidade do Rio de Janeiro, que em 1937 recebe a denominação de Universidade do Brasil e, em 1965, passa a se chamar Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A UDF se justificava, na concepção de seu criador, pela grande afluência de alunos de outros estados para a capital federal, e pela necessidade de formar professores, de socializar o saber. Professores estrangeiros foram contratados, prestigiados intelectuais brasileiros formaram seu corpo docente. Instaurou-se um convívio que estimulava o conhecimento. Entretanto, desde a sua criação, a UDF estava sob a mira dos setores conservadores, que taxavam seus professores de 'comunistas' e via com desconfiança seu projeto. Nesta época, também o prefeito do Rio de Janeiro, Pedro Ernesto, é alvo de perseguições políticas. Seu apoio a Anísio Teixeira não é mais suficiente para manter o educador como Diretor da Instrução Pública da capital: ele é exonerado em dezembro de 1935. A UDF continua por mais três anos. Ao todo, foram quatro anos de vida até sua extinção em janeiro de 1939, em pleno Estado Novo. As marcas de seu espírito inovador, porém, permanecem vivas até hoje, como ápice de um sistema integrado de educação pública.

Opondo-se à centralização

No início dos anos 30, importantes transformações que vinham sendo gestadas nas duas primeiras décadas do século



O educador Anísio Teixeira idealizou e fundou, em 1935, quando era Secretário de Instrução Pública do Rio de Janeiro, a Universidade do Distrito Federal.

começam a se tornar evidentes. Uma acentuada e crescente centralização se manifesta nos mais diferentes setores: surge um aparelho de Estado mais centralizado, o poder se desloca cada vez mais do âmbito local e regional para o do governo central. Em conseqüência, são elaboradas políticas de caráter nacional, entre elas a de educação.

Em abril de 1931, ao encaminhar seu projeto de reforma do ensino superior, o ministro da Educação, Francisco Campos, assinala: "A reorganização da Universidade do Rio de Janeiro constituirá o modelo para as universidades e os institutos equiparados, sendo adotadas as normas instituídas para o regime universitário no Estatuto das Universidades Brasileiras. Nela ficam incorporados os institutos de ensino superior da capital da República, dependentes do Ministério da Educação e Saúde Pública, acrescidos

da Escola de Minas de Ouro Preto e da Faculdade de Educação, Ciências e Letras, criada no projeto."

O Ministro confirmava assim a crença dominante de que a reforma da sociedade começava pela reforma da escola e de que cabia ao Estado o controle da educação. Entretanto, apesar dessa tendência à homogeneização, reflexo da política centralizadora e autoritária do governo nos anos 30, houve iniciativas na área do ensino que expressaram posições contrárias, como a criação da Escola Livre de Sociologia e Política de São Paulo (1933), da Universidade de São Paulo (1934) e da Universidade do Distrito Federal (1935).

Para estudar a UDF, devemos relacioná-la com os demais grupos e instituições existentes nos anos 30 que se preocupavam com a elaboração de um projeto político-pedagógico, especialmente para a universidade como um todo. É importante ter presente não só o seu significado e papel, mas também deixar claro quais foram os atores desse projeto e a cidade onde ele foi implantado.

Período conturbado

A Universidade do Distrito Federal foi instituída no Rio de Janeiro pelo Decreto Municipal nº 5.513/35, como parte de um programa integrado de instrução pública para o Distrito Federal, liderado pelo professor Anísio Teixeira. À frente da Secretaria de Instrução Pública, ele organizou uma rede municipal, da escola primária à universidade, e dela fez, junto com seus colaboradores, um poderoso campo de ação cultural que interferia no meio urbano e ao mesmo tempo produzia conhecimentos sobre ele.

Nesse período conturbado, a adminis-

tração de Anísio Teixeira sofreu – como assinalou Paschoal Lemme, um de seus principais colaboradores – “todo o impacto dos acontecimentos contraditórios”. As iniciativas do Secretário da Instrução Pública não só buscaram ampliar, consolidar e modernizar o sistema escolar que recebera de administrações anteriores – como a de Carneiro Leão (1922-1926) e, especialmente, a de Fernando de Azevedo (1927-1931), mas também foram marcadas por características muito peculiares para chegar àqueles objetivos, o que provocou oposições radicais e apoios entusiastas.

Desde o início, Anísio Teixeira sabia que “a luta seria longa e árdua, mas estava disposto a enfrentá-la, por ter consciência de que o coração dessa guerra estava no Distrito Federal”, conta Luís Vianna Filho (1990). Isso fica claro na correspondência por ele enviada a Fernando de Azevedo, na qual comenta: “Creio já lhe haver dito que é minha impressão não ser possível travar, no Brasil, a batalha educacional, antes de vencermos a peleja do Distrito Federal.” Ele tinha razão: o Rio de Janeiro, mais do que capital cultural do país, era a sede do poder central, das relações de mando e de tomada de decisões políticas.

Os conflitos que marcaram a estruturação do sistema público de ensino se aguçaram com a criação da UDF que, para Anísio Teixeira, representa o clímax de um processo. Sobre o episódio, escreveu Hermes Lima em 1978: “Exatamente como acontecera quando da introdução do ensino secundário [técnico] no sistema escolar municipal, nasce a Universidade sob o fogo cruzado dos opositores.” O argumento lançado contra a instituição era sobretudo ideológico: diziam que “seria uma Universidade esquerdista, senão comunista”, qualificação atribuída pelo sectarismo integralista e pelos católicos.

A oposição dos católicos a Anísio Teixeira transforma-se em acusação aberta a partir de 1935. Em julho daquele

ano, Alceu Amoroso Lima escreve uma carta ao então ministro da Educação, Gustavo Capanema, na qual deixa claro que os católicos esperam do governo “uma atitude mais enérgica de repressão ao comunismo”. Ele assinala que, “para garantir a estabilidade das instituições e a paz social”, o governo devia “organizar a educação e entregar os postos de responsabilidade nesse setor importantíssimo a homens de toda a confiança moral e capacidade técnica, e não a socialistas como o diretor do Departamento Municipal de Educação”.

Essa reação fica ainda mais clara quando, explicitamente, o líder católico se volta contra as realizações de Anísio Teixeira, principalmente a UDF. Na mesma carta, diz ele a Capanema: “O espetáculo do Brasil de hoje ofereceu-nos a oportunidade de algumas considerações, que sou levado a repetir-lhe por carta, não só pela nossa velha amizade, mas ainda por ser você a mais alta autoridade de nossa organização educativa. A recente fundação de uma universidade municipal, com a nomeação

de certos diretores de faculdades que não escondem suas idéias e pregação comunistas, foi a gota d’água que fez transbordar a grande inquietação dos católicos. Para onde iremos por esse caminho? Consentirá o governo em que, à sua revelia mas sob sua proteção, se prepare uma geração inteiramente informada dos sentimentos mais contrários à verdadeira tradição do Brasil e aos verdadeiros ideais de uma sociedade sadia?”

Socializar a cultura

Apesar de sua existência efêmera, a UDF marcou significativamente a história da universidade no Brasil, sobretudo levando-se em conta o contexto em que se dá a sua criação e a sua extinção, por meio do Decreto Federal nº 1.063 de 1939.

Em termos de projeto, merece destaque a dimensão cultural que lhe é atribuída nas considerações apresentadas para justificar sua criação, em 1935:

“1) a cidade do Rio de Janeiro constitui um centro de cultura nacional de ampla irradiação sobre todo o país;



Posse de Afrânio Peixoto como reitor da UDF. Estão presentes Pedro Ernesto (1), prefeito do Rio de Janeiro; Anísio Teixeira (2); Francisco Venâncio Filho (3); Afrânio Peixoto (4), assinando o Livro de Atas; Roberto Marinho de Azevedo (5) e Chermont de Brito (6).

2) o desenvolvimento da cultura filosófica, científica, literária e artística é essencial para o aperfeiçoamento e o progresso da comunidade local e nacional;

3) compete à cidade do Rio de Janeiro o dever de promover a cultura brasileira do modo mais profundo que for possível;

4) o número de estudantes do Distrito Federal e o dos que afluem de outros estados é de tal ordem que justifica a existência de mais uma universidade;

5) em consequência, considera-se ser dever do Estado a fundação da Universidade do Distrito Federal e, além disso, esta é a forma de consagrar pela autonomia cultural a atual autonomia política."

Em discurso proferido na inauguração dos cursos da UDF (31 de julho de 1935), Anísio Teixeira procura mostrar como deve se processar a relação entre universidade, cultura e aperfeiçoamento dentro da sociedade brasileira, e indica o papel da universidade na superação de distorções presentes na atividade intelectual e cultural no país, ao observar: "A cultura brasileira se ressent, sobretudo, da falta de quadros regulares para a sua formação. Em países de tradição universitária, a cultura une, socializa e coordena o pensamento e a ação. No Brasil, a cultura isola, diferencia, separa." Para ele, a heterogeneidade e a deficiência das diferentes culturas individuais e individualistas faz com que o campo de ação intelectual e pública seja "um campo de lutas mesquinhas e pessoais, em que se entredoveram, sem brilho e sem glória, os poucos homens de inteligência e imaginação que ainda possuímos".

Coerente com esses pressupostos, Anísio Teixeira finaliza o discurso proferido na inauguração dos cursos da UDF, em 31 de julho de 1935, com as seguintes palavras: "Dedicadas à cultura e à liberdade, as universidades estão sob um signo sagrado, que as faz trabalhar e lutar por um mundo de amanhã, fiéis às



Hermes Lima, um dos primeiros professores da UDF, era diretor da Escola de Economia e Direito quando foi demitido por perseguição política do Estado Novo.

grandes tradições liberais da humanidade." Ele atribui à UDF o papel de "socializar a cultura, socializando os meios de adquiri-la". Na perspectiva do eminente educador, porém, trata-se menos de preparar quadros formados por indivíduos com domínio do saber existente e experiência humana acumulada, ou de formar pessoas competentes em ofícios úteis, do que de criar um ambiente que facilite a participação de todos na formação intelectual da experiência humana.

Insiste Anísio Teixeira que cabe à Universidade, como instituição, destruir esse isolamento e acabar com esse autodidatismo que nos tornam "incoerentes, paradoxais, irritadiços e extravagantes", dando-nos "disciplina, ordem, sentido comum e capacidade de esforço em comum". Em suma, a fonte para a criação da identidade de um povo e do caráter nacional é a Universidade. Nada mais natural do que construir isso através da UDF, sediada na capital da República. Assim, ela se inaugura com a preocupação de preparar quadros intelectuais e acabar com esse isolamento.

Com estas prioridades, a UDF começa a funcionar com cinco escolas: a Escola de Ciências, o Instituto de Educação, a Escola de Economia e Direito, a Escola de Filosofia e Letras, o Instituto de Artes. Porém, nos últimos dias de 1935, Pedro Ernesto, prefeito da capital da República é acusado de comunista e perseguido. O afastamento de Anísio Teixeira, como foi assinalado, também está marcado. Apesar de todas as pressões, o prefeito o mantivera à frente da Secretaria de Educação por quatro anos. Embora ele não tenha sido preso, como pedia a Comissão Nacional de Repressão ao Comunismo, foi forçado a demitir-se em 1º de dezembro de 1935, sendo substituído pelo ex-Ministro da Educação Francisco Campos.

Diante do clima de inquietação e do estado de guerra decretado no país, o destino do fundador da UDF não poderia ser outro. Ele recebe o apoio imediato de colaboradores nos serviços de educação do Distrito Federal, alguns deles integrantes do corpo docente da universidade e também demissionários. A partir de 1936, esses professores, junto com outros intelectuais e educadores, são presos e demitidos. Entre eles, Hermes Lima (diretor da Escola de Economia e Direito), Castro Rabello, Leônidas Rezende e Luiz Carpentier. Aos poucos a UDF vai ter de se 'amoldar' aos padrões do poder central, até ser extinta.

Centro produtor do saber

Numa época em que a tradição brasileira de ensino superior baseava-se no ensino profissional de caráter utilitário, a criação da USP e da UDF dará ênfase à ciência básica e a um saber 'desinteressado'. Essa mudança vai tornar necessária a presença de professores estrangeiros, que deixaram suas marcas, ao lado dos professores brasileiros. Para organizar seus cursos e seu corpo docente, a UDF vai buscar na Europa professores de áreas para as quais acreditava-se que não havia no Brasil profissionais à altura.

Em 1936, lecionam na Escola de Economia e Direito e na de Filosofia e Letras vários professores franceses. São eles: Émile Bréhier (história da filosofia), Eugène Albertini (história da civilização romana), Henri Hauser (história da economia), Henri Tronchon (literatura comparada), Gaston Leduc (economia social e organização do trabalho), Étienne Souriou (psicologia e filosofia), Jean Bourciez (filologia das línguas românicas), Jacques Perret (línguas e literatura greco-romanas), Pierre Deffontaines (geografia humana) e Robert Garric (literatura francesa). Na Escola de Ciências, registra-se a presença, em 1935 e 1936, de Viktor Leinz (geologia e mineralogia) e Bernhard Gross (física). Em 1937, apenas o primeiro permaneceu.

Entre os professores brasileiros, destacamos Roberto Marinho de Azevedo, Hermes Lima, Lelio Gama, Josué de Castro, Gilberto Freyre, Lauro Travassos, Lúcio Costa, Heitor Villa-Lobos, Sergio Buarque de Holanda, Abgar Renault, Antenor Nascentes, Cândido Portinari, Heloísa Alberto Torres, Joaquim Costa Ribeiro, Lourenço Filho e Antonio Carneiro Leão.

Apesar de todos os reveses, mesmo após as demissões e prisões de professores, segundo Odette Toledo, em 'Carta dirigida a Anísio Teixeira em julho de 1937', "a Universidade funcionou regularmente em 1936. Resisti à crise do princípio do ano, dando mais uma prova de vitalidade, embora tenha decrescido sensivelmente o número de inscrições, como era natural". Mesmo assim, os professores que permaneceram a partir desse ano, em especial na Escola de Ciências, tentaram levar adiante o projeto inicial de formar um convívio dos mais agradáveis.

De acordo com o professor Viktor Leinz, foi introduzido um sistema, que se usava na Alemanha, de realizar excursões com os alunos. Assim, para mostrar a geologia do Distrito Federal, ele desenvolveu vários trabalhos práticos. Em 1937, Leinz realizou uma excursão

de formandos de História Natural a Minas Gerais. Como resultado dessa experiência, Leinz fez uma conferência na Universidade sobre o trabalho realizado em comum. Um graduando, Newton Dias dos Santos, também discursou, assinalando que a conferência não versava apenas sobre a pesquisa do professor, mas também sobre os resultados observados por ele e seus colegas. Seguindo ele, a excursão contribuiu para reafirmar conhecimentos ministrados, ligar fatos até então vistos isoladamente pelos alunos, e estabelecer uma cadeia contínua, que deu ao curso uma solidez incontestável.

Pesquisando a UDF, observa-se que a presença dos professores estrangeiros, mesmo por um período curto, esteve, em geral, voltada para a formação de pesquisadores naquela universidade. Nessa direção, graças à presença de Deffontaines, surge, em 1936, o Centro de Estudos Geográficos, tendo como preocupação desenvolver trabalhos e pesquisas com a participação de professores, alunos e ex-alunos, em especial sobre a geografia do Brasil.

O Centro de Estudos Eugène Albertini é instituído na UDF em outubro de 1937,

havendo registro da posse da Diretoria e do Conselho Deliberativo. Tem por objetivo intensificar e aprofundar os debates sobre a civilização romana e propiciar a publicação de teses e trabalhos especializados dos sócios. Ainda em 1936, é criado o Centro de Estudos Sociológicos, tendo à frente dois professores brasileiros: Gilberto Freyre e Heloísa Alberto Torres. Como os demais centros de estudos da UDF, é organizado como um espaço de investigação e discussão.

Além desses aspectos assinalados e da presença de professores estrangeiros, a Universidade do Distrito Federal, quanto à organização acadêmica, apresentava algumas exigências que favoreciam a formação de pesquisadores, em comparação ao que existia em termos de instituições de ensino superior. Registra-se também uma tendência para que os cursos se realizassem com grande seletividade, o que significou na Escola de Ciências, onde esse processo era mais acentuado, a redução de cerca de 50% do número de alunos da primeira para a terceira série (Penna Júnior, 1937). Tal fato pode também ser explicado lendo-se o depoimento do professor Herman Lent, de 1977, no qual se assinala que,



Grupo de professores da UDF em 1935. Foram identificados com certeza apenas Roberto Marinho de Azevedo (1); Afonso Arinos de Mello Franco (2) e José de Faria Góes Sobrinho (3). Provavelmente alguns dos demais são professores franceses que também participaram do projeto.

no caso da Escola de Ciências, embora esta se dissesse formadora de professores para o secundário, seus professores davam maior ênfase à pesquisa.

Viktor Leinz faz, ainda, referência à presença de dois assistentes em cada cadeira como fator importante para dar início à criação de uma escola. Segundo ele, isso contribuiu para que, na geologia, logo se desse início à realização de pesquisas, uma sobre o método utilizado por essa ciência, outra sobre paleontologia. Mas, com a Lei da Desacumulação de Cargos, de 1937, os assistentes passaram a ser, em geral, recém-formandos, o que resultou “em grande vantagem para eles e não grande vantagem para o ensino”.

A propósito dessa lei, observa-se que ela representou, de imediato, prejuízo para a formação de pesquisadores na Universidade, uma vez que excelentes professores e pesquisadores ficaram fora da UDF, restringindo-se as possibilidades de experiências e de trabalho de campo, como acontecia com professores que eram também de Manguinhos e que podiam levar os alunos para lá, complementando a parte prática do trabalho na instituição.

O impedimento da UDF

Uma das hipóteses com a qual trabalhamos no estudo sobre a UDF é a de se tramar, inclusive no nível do Ministério da Educação e Saúde Pública, o seu impedimento, a sua extinção, desde que foi criada. Anísio Teixeira, decerto, percebia isso. Retomemos o seu discurso:

“Muitos julgavam que a Universidade poderia existir, no Brasil, não para libertar, mas para escravizar, não para fazer marchar, mas para deter a vida... Conhecemos, todos, a linguagem desse reacionarismo. Ela é matusalênica.

É que liberdade, meus senhores, é uma conquista que está sempre por fazer. Desejamo-la para nós, mas nem sempre a queremos para os outros. Há, na liberdade, qualquer coisa de indeter-

minado e de imprevisível, o que faz com que só possam amar os que realmente tiverem provado, até o fundo, a insignificância da vida humana, sem o acrobator desse perigo. Por isso é que a Universidade é e deve ser a mansão da liberdade. Os homens que a servem e os que, aprendendo, se candidatam a servi-la, a alimentam. Essa bravura é que os torna invencíveis. Não morreram em vão os que morreram por esse ideal de um pensamento ‘livre como o ar’.

Todos os que desapareceram nessa luta, como todos os que nela se batem, constituem a grande comunhão universitária, que celebramos nesta inauguração solene dos nossos cursos.”

Divisor de águas

Ao ser instalada em 1935, a Universidade do Distrito Federal surge como um divisor de água em meio à agitação que marca o país naquele momento e às disputas pelo controle dos rumos da educação nacional. As oposições delineadas em nível oficial são mais decisivas. A oposição à UDF é mais profunda do que deixam prever as falas dos que estão no poder.

A literatura, sobretudo a oficial, fala da incorporação dos cursos da UDF pela Universidade do Brasil. Na verdade, a UDF é extinta e seus cursos são transferidos para a UB, em 1939, por meio do Decreto nº 1.063, de 20 de janeiro. Em nome da disciplina e da ordem, características do regime autoritário em vigor, o Ministro Gustavo Capanema encaminha ao presidente exposição de motivos que acompanha o decreto acima referido, justificando a destruição da UDF. O modelo-padrão de organização universitária se impõe:

“A Universidade do Distrito Federal, mantida pela Prefeitura, ministra cursos (filosofia, ciências, letras, economia, política, pedagogia etc.) que são essenciais a qualquer universidade. A Universidade do Brasil, mantida pelo Estado, não pode deixar de instituí-los, à semelhan-

ça das mais acatadas universidades do mundo, sob pena de permanecer indefinidamente como uma entidade anômala, sempre longe de ser uma honra para o país. Dessa maneira, é fora de dúvida que o caminho mais simples, mais certo e mais econômico é que os cursos da Universidade do Distrito Federal se incorporem à Universidade do Brasil.”

No ano anterior, o Ministro já havia encaminhado ao Diretor do DASP um documento bastante contundente, a respeito do Decreto Municipal nº 6.215/38, que reorganiza a UDF e que, segundo ele, era inconstitucional, por faltar essa competência ao Prefeito. A respeito, observa:

“A existência da Universidade do Distrito Federal constitui uma situação de indisciplina e de desordem no seio da administração pública do país. O Ministério da Educação é, ou deve ser, o mantenedor da ordem e da disciplina no terreno da educação (...). É preciso, a bem da ordem, da disciplina, da economia e da eficiência, ou que desapareça a Universidade do Brasil, transferindo-se os seus encargos atuais para a Universidade do Distrito Federal, ou que esta desapareça, passando a Universidade do Brasil a se constituir o único aparelho universitário da capital da República.”

Embora o país vivesse um dos seus períodos de mais profunda repressão, há protestos tanto da imprensa quanto de intelectuais, como Mário de Andrade e Luiz Camillo de Oliveira Netto, que repudiam vivamente o desmantelamento dessa universidade e lastimam ter sido apagado um dos centros mais vivos de saber e de cultura, “um lugar de ensino mais livre e mais moderno, e mais pesquisador do Brasil”.

Maria de Lourdes de Albuquerque Fávoro

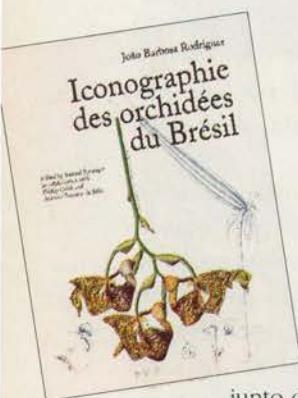
*Faculdade de Educação/UFRJ,
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPq.*

Aquarelas do Brasil

Publicado estudo inédito sobre orquídeas do brasileiro João Barbosa Rodrigues

Um dos mais completos estudos sobre orquídeas brasileiras, guardado há cerca de 130 anos, acaba de ser recuperado, em esforço con-

Capa de
Iconographie
des orchidées
du Brésil,
com a
espécie
Coryanthes
speciosa.



junto de várias instituições científicas. Inédita até agora, a obra do botânico João Barbosa Rodrigues (1842-1909) reúne cerca de 600 aquarelas e textos descritivos de espécies, recolhidas em suas expedições pelo Brasil.

O estudo foi feito em seis volumes, dos quais cinco pertencem ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro, doados à instituição em 1951 pela Sociedade de Amigos de Itatiaia. O sexto volume foi localizado na Universidade de Harvard, nos EUA. As aquarelas, muitas em estágio avançado de deterioração, foram restauradas pela Universidade da Basileia, na Suíça, que digitalizou as imagens e conseguiu recuperar detalhes que já não podiam mais ser vistos a olho nu.

Outras instituições, como

a Funarte, a Casa de Rui Barbosa e o Museu Histórico Nacional, também participaram da maratona, que custou cerca de US\$ 170 mil, e o resultado foi outra obra de arte: o livro *Iconographie des orchidées du Brésil*, editado por Samuel Sprunger, em colaboração com Phillip Cribb e Antonio Toscano de Brito. Existem 2.300 espécies de orquídeas catalogadas no Brasil, entre 10% e 15% do total encontrado no mundo inteiro. Acredita-se que Barbosa Rodrigues tenha ilustrado a metade e agora 327 estão reproduzidas no livro.

Infelizmente, poucos brasileiros vão ter oportunidade de manusear os dois volumes de *Iconographie des orchidées du Brésil*, com cerca de 700 páginas e textos em português, inglês, francês e alemão. A primeira edição

teve 1.800 exemplares, dos quais mil foram distribuídos entre diversas instituições de pesquisa. Os 800 restantes estão à venda na Suíça e aqueles que podem arcar com R\$ 400 poderão fazer sua encomenda no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Mas, segundo Lúcia Stela de Moura, do Jardim Botânico, a instituição garantiu seus direitos para futuras publicações. "Estuda-se a possibilidade de se fazer uma edição mais simples, com um número menor de aquarelas, que poderá ser vendida a preços mais acessíveis", diz Lúcia Stela.

Na introdução do livro, Phillip Cribb e Antonio Toscano de Brito contam que Barbosa Rodrigues estava determinado a produzir o *Iconographie des orchidées du Brésil* desde os 20 anos de idade. As aquarelas mais an-

tigas sobreviventes datam de 1868. O botânico fez várias tentativas para editar a obra e chegou a levá-la diretamente ao Imperador D. Pedro II. Em 1871, a Câmara dos Deputados aprovou seu pedido de financiamento, mas o Senado vetou. Isso pode ter ocorrido porque grande parte do dinheiro público estava comprometida com a finalização da *Flora Brasiliensis*, livro organizado pelo naturalista alemão Karl Friedrich Phillip von Martius, com a participação de 65 estudiosos.

Nascido em 1842, no Rio de Janeiro, Barbosa Rodrigues era filho de um negociante português com uma brasileira descendente de índios. Quando concluiu a Escola Central de Engenharia, no Rio de Janeiro, pretendia fazer medicina. Mas a morte de seu pai fez com que abandonasse a idéia e assumisse o posto de Secretário do Instituto do Comércio. Entre 1868 e 1870, realizou expedições científicas pelos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Ceará, Bahia, Minas Gerais e Per-

Ameaça às orquídeas

Cerca de 1.800 espécies de orquídeas estão ameaçadas de extinção em todo o mundo. Conscientizar a população desse quadro foi um dos principais objetivos da XV Conferência Mundial de Orquídeas, realizada em setembro, no Rio de Janeiro, na qual foi lançado o livro *Iconographie des orchidées du Brésil*.

"No Brasil, o maior celeiro de orquídeas está no Espírito Santo, que hoje tem apenas cerca de 3% de suas florestas preservadas", alerta Carlos Gouveia, da OrquidaRIO (Orquidófilos Associados do Rio de Janeiro) e do comitê organizador da conferência. Segundo Gouveia, muitas orquídeas são pequenas e vivem no alto das árvores. "Com isso, muitas espécies devem ter desaparecido sem sequer ser conhecidas", lamenta. Aproximadamente 5 mil pessoas participaram do evento, das quais 2 mil se inscreveram nas 80 palestras e discussões científicas. Os organizadores estimam que perto de 100 mil pessoas visitaram a mostra paralela, na qual estiveram expostas em torno de 700 espécies de orquídeas.



A espécie *Paphinia grandiflora*.

nambuco. Em 1871, acompanhou uma comissão à Amazônia para corrigir e completar os estudos feitos no início do século anterior por von Martius para a *Flora Brasiliensis*.

Nessa expedição, que durou três anos e meio, Barbosa Rodrigues descobriu, descreveu e desenhou 72 novas espécies de palmeira, trabalho publicado em 1875 sob o nome *Enumeratio Palmarum Novarum*. Os estudos serviram também como base para *Sertum Palmarum Bra-*

siliensium, publicado em 1903 em Bruxelas, reunindo a descrição de 282 espécies de palmeira, das quais 166 até então desconhecidas.

Como o governo não quis enviá-lo para uma segunda expedição à Amazônia, Barbosa Rodrigues pediu demissão e foi ser gerente de uma fábrica de inseticidas do Barão de Capanema, seu protetor. Ao que parece, foi ele quem despertou seu interesse por orquídeas. Em 1883, talvez também sob influência do Ba-

ção de Capanema, a Princesa Isabel criou o Museu Botânico do Amazonas, em Manaus, dando a Barbosa Rodrigues o cargo de diretor. Mais tarde, ele homenageou a princesa com o gênero *Isabelia*. Em 1890, Barbosa Rodrigues fechou o museu para assumir a direção do Jardim Botânico do Rio, cargo em que ficou até sua morte, em 1909.

Luisa Massarani,

Ciência Hoje/ Rio de Janeiro.

Andarilha da areia

Nova espécie de aranha, abundante e de cores fortes, é descoberta em restinga do Rio de Janeiro

Apesar de suas cores fortes e de seu comportamento ativo, uma aranha encontrada em grande número na restinga da Barra de Maricá, no Rio de Janeiro, vinha passando despercebida aos olhos dos cientistas. Depois de capturada e estudada, pesquisadores da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e do Museu Americano de História Natural anunciaram tratar-se de uma nova espécie. De corpo negro e patas vermelhas, a aranha caminha ativamente pelas areias brancas da restinga, o que lhe valeu o nome *Trachelopachys ammobates*, que, em grego, quer dizer 'andarilha da areia'. Ela tem cerca de dois centímetros (um centímetro de corpo), é diurna e não faz teias.

Carlos Frederico Duarte da Rocha, pesquisador do Setor de Ecologia da UERJ, que estuda os vertebrados da região desde 1984, ficou curioso com o comportamento da aranha. "Ela é um carro alegórico andando agilmente em uma areia muito branca", diz Rocha, que, por não ser taxionomista de aranhas, não tinha notado a descoberta. A importância do achado só foi percebida por Norman Platnick, do Museu Americano de História Natural, para quem Rocha enviou exemplares do animal. Um detalhe que chamou a atenção de Rocha é o fato de essa aranha, muito vistosa, sobreviver em uma região de muitos lagartos, os principais predadores de aracnídeos.

Em experimentos de laboratório, o pesquisador da UERJ observou que os lagartos se recusam a comer *T. Ammobates*. Ele tentou 'iludir' os lagartos arrancando as patas da aranha, para que ela se parecesse com um cupim. "Quando se aproximavam do animal, eles logo percebiam a estratégia e se afastavam", relata o pesquisador. Ele acredita que *T. ammobates* tenha em sua pele substâncias tóxicas aos lagartos. Rocha não sabe ainda quais são os predadores da nova espécie nem tem informações sobre seus hábitos alimentares.

T. Ammobates é vista durante todo o ano em Barra de Maricá, embora seja mais ativa nos períodos úmidos, entre outubro e abril. Até agora

não foi encontrada em outras restingas, o que sugere que seja endêmica da região. Quando presente, é facilmente localizável. Maricá abriga outra espécie endêmica: a lagartixa-da-areia, encontrada apenas no estado do Rio de Janeiro.

"Preservar áreas na qual há endemismo de espécies é muito importante", alerta Carlos Rocha, preocupado com a preservação de Barra de Maricá, que, segundo ele, tem um grau de biodiversidade mais elevado que o de outras restingas e ainda está pouco afetada pelo homem. Rocha lembra que muitas espécies de animais ainda são desconhecidas. "Se essa aranha, que é ativa e abundante, ainda não tinha sido identificada, imagine quantas espécies de animais raros e que vivem reclusos ainda estão por ser descobertas", supõe.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/ Rio de Janeiro.

COMO IDENTIFICAR A ORIGEM DE ÓLEOS DERRAMADOS

Imaginem uma praia paradisíaca, como muitas existentes no litoral brasileiro: areia branca, mar azul ou esverdeado, coqueiros, uma brisa que transporta as pessoas para além das preocupações do dia-a-dia. Desfrutar de paisagens como essa faz bem não apenas ao corpo, mas também à mente. Às vezes, no entanto, tais paraísos são 'invadidos' por placas de um material oleoso e negro como a noite. Esse material escuro e viscoso que polui tantos mares e praias do planeta é o famoso petróleo, fonte de energia nobre e preciosa. Mas como saber de onde vem a poluição?

Tal desastre ocorre basicamente em três situações: 1) quando os navios-tanques que o transportam entre os continentes descartam no mar o chamado lastro, mistura de água e resíduos de óleo; 2) quando tais navios sofrem acidentes (como o do petroleiro Exxon Valdez, no Alaska, em 1989, considerado um dos mais graves derramamentos já ocorridos no mar); e 3) quando pequenas embarcações, ao lavar seus tanques, descarregam no mar resíduos de óleo combustível, um dos derivados do refino do petróleo. Sabendo de onde vem o petróleo derramado, pode-se determinar responsabilidades e multas, para evitar casos semelhantes.

BIOMARCADORES

A formação do petróleo começou há milhares de anos, quando restos de plantas, algas, bactérias e zooplânctons depositados em fundos de lagos e mares calmos transformaram-se em rochas ricas em matéria orgânica. O processo de soterramento submeteu tais rochas, ao longo do tempo, a temperatura e pressão crescentes. Como ocorre em uma panela de pressão, o petróleo gerado foi sendo expulso, migrando e acumulando-se em rochas porosas, chamadas 'rochas reservatórios', recobertas por camadas de rochas selantes (impermeáveis).

O estudo do famoso 'ouro negro' envolve importantes ramos da ciência, como a geologia, a química e especialmente a geoquímica orgânica, que reúne aspectos das duas primeiras. Nas últimas décadas pesquisas realizadas revelaram que essa fonte de energia é constituída por vários compostos, em mínimas concentrações, conhecidos como 'marcadores biológicos' (ou 'biomarcadores'). As estruturas moleculares de tais substâncias estão diretamente relacionadas às estruturas de compostos presentes, por exemplo, na membrana celular de bactérias (caso dos 'hopanos'), ou na membrana celular de microalgas (caso dos

'esteranos'). Assim, a análise dos biomarcadores existentes em um determinado óleo permite determinar sua origem (em que tipo de ambiente a matéria orgânica original foi depositada), seu grau de evolução térmica (a que temperatura foi submetida a rocha geradora do petróleo em questão) e seu grau de biodegradação (a que grau de ataque bacteriano o petróleo gerado foi submetido).

Portanto, a caracterização dos biomarcadores presentes nos petróleos e rochas geradoras é, imprescindível na exploração do petróleo. Um exemplo dessa importância é que através dos perfis de distribuição desses compostos torna-se possível deduzir que rocha gerou determinado petróleo e qual o local mais apropriado para furar um novo poço, como relatam vários pesquisadores da área.

TÉCNICAS UTILIZADAS

Isso significa também que a origem do petróleo encontrado em qualquer praia paradisíaca pode ser identificada através da análise dos biomarcadores que contém. Para tanto, técnicas modernas permitem separar, de uma pequena gota de óleo recolhida na areia, uma fração contendo compostos conhecidos como hidrocarbonetos alifáticos (que contém em suas estruturas apenas os elementos hidrogênio e carbono e ligações simples entre os átomos de carbono).

Com relação à caracterização dos biomarcadores adota-se uma técnica de separação de compostos, a cromatografia gasosa (que separa as moléculas por número de carbono e tipo de estrutura), associada a um procedimento comum em laboratórios de pesquisa, a espectrometria de

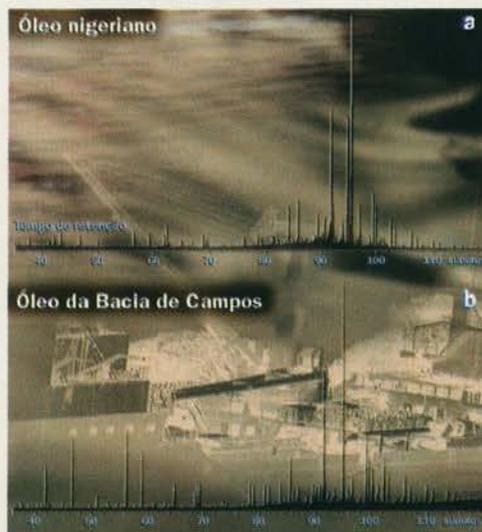


Figura 1. As diferenças entre os perfis de biomarcadores permitem identificar a origem de óleos derramados: em A, o perfil de distribuição de terpanos (m/z 191) indica tratar-se de óleo nigeriano; em B, esse perfil revela que é óleo da Baía de Campos.

massas (que mede as massas das moléculas, após sua transformação em íons e sua fragmentação). A presença de diferentes íons é registrada seletivamente em um detector, gerando sinais elétricos. Tais sinais formam perfis de distribuição que permitem a identificação das várias famílias de biomarcadores: o perfil do íon m/z (massa sobre carga) 191, por exemplo, refere-se aos terpanos, enquanto o do íon m/z 217 relaciona-se aos esteranos (figura 1). Dessa maneira, o estudo detalhado dos perfis possibilita determinar a origem do óleo.

No caso do óleo recuperado no mar ou na praia é possível obter um perfil de distribuição de todos as substâncias presentes usando apenas a técnica da cromatografia gasosa. Nesse caso, a distribuição de compostos conhecidos como *n*-alcanos ou *n*-parafinas – normalmente majoritários em um perfil de óleo – indica o grau de exposição do petróleo derramado às intempéries. Isso mostra todas as alterações na composição do óleo ocorridas após o derramamento, incluindo evaporação, dissolução na água, emulsificação, oxidação e biodegradação.

A técnica de espectrometria de massas também é utilizada para determinar a razão isotópica de carbono (o percentual de cada um dos isótopos do elemento: ^{12}C e ^{13}C). Para isso, o óleo total recuperado é queimado a 850°C , em câmara de vácuo, com adição de oxigênio (O_2), levando à formação de dióxido de carbono (CO_2). O CO_2 gerado é

purificado por resfriamento e analisado no espectrômetro, que revela a composição isotópica de carbono. A razão isotópica de carbono dos petróleos está relacionada à origem da matéria orgânica, ao fracionamento ocorrido durante a formação do petróleo e às alterações causadas pela oxidação e pela biodegradação, e pode fornecer subsídios para a identificação da origem de um óleo derramado.

A ATUAÇÃO DA PETROBRAS

Toda vez que um derramamento de óleo ocorre em território nacional, o Centro de Excelência em Geoquímica (Cegeq), vinculado ao Centro de Pesquisas (Cenpes) da Petrobras, é acionado, por solicitação de órgãos governamentais ou da própria empresa. Nesses casos, a caracterização em nível molecular – distribuição de biomarcadores e razão isotópica de carbono – é sempre realizada, independente da extensão e da origem do derramamento, para identificar a amostra de óleo em questão e comparar



Figura 2. Amostras analisadas pelo Centro de Pesquisas da Petrobras de 1989 a 1995.



Figura 3. O mapa das principais rotas de transporte de petróleo no mundo mostra que um grande volume atravessa o oceano Atlântico, expondo grande parte da costa brasileira, em especial no Nordeste, a eventuais derramamentos.

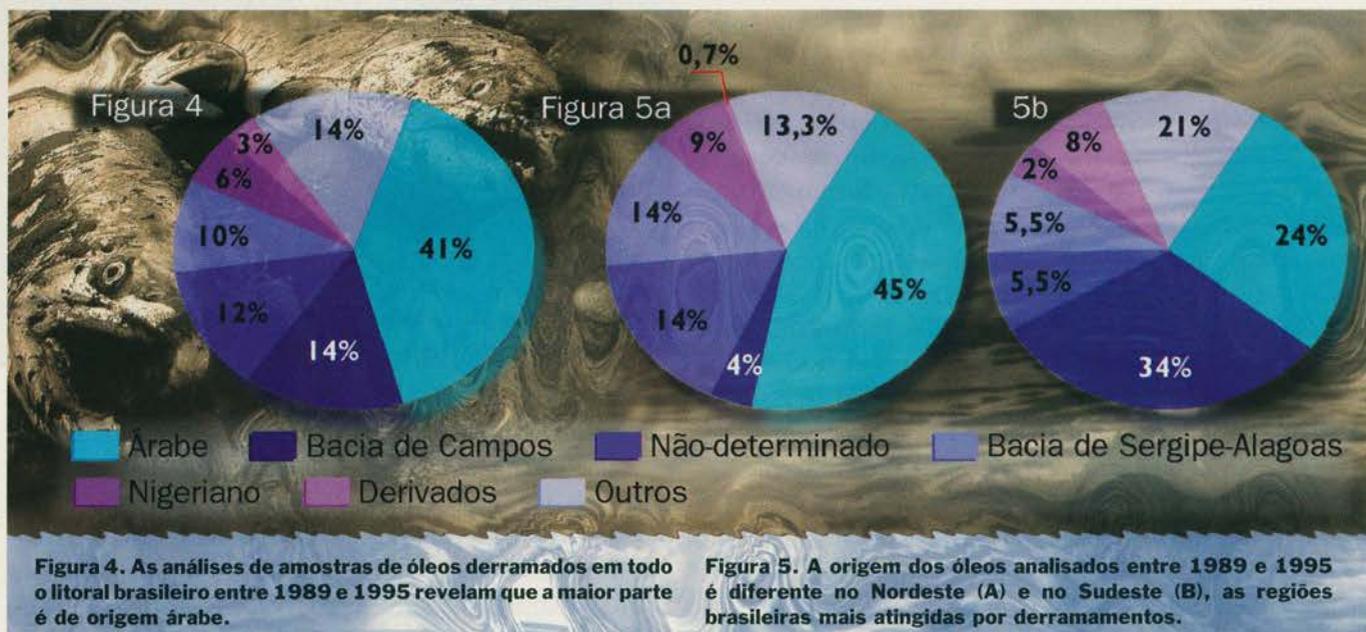
os resultados com os dados sobre os tipos de petróleo conhecidos. Assim, mesmo sem dispor de amostras de óleos suspeitos (coletados, por exemplo, em navios-tanques), é possível determinar o tipo de óleo derramado e seu grau de evolução térmica e biodegradação.

O Cenpes dispõe de poderosos recursos analíticos e grande equipe técnica – o Cegeq, por exemplo, conta hoje com 47 técnicos (19 especialistas na área de geoquímica orgânica, 21 técnicos laboratoristas e sete técnicos de geologia, informática e computação gráfica). Por outro lado, a atuação da Petrobras na área de identificação de óleos derramados vem se ampliando desde o grande derramamento ocorrido na

baía da Ilha Grande em dezembro de 1988. De janeiro de 1989 até o final de 1995, o laboratório analisou quase 450 amostras, das quais 303 colhidas em derramamentos de óleo em áreas costeiras do Brasil (figura 2).

Na região Nordeste, a mais afetada por esses acidentes, os óleos árabes foram identificados como os responsáveis pela maioria das ocorrências, embora tal tipo de petróleo não seja manipulado na região. O intenso fluxo de petroleiros no Atlântico, com possíveis vazamentos de óleo e/ou descarte de resíduos de lavagem de seus tanques, pode ser uma provável fonte da poluição, hipótese reforçada pela existência naquele oceano das chamadas correntes brasileiras, que podem trazer o material para o litoral do país (figura 3).

De acordo com as análises do Cenpes, em todo o Brasil, os óleos árabes são os mais encontrados – 41% das amostras – nos derramamentos, seguidos pelos óleos produzidos pela Petrobras nas plataformas da Bacia de Campos (figura 4). Já a distribuição das diferentes origens dos óleos derramados é bem diferente no Nordeste e no Sudeste do país (figura 5).



BENEFÍCIOS

A determinação da origem dos óleos derramados tem sido fundamental para o controle e combate das possíveis fontes poluidoras, sejam vazamentos de óleo causados por navios petroleiros, por equipamentos de produção *offshore* (no mar) e *onshore* (em terra) ou por oleodutos. Além disso, garantem que as praias brasileiras continuem a ser locais de lazer e contemplação.

Um dos efeitos benéficos dessa atitude é a diminuição

drástica, nos últimos anos, da contribuição da Petrobras como fonte poluidora. Em 1995, apenas 20% dos casos foram de responsabilidade da empresa. O sistema adotado de identificação da origem de óleos derramados vem possibilitando uma participação efetiva da empresa no controle e fiscalização dos procedimentos de exploração, produção e transporte de petróleo e seus derivados.

A atuação da Petrobras nos casos de derramamento de

óleo abrange desde a coleta das amostras até a emissão do laudo técnico, resultante da interpretação geoquímica dos resultados das análises laboratoriais. Já as técnicas utilizadas permitem identificar a origem do óleo derramado de maneira rápida e confiável. Finalmente, a comparação dos dados referentes a amostras de óleo derramado com amostras (do óleo transportado e do óleo combustível) coletadas em navios petroleiros possibilita a iden-

tificação inequívoca da fonte poluidora e, portanto, a aplicação, pelos órgãos ambientais, das sanções cabíveis (multas, apreensão de navios e outras).

Silvana M. B. De Grande
 Arilza C. Pickler
 Iranita Siqueira J. de Araújo
 Elizabeth M. N. Goyer
 Heloisa H. C. Miranda
 Centro de Excelência em Geoquímica da Petrobras.

SENTINELA CONTRA DESLIZAMENTOS

Monitor meteorológico detecta risco de queda de barreiras durante chuvas fortes e alerta população

Um aparelho meteorológico que prevê risco de deslizamentos de terra causados por excesso de chuvas foi desenvolvido, em Recife, pelo físico

do solo Fernando Encarnação. O equipamento, que avalia a intensidade das chuvas e a concentração de água no solo, é composto por um mo-

nitor de solo (um cilindro com fissuras, para coleta da água presente no terreno), e um monitor de clima (outro cilindro para coleta de água

da chuva). O primeiro é fixado na área com risco de deslizamentos e o segundo é instalado em um poste de luz próximo, para recolher a chu-

va e receber energia.

Denominado monitor edafoclimático, o aparelho também possui um circuito eletrônico, movido por bateria que consome 200 vezes menos energia que uma lâmpada fluorescente, para que, na falta de energia elétrica, possa operar durante três dias. Os dois monitores são interligados, para manter constante o armazenamento de energia de ambos, e para garantir o funcionamento mesmo que um deles seja afetado durante uma chuva mais forte.

Regulados de acordo com os limites pluviométricos ou os limites de concentração de água no solo considerados perigosos, os monitores determinam o risco de desequilíbrio no solo da região. Quando o limite perigoso é

atingido, o circuito eletrônico é imediatamente acionado, emitindo um sinal sonoro de alta frequência que alerta a população, permitindo que a área seja evacuada antes de um eventual deslizamento. Com vida útil estimada em três ou quatro anos, o monitor edafoclimático possui um dispositivo de luzes que indica quando está desativado (vermelho) e quando precisa de manutenção (amarelo). O sinal verde indica boas condições de funcionamento.

Para viabilizar a produção do equipamento, Fernando Encarnação montou a empresa Altec (Alta Tecnologia para Engenharia e Agricultura), concebida com apoio da incubadora de empresas do Instituto Tecnológico de Pernambuco (Itep). "Sem apoio dos órgãos públicos para desenvolver o projeto, fui forçado a virar empresário", lamenta o físico.

O aparelho vem sendo apresentado desde 1994 a prefeituras de várias cidades brasileiras, entre elas São Paulo, Rio e Recife, mas até agora não seduziu as autoridades municipais. O inventor acredita que o monitor poderia ter evitado, por exemplo, as 53 mortes causadas por deslizamentos durante a chuva torrencial que caiu sobre Recife na madrugada de 27 para 28 de abril deste ano. Naquele dia, o boletim do Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos de Pernambuco previa apenas tempo nublado com períodos de melhoria, sujeito a chuvas moderadas e isoladas (ver 'Imprecisão meteorológica').

IMPRECISÃO METEOROLÓGICA

A meteorologia ainda não é uma aliada eficiente na prevenção de deslizamentos de terra. Segundo o coordenador do Departamento de Meteorologia e Recursos Hídricos de Pernambuco (DMRH), Paulo Serrano, a margem de erro em relação à previsão do índice de precipitação pluviométrica em 24 horas é de 10%. Após 72 horas, a previsão entra no terreno da adivinhação, pois a margem de erro sobe para 50%.

O mais grave, a seu ver, é que um mesmo dado quantitativo de chuva vale tanto para Recife quanto para João Pessoa, pois o satélite meteorológico que serve a região varre uma área de 40 mil km². Além disso, a mesma cidade pode ter chuva forte em uma região e fraca em outra. Já a previsão qualitativa, que indica se o tempo será nublado, chuvoso ou claro, é feita com maior precisão, assim como a definição da pressão atmosférica, da velocidade do vento e da umidade do ar, mas não é suficiente para a previsão de deslizamentos.

Responsável pelo fornecimento de boletins meteorológicos a órgãos municipais e estaduais de Pernambuco, o DMRH pretende instalar radares meteorológicos, de tecnologia japonesa ou norte-americana, capazes de obter dados mais precisos sobre precipitação pluviométrica, cobrindo uma área de 7,2 km² em Recife. O projeto, porém, depende do apoio do Ministério de Ciência e Tecnologia. "Com esse equipamento, poderíamos fornecer boletins diários de bairro a bairro, com margem de erro próxima a zero", argumenta o meteorologista Geber Moura. Segundo ele, o Brasil tem um atraso de cinco a 10 anos na área. "O governo brasileiro não investe em meteorologia, por não ser uma atividade que dá retorno a curto prazo", denunciou.



FOTO CEDIDA PELO AUTOR.

O monitor edafoclimático, segundo seu inventor, pode determinar com exatidão a hora e o local de um deslizamento de terra.

O coordenador da Comissão de Defesa Civil de Recife, Cleber Ramos, alega que o uso do equipamento depende da realização de experimentos que comprovem sua eficácia. Ramos teme, por exemplo, que os sinais de alarme emitidos durante os testes nas áreas de risco causem pânico na população. Embora reconheça a necessidade de equipamentos mais precisos na previsão meteorológica, o coordenador da Co-

missão de Defesa Civil de Pernambuco, Artur Paiva, avalia que o custo unitário do monitor – R\$ 1.000 – inviabiliza sua instalação em Recife, onde há cerca de oito mil pontos de risco de deslizamentos.

Izabela Pires
Agência Meio/ Universidade Federal de Pernambuco.

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

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

Editores: Ennio Candotti (Departamento de Física do CCE/UFES), Ronald Cintra Shellard (Departamento de Física/PUC-RJ e CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Biofísica/UFRRJ).

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 Alcmeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Coordenação Executiva: Cilene Vieira e Maria Elisa da Costa Santos (produção).

Redação: Secretária de redação: Suely Spiguel, Maria Inez Duarte Estrada e Ricardo Menandro (edição de texto); Luisa Massarani (repórter); Michelle Nussenzevitz (redatora de área internacional); Marthia B. Neiva Moreira (redatora); 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).

Info-CH (Departamento de Informática e Multimídia): Marcelo Quintelas Lopes (DocMaster CH on-line/SysOp CH-BBS), Rodolfo Patrocínio dos Santos (auxiliar técnico). CH-BBS: (021) 295-6198. CH on-line: <http://www.ciencia.org.br>

Administração: Lindalva L. Gurfield (gerente), 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.

Assinatura e Circulação: Adalgisa M. S. Bahri (gerente), Maria Lúcia G. Pereira (assistente), Francisco Rodrigues Neto, Luciene de S. Azevedo, Márcio de Souza, Delson Freitas, Eliomar G. Santana, Sérgio L. P. Pessoa, Márcia Cristina G. da Silva.

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz e M. Zilma Barbosa (revisão); Luiz Fernando P. Dias (análise de sistemas); Raquel Prado Teixeira (programação visual).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), H. Moysés Nussenzevitz (Instituto de Física/UFRRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Departamento de Filosofia/UFRRJ), 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 Souza Muniz - CH-mg@icb.ufmg.br (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, telefax.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Maria Lucia Maciel (coordenação científica) Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala C165, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, telefax: (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luis Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, telefax: (081) 453-2676.

Sucursal Salvador: Caio Mário Castro de Castilho (coordenação científica), tel.: (071) 247-2033, fax: (071) 235-5592. E-mail sbpc@ufba-br. Rudiger Ludemann (Projeto Nordeste), tel.: (071) 961-6024, telefax: (071) 379-5445. Marta Cury Maia (estagiária). Instituto de Física/UFBA, Campus da Federação, SSA, CEP 40210-340, Salvador/BA.

Sucursal São Paulo: Vera Rita Costa (coordenação). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp). USP, Prédio da Antiga Retoria, 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.: (051) 228-1633, 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 Queiróz 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).

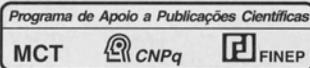
Assinatura para o Brasil (11 números): R\$ 64,50.

Fotolito: Open Publish Soluções 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 (UFRRJ) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Departamento Comercial: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, telefax: (011) 258-8963. Diretor Nacional de Comercialização: Ricardo Madeira. Contato de Publicidade/São Paulo: Marcos Martins. Supervisora de Operações Comerciais: Sandra Soares. Representante/Brasília: Deusa Ribeiro, tels.: (061) 577-3494/989-3478, fax: (061) 273-4780. Representante/NE: (Projeto Nordeste), telefax: (071) 379-5445 e tel.: (071) 961-6024. Representante/Rio Grande do Sul: Avremiro Zimmermann, telefax.: (051) 221-4538/221-7611.

REVISTA FINANCIADA COM RECURSOS DO



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* (1986). Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber 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** - Caixa Postal 36. Cep: 69908-970, Rio Branco - AC. Tel.: (068) 228-3051 (Karla Kristina Oliveira Martins). **MA** - Campus Universitário Bacanga/UFMA, Área de Convivência, Bl. 1 - Sl., Prédio do CEB (velho). Cep: 65080-040, São Luís - MA. Tel.: (098) 217-8183. Fax: 217-8702 (Maria Marlúcia Ferreira Correia). **RO** - Rua Pe. Agostinho, casa 13 Qd. 20, Conj. Santo Antônio - C.P. 460. Cep: 78904-420, Porto Velho - RO. UFRRJ - Depto. de Educação Física, Campus Universitário

- BR 364, Km 9,5. Tel.: (069) 221-9408. Fax: (069) 216-8506 A/C Carmem (Célio José Borges). **AM** - Depto. Ciências Pesqueiras/Faculdades de Ciências Agrárias/Universidade do Amazonas. Cep: 69077-000, Manaus-AM (Vandick da Silva Batista). **BA** - Faculdade de Medicina/UFBA, Rua João Botas, s/n. Cep: 40110-160, Salvador-BA (Edgar Marcelino de Carvalho Filho). **CE** - Rua D. Jerônimo, 339/503/Otávio Bonfim. Cep: 60011-170, Fortaleza-CE (Ronald de Albuquerque Ribeiro). **PB** - Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, Bela Vista. Cep: 58108-670, Campina Grande-PB. Rua Cardoso Vieira, 234. Cep: 58108-050, Campina Grande-PB. Tel: (083) 321-1877. Fax: (083) 321-5406 (Elizabeth Cristina de Araújo). **SE** - Av. Francisco Moreira, 650/103/Edifício Port Spain. Cep: 49020-120, Aracaju-SE. UFSE/Campus Universitário/Jardim Rosa Elze. Cep: 49000-000, Aracaju-SE. Tel.: (079) 241-2848, r. 335. Fax: 241-3995 (Antonio Ponciano Bezerra). **DF** - SQN 107, Bl. H - ap. 503, Asa Norte. Cep: 70743-080, Brasília-DF. Tel.: (061) 272-1663/274-0570 (Carlos Block Jr.). **MG** - R. Senhora das Graças, 188, Cruzeiro. Cep: 30310-130, Belo Horizonte-MG. Fundação Ezequiel Dias/Síntese FÁrmacos. R. Cde. Pereira Carneiro, 80. Cep: 30510-010, Belo Horizonte-MG. Tel.: (031) 371-2077, r. 280. Fax: (031) 3322534. (Mesa Mercedes V. Guerra Amaral). **GO** - Praça Universitária, 1.166 - 3º andar, Setor Universitário. Cep: 74001-970, Goiânia-GO. Centro de Estudos Regionais da Universidade Federal de Goiás, C.P. 131. Goiânia-GO. Tel./Fax: (062) 202-1035. mals@pequi.ufg.br (Marco Antonio Spher Leite). **MT** - Rua Antonio Maria, 444/ Centro. Cep: 78020-820, Cuiabá-MT. Av. Fernando Corrêa da Costa/UFMT, CCBS II/ Herbario Central, Cuiabá-MT. Tels.: (065) 315-8268/8351. Fax: (065) 361-1119 (Miramy Macedo). **ES** - Depto. Ciências Fisiológicas, Rua Marechal Campos, 1.468. Cep: 29040-090, Vitória-ES (Luiz Carlos Schenberg). **RJ** - CBPF - LAFFEX, Rua Xavier Sigaud, 150. Cep: 22290-180, Rio de Janeiro-RJ. Tel: (021) 542-3837/295-4846. Fax: (021) 5412047/5412342. shellard@lafex.cbpf.br (Ronald Cintra Shellard). **SP (subárea I)** - Rua Arthur Azevedo, 761/124, Pinheiros.

Cep: 05404-011, São Paulo-SP. USP/Depto. de Biologia/ Instituto de Biociências C.P. 11461. Cep: 05499-970, São Paulo-SP. Tel.: (011) 818-7579/818-7683 (Luiz Carlos Gomes Simões). **SP (subárea II)** - Depto. Ciência Tecno. Agro-industrial/ ESALQ. Av. Pádua Dias, 11-C. Postal 9. Cep: 13418-900, Piracicaba-SP. Tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-43213. Fax: (0194) 22-5925 (Luiz Gonzaga do Prado Filho). **Botucatu (seccional)** - Depto. de Genética/Universidade Est. de São Paulo. Cep: 18618-000, Botucatu-SP. Tels: (014) 821-2121, r. 229/822-0461 (Dêrtia Villalba Freire-Maia). **SP (subárea III)** - Depto. de Tecnologia/Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária/Unesp. Depto. de Tecnologia Rod. Carlos Tonani, Km 05. Cep: 14870-000, Jaboticabal-SP (Márcia Rossini Mutton). **MS** - DCT/CCET/UFMS/Cidade Universitária. Cep: 79009-900, Campo Grande-MS (Almir Joaquim de Souza). **PR** - Depto. de Genética/Setor Ciências Biológicas. Caixa Postal 19071. Cep: 81531-990, Curitiba - PR. Tel.: (041) 366-3144, r. 232. Fax: (041) 266-2942. (Euclides Fontoura da Silva Jr.). **Maringá (seccional)** - Depto. de Biologia Celular e Genética/UEMaringá. Av. Colombo, 3.690. Cep: 87020-900, Maringá-PR. Tel.: (044) 262-2727, r. 342. Fax: (044) 222-2654. (Paulo César de Freitas Mathias). **RS** - Hospital das Clínicas Porto Alegre/Unidade Genética Médica. Rua Ramiro Barcelos, 2.350. Cep: 90035-003, Porto Alegre-RS. Tels.: (051) 332-6131/332-6699, r. 2310. Fax: (051) 3329661/3328324. giugliani@dpx1.hcpa.ufrgs.br (Roberto Giugliani). **Santa Maria (seccional)** - Rua dos Andradas, 1.123/ap. 404, Centro. Cep: 97010-031, Santa Maria-RS (Ruy Jornada Krebs). **Pelotas (seccional)** - Av. General Barreto Vieira, 611. Cep: 91330-630, Porto Alegre-RS (Fernando Irajá Félix Carvalho). **Rio Grande (seccional)** - FURG /DECLA/ Super Carreiros. Cep: 96500-900, Rio Grande-RS. decisrio@campus.furg.br (0532) 301400, r. 131. Fax: (0532) 301194 (Siro Lopez Velasco). **SC** - Depto. de Fitotécnica /CCA/UFSC. Caixa Postal 476. Cep: 88040-970, Florianópolis-SC. Tel.: (048) 234-2266/231-9357. Fax: (048) 234-2014 (Miguel Pedro Guerra).

F A T O R



A REVISTA DO GEOPROCESSAMENTO

Utilize nossa Web Site
para assinatura:
<http://www.fatorgis.com/>

GIS • Sistemas de Informação Geográfica
GPS • Posicionamento por Satélite
CAD • Mapas Digitais
Informática Aplicada
Imagens de Satélite de Sensoriamento Remoto
INTERNET



PEDIDO DE ASSINATURA DA REVISTA FATOR GIS

RECORTE, PREENCHA E ENVIE À SAGRES EDITORA

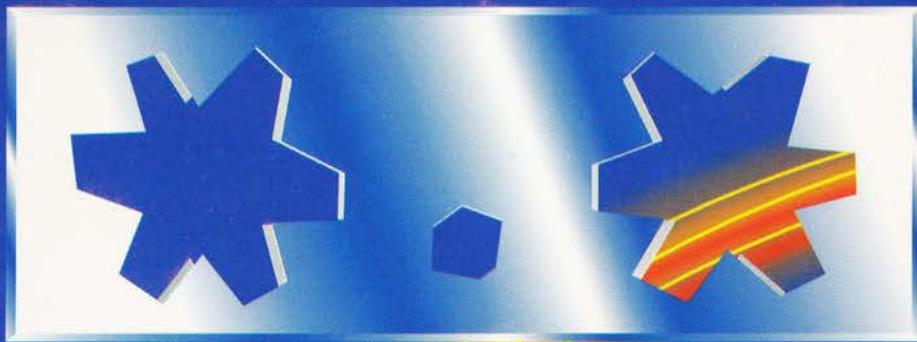
Formas de Assinatura: (nº de edições/preço) No Brasil: 06 edições — R\$ 36,00 12 edições — R\$ 65,00 No Exterior: 06 edições — US\$ 70,00 12 edições — US\$ 126,00		Assinale aqui o nome do Cartão de Crédito Internacional:  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>  <input type="checkbox"/>	
Assinale aqui o nº de edições: <input type="checkbox"/> 06 edições <input type="checkbox"/> 12 edições		Nº _____ Validade _____ mês / ano	
NOME DO ASSINANTE (Em caso de pessoa jurídica, informe o nome da instituição)			
FORMAÇÃO ACADÊMICA		O ENDEREÇO FORNECIDO É: <input type="checkbox"/> RESIDENCIAL <input type="checkbox"/> COMERCIAL	
ENDEREÇO		BAIRRO _____ CEP _____	
CIDADE		INSTITUIÇÃO NA QUAL TRABALHA (Se for pessoa jurídica, informe a pessoa que receberá as revistas)	
ESTADO _____ PAÍS _____		TELEFONE (DDD, Nº) _____ FAX (DDD, Nº) _____	
DEPARTAMENTO _____ FUNÇÃO _____		DATA _____ ASSINATURA _____	
CGC (Se for pessoa jurídica) _____ CPF (Se for pessoa física) _____			



(Promoção válida até 31/03/97)
 CGC 82.441.841/0001-07 — Inscrição Estadual 101.94366-63
 Rua Dr. Goulin, 1345 — Hugo Lange — 80040-280
 Curitiba — Paraná — Brasil — Tel/Fax (041) 264-9807

Utilize nossa Web Site para assinatura:
<http://www.fatorgis.com/>

DIALDATA



S Y S T E M S



**Dialdata Internet,
seu melhor acesso
à informação**

DIALDATA INTERNET

O mais dinâmico provedor de acesso, informações e serviços Internet do país.
Coloque a Home Page de sua empresa na Internet via DIALDATA.

Faça já negócios on-line através do único site seguro do país, o do DIALDATA.

Fale conosco para resolver seus problemas de comunicação.

Conheça outras soluções que a Dialdata Systems dispõe para você:



Dialdata On-line
Sua opção de acesso a Internet via BBS gráfico.



Conversor de protocolo para correio eletrônico, tais como CC Mail, Notes, etc.



Soluções em conexão da sua rede a Internet.



<http://www.dialdata.com.br>
Internet Modem:
14.400bps 820.3777
28.800bps 828.9577
Rua Bandeira Paulista, 716 cj.13/14
Cep.0453 002 Itaim, São Paulo
Tel. 829.4731 Fax. 822.4588