

# CIÊNCIA HOJE

**La Recherche na Ciência Hoje**  
*Os sons & os números*

**Michel Juvet**  
*A essência do sonho*

**Documento**  
*100 anos de cinema*



## Conchas

*Matemática na natureza*

# *Aqui a Bahia começa a ficar mais azul.*



*O Bahia Azul, o maior programa de saneamento ambiental da Bahia, vai permitir que 80% da população de Salvador e de mais dez cidades do entorno da Baía de Todos os Santos seja beneficiada com o sistema de esgotamento sanitário. Tudo isso para garantir mais saúde, bem-estar e qualidade de vida para milhões de baianos e turistas.*



## A natureza pode ter dono?

Os avanços da biologia, desde a clonagem do primeiro gene em 1973, aceleraram a construção de organismos vivos. As descobertas científicas converteram-se em invenções, que podem ser patenteadas, pois os novos organismos não são encontrados na natureza. Grandes empresas logo passaram a promover investimentos maciços em pesquisa, apropriando-se das invenções. Hoje, todos nós defrontamo-nos com esta nova realidade e seus pesadelos éticos.

Os países desenvolvidos incorporaram às suas leis a proteção de invenções biotecnológicas, cada a seu modo, em defesa de interesses específicos. Os novos acordos do GATT/TRIPS sobre propriedade industrial, aprovados em 1994, optaram pela uniformização do regime de patentes.

Estados Unidos, Japão e Comunidade Européia divergem quanto ao patenteamento de plantas e, mais ainda, de animais e procedimentos terapêuticos. A Convenção da Biodiversidade, de 1992 e os acordos GATT/TRIPS, no entanto, contemplam alguma forma de proteção à propriedade intelectual de fármacos e alimentos, e estipulam prazo para adequação das legislações nacionais. E admitem a proteção das variedades vegetais por patentes e/ou pela lei de cultivares.

O Brasil não dispõe de lei de proteção de cultivares, nem assinou a Convenção da UPOV (Union pour la Protection des Obtentions Végétales), sobre a propriedade intelectual de quem aperfeiçoa espécies vegetais. Findo o ano de 1995, não temos mais prazo para aderir a esta Convenção, em sua versão de 1978, que melhor convém aos interesses do país, pois permite o melhoramento de variedade vegetais e não obriga o pagamento de *royalties* pela massa da produção de grãos.

Imensa diversidade biológica e enorme área fotossintética conferem ao Brasil a expectativa de vantagens consideráveis na produção de alimentos e produtos biotecnológicos. Mas esta expectativa só se tornará realidade quando adotarmos política definida e ação determinada diante de tamanho potencial. Acreditar que o sistema de patentes, por si só, irá garantir desempenho favorável ao país é ilusão que não temos o direito de alimentar. Urge traçar um programa nacional e investir pesadamente na ampliação de nosso parque de pesquisas em ciências biológicas para o aproveitamento máximo de nossa biodiversidade. Este esforço logo se refletirá nos frutos da agricultura.

O projeto da nova lei de patentes já inclui o patenteamento de produtos e processos farmacológicos e biotecnológicos.

Mas a questão crucial, ainda em debate, é o que o Brasil vai decidir sobre o patenteamento de plantas e animais transgênicos. A comunidade científica brasileira tem defendido a idéia de que bactérias, fungos e algas transgênicos só possam ser patenteados quando vinculados a processo para obtenção de produto específico. Isto convém à defesa de nossa diversidade e atende a exigências éticas e sociais.

Preocupa também o prazo relativamente curto para a entrada em vigor da nova lei. O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) deve se ajustar a ela, pois terá a responsabilidade de analisar o estado da arte em produtos e processos biotecnológicos, distinguindo invenção de descoberta. O Judiciário precisa estar qualificado para resolver o grande número de conflitos que fatalmente surgirão.

O sistema mais adequado para proteger plantas e sementes está no projeto de lei de cultivares, inspirado na concepção de direitos autorais e amplamente discutido pela comunidade científica. Mas o governo parece reter este projeto, à espera da aprovação do projeto de lei de patentes. É um erro grave. A lei de cultivares é a maneira mais flexível de proteger as inovações nesta área e de, ao mesmo tempo, criar condições favoráveis para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.

As corporações farmacêuticas e produtoras de agrotóxicos e sementes pressionam no sentido de uniformizar o sistema de patentes em todos os países. Isto permitirá que dominem os mercados. Substituir o sistema de patentes pela manutenção do segredo da inovação (segredo de negócio), como querem alguns, será ainda pior. As patentes deixam a informação disponível. No sigilo, só conhece a inovação quem dela se beneficia. É o sistema mais perverso. Aumenta ainda mais o fosso tecnológico entre países ricos e pobres.

O que está em pauta é uma nova relação entre a ciência e o mercado. Ao confundir descobertas e invenções e exaltar valores meramente mercadológicos, abandonam-se os princípios que permitiram a construção da ciência moderna. Esta prática mina a livre circulação de idéias, a cooperação científica internacional, os imperativos éticos solidários.

Aceitar patentes de plantas e animais transgênicos equivale a confiar o futuro da humanidade a uma lógica que está longe de ter como prioridade o bem-estar das populações.

## EDITORIAL

## CARTAS



## UM MUNDO DE CIÊNCIA 8

Especialistas brasileiros comentam e analisam o trabalho dos ganhadores do Prêmio Nobel de 1995.



## 1 RESENHA

19

*Criando Fractais*, de Tim Wegner e Bert Tyler, apesar da tradução descuidada, dá todas as dicas, para entendidos e leigos, sobre como criar essas fascinantes formações.

Por Ildeu de Castro Moreira.

4

Os livros *Introdução crítica à sociologia brasileira*, de Alberto Guerreiro Ramos, e *A sociologia do Guerreiro*, de Lucia Lippi Oliveira, contribuem para resgatar um dos pensamentos mais aguerridos da sociologia.

Por Maria Stella de Amorim.



## ENTREVISTA

22

O especialista francês Michel Jouvét, que identificou a fase do sono em que os sonhos ocorrem – o sono paradoxal – fala da importância social da pesquisa em busca da compreensão dos mecanismos do sono.



**A beleza matemática das conchas***Hans Meinhardt*

A partir dos desenhos que a natureza inscreve nas conchas, a ciência estabelece padrões matemáticos que podem ajudar a entender os chamados sistemas dinâmicos e seus processos de mudança.

**LA RECHERCHE CIÊNCIAHOJE****Música, números e computadores***Gérard Assayag**Jean-Pierre Cholleton*

O uso de computador revive a relação entre a música e os números presente na Idade Média e recoloca a discussão da teoria que defende a música como a ciência dos números aplicada aos sons. O artigo inicia a parceria – voltada para a divulgação da pesquisa científica – entre *Ciência Hoje* e a revista francesa *La Recherche*.

**DOCUMENTO**

No centenário do cinema, um balanço dos gêneros e tipos que marcaram a história da chamada sétima arte no Brasil e no exterior. Por Francisco Carlos Teixeira Da Silva e Rosângela Oliveira Dias.

Capa: ilustração Luiz Baltar.

**28 É B O M S A B E R**

Uma estreita relação, onde as necessidades de ambos se complementam, garante a vida dos figos e das vespas há 100 milhões de anos.

Por Rodolfo Antônio de Figueiredo, Marlies Sazima e Ivan Sazima.

**61****38****CIÊNCIA E M D I A****63****CH • SERVIÇOS****69**

Relatório de avaliação da Capes – 5ª parte.

**48****TECNOLOGIA**

### Norberto Bobbio

Li a resenha sobre o novo livro de Norberto Bobbio em *Ciência Hoje* nº 111 e achei muito boas as opiniões sobre esquerda e direita, não só a sua como a de Luís Fernandes, e a de Leandro Konder. Acho um assunto polêmico, com várias definições e posições.

Faço História na PUC-MG e já discuti várias vezes com colegas sobre a posição do governo de FHC. Antes de sua eleição, ele tinha diretrizes de social-liberal e seu discurso de posse também confirmou isso, mas entrou em contradição ao indicar seus ministros, todos neoliberais. E, então, além de não poder responder à pergunta de Luís Fernandes (“O governo FH é de direita ou de esquerda?”), fico com outras perguntas sobre o governo FHC. (...) Gostaria de obter uma resposta para essa questão, mas acho que só o presidente poderá respondê-la; arrisco a dizer que é uma estratégia política, mas gostaria de outras hipóteses...

Paula Amorim,  
Belo Horizonte (MG).

### Núcleos ressonantes

Sou aluno do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Regional de Blumenau e estou desenvolvendo um trabalho de pesquisa sobre núcleos ressonantes. Gostaria de publicar em *Ciência Hoje* uma nota solicitando aos leitores que possuam publicações sobre o assunto que entrem

em contato comigo ou, se possível, me enviem cópias desses materiais. Gostaria também que me fossem indicadas bibliografias de consulta, pois a biblioteca da Universidade de Blumenau ainda está muito pobre nessa área. Ao mesmo tempo, aproveito para pedir informações sobre o uso da carteira de sócio da SBPC, que recebi esta semana.  
Deonísio L. Lobo,  
rua Julio Ruediger Senior, 154,  
Água Verde, Blumenau,  
CEP 89037-070,  
Santa Catarina.

Esperamos que, com a publicação de seu endereço, as informações comecem a chegar logo. Você pode também tentar entrar em contato com o professor Wanderley Bagnato, da Universidade de São Paulo (USP), que faz pesquisas nessa área. O endereço é Instituto de Química e Física de São Carlos, Departamento de Física e Ciência dos Materiais, Caixa Postal 369, CEP 13560-970, São Carlos, SP. Os telefones do Instituto são (0162) 71-3616 e 71-2012. Como sócio da SBPC, você tem descontos nas assinaturas de *Ciência Hoje*, *Ciência Hoje* das Crianças, *Ciência e Cultura*, além de receber gratuitamente, duas vezes por mês, o *Jornal da Ciência Hoje*. Outras vantagens estão sendo estudadas para os associados e em breve serão anunciadas.

### Tartaruga Marinha

Sou estudante do 3º ano de Biologia na Faculdade de Ciências e Letras de Bragança Paulista, para a qual preciso realizar um trabalho referente a *Dermochelys coriacea*, e estou encontrando dificuldades para reunir material de pesquisa. Peço que me enviem artigos e informações referentes a esse animal.  
Rosimeire Dias S. Fernandes,  
Atibaia (SP).

Publicamos em um dos nossos primeiros números um belo trabalho sobre as espécies de tartarugas marinhas que freqüentam o litoral brasileiro, entre elas *Dermochelys coriacea*, a tartaruga-de-couro (*Ciência Hoje*, nº 5). Mais recentemente (*Ciência Hoje*, nº 45), publicamos outro artigo, desta vez sobre a *Chelonia mydas*. As informações foram colhidas com o Projeto Tartaruga Marinha (Tamar), ao qual você pode pedir material de consulta. O endereço é av. Farol Garcia Dávila s/n, Praia do Forte, Mata de São João, CEP 48280-000, Bahia, telefone (071) 876-1113.

### Correções

Acabo de receber o nº 108 de *Ciência Hoje* e desejo apresentar minhas congratulações a todos os que colaboram na produção da nossa excelente revista. Fiquei feliz com a publicação da minha nota sobre aço indiano (pp. 67-69) (...) Tenho, porém, uns pequenos reparos:



- 1) Coluna 2, p. 69: o correto é *Periplous Mari Erythraeum*.
- 2) Coluna 3, p. 69: ilhas Maldivas com M maiúsculo.
- 3) A ilustração representa um *kiris* (pronuncia-se o primeiro i muito curto: *kris*) malaio, estilo de Java central. O *kiris* é de ferro e sempre – ou quase sempre – enferrujado. As feridas que causa são difíceis de sarar, não somente por causa do veneno de que são freqüentemente recobertos, como pela própria ferrugem. As linhas que aparecem *não* são o brilho damasceno, o corte é longe de ser afiado e os ‘dentes’ e imperfeições são bem visíveis. O brilho damasceno é muito delicado e difícil de reproduzir em fotos. Peço desculpas por não ter enviado uma foto. As lâminas com brilho damasceno mais à mão encontram-se no Museu Stibbert, em Florença.  
Dra. Martha Vanucci,  
Nova Délhi, Índia.

### Errata

Erramos ao atribuir a autoria do artigo *Ciência na Escola (Ciência Hoje* nº 114, p. 45) unicamente a Maria Cristina do Amaral Moreira, do Instituto de Biologia da UFF, quando na verdade o artigo é fruto da parceria com Edson Pereira da Silva, da mesma universidade.

# Data Estelar 1995

a última fronteira:  
o ciberespaço



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

Com páginas em português e inglês.

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

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



# SUS. JÁ QUE ELE É SEU

*SUS é o Sistema Único de Saúde do Brasil. É um direito de todos, financiado por todos os impostos. É uma grande conquista do nosso país, um dos*

## USADO CORRETAMENTE, NÃO

### COMPOSIÇÃO

O SUS é composto por Centros de Saúde, Postos de Saúde, Hospitais, Hospitais de Alta Complexidade e Laboratórios, da rede pública e privada, que fazem assistência médica, atendimento comunitário, saneamento e controle de doenças.

### USO LOCAL

O SUS é administrado localmente pelas Prefeituras e fiscalizado através dos Conselhos Municipais de Saúde. É fundamental a participação das comunidades, principalmente porque são as beneficiárias diretas.

### USO GERAL

Através de sua estrutura, é possível fazer consulta, atendimento de emergência, internação, serviço hospitalar diário, além de casos especiais, como transplantes, atendimento a deficientes físicos, saúde bucal, planejamento familiar, controle de qualidade de hemoderivados e sangue para transfusão.

### MODO DE USAR

Nos Postos ou Centros de Saúde, as pessoas tratam mais da saúde do que das doenças. Neles, são feitas as vacinações, o controle pré-natal e as consultas. Grande parte das ocorrências médicas podem ser resolvidas nos Postos e Centros de Saúde. Ocorrências graves são

# É BOM SABER O QUE É.

*todos garantido na Constituição, e que você paga através poucos em todo o mundo a ter um sistema universal de saúde.*

## O TEM CONTRA-INDICAÇÃO.

encaminhadas para os hospitais. Solicitar sempre o Comprovante de Atendimento após o tratamento nos hospitais.

### CONTRA-INDICAÇÃO

O SUS não tem contra-indicação.

### RECOMENDAÇÕES FINAIS

Também fazem parte do SUS, as ações de saneamento

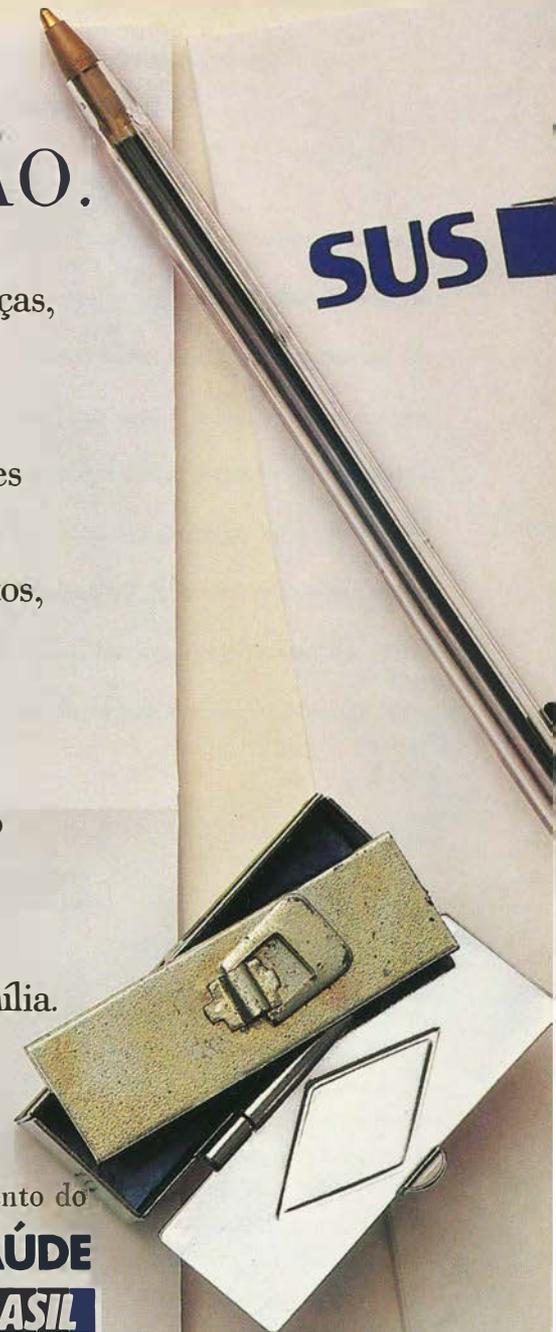
básico e combate a doenças, como dengue, malária ou cólera, através dos Agentes de Saúde; ações de vigilância sanitária, fiscalizando medicamentos, alimentos, produtos de limpeza e cosméticos; e o acompanhamento da saúde da população através dos Agentes Comunitários e do Programa Saúde da Família.



Uma campanha de esclarecimento do  
**MINISTÉRIO DA SAÚDE**



O SUS É SEU. CUIDANDO DA SUA SAÚDE.



# Prêmio Nobel 95

**Da paz na Irlanda à paz sem armas nucleares,  
da economia com expectativas racionais à defesa da camada de ozônio,  
da luta genética pela saúde ao novo universo das partículas**

*A poesia do irlandês Seamus Heaney e a premiação do físico Joseph Rotblat, por seu trabalho à frente do movimento dos cientistas contra as armas nucleares, marcaram o tom pacifista do Nobel 95.*



*Robert E. Lucas, que previu estagflação com seu modelo de expectativas racionais.*

*Nas outras categorias, confirmando a tendência moderna da pesquisa científica de trabalho em equipe,*

*Rotblat levou o Nobel da Paz pela coragem com que vem enfrentando a persistência das grandes potências na manutenção dos arsenais. E Heaney, o Nobel de Literatura, com obra que se contrapõe ao dilacerante conflito em seu país. Outro ganhador solitário do Nobel foi o economista*

*o cada prêmio coube a mais de um pesquisador. A genética deu o Nobel de Medicina a três pesquisadores de Yale; os estudos sobre ozônio deram o Nobel de Química ao time inter-universitário europeu e americano; a ciência das partículas deu o Nobel de Física a dois pesquisadores norte-americanos.*



Este Prêmio Nobel faz justiça a um dos maiores economistas do pós-guerra. O trabalho de Robert E. Lucas Jr. combina, com sucesso, o esforço intelectual abstrato e altamente matemático com aplicações práticas contundentes. A macroeconomia no pós-guerra dividia-se entre os monetaristas e os keynesianos. Os monetaristas sempre defenderam uma política monetária passiva, pois acreditavam ser a parte real da economia essencialmente estável. Os keynesianos, por sua vez, favoreciam uma política mo-

## NOBEL DE ECONOMIA

### A força das expectativas racionais

netária mais ativa, visando a redução do desemprego.

Esse debate já vinha ocorrendo desde a grande depressão. Os monetaristas acreditavam que ela fora provocada pela redução da oferta monetária decorrente da quebra do sistema bancário. Os keynesianos a interpretavam como falha mais profunda na

parte real da economia, envolvendo desde tendências de subconsumo até o pessimismo dos investidores. Os monetaristas não conseguiram compatibilizar a convicção de que a moeda era neutra, do ponto de vista da parte real da economia, com o fato de que houve grande queda do produto econômico durante

a depressão. Também existiam os estudos empíricos do economista inglês A.W. Phillips, sobre as economias desenvolvidas no pós-guerra, que indicavam relação negativa entre a taxa de desemprego e a taxa de inflação. Assim, segundo alguns keynesianos, o aumento da inflação valeria a pena, até certo ponto, já que dessa forma o desemprego cairia.

A revolução das expectativas racionais serviu para resolver esse paradoxo. Lucas desenvolveu um modelo em que os agentes econômicos racionais tomariam suas

decisões levando em conta o efeito que as medidas do governo teriam sobre a economia. Assim, por exemplo, se o governo expandisse a oferta monetária através da redução da taxa de juros, visando estimular a demanda e dessa forma diminuir o desemprego, estaria também aumentando a inflação futura. Nesse caso, as empresas não contratariam mais mão-de-obra, 'prevendo' que o aumento de demanda seria apenas nominal. Esse tipo de 'previsão' dos agentes econômicos quanto ao futuro são as chamadas expectativas racionais.

Assim, a influência do aumento da oferta monetária sobre o desemprego se daria apenas quando esse aumento ocorresse de forma não esperada ou não antecipada pelas empresas. Em outras palavras, a inflação só pode ajudar a combater o desemprego no curto prazo e de forma

ocasional. As previsões feitas com base no trabalho teórico de Lucas (de 1972) materializaram-se no final dos anos 70 com o fenômeno da estagflação, perversa mistura de inflação com desemprego. Desde então, as autoridades econômicas têm sido mais moderadas no uso de políticas monetárias. Para resolver o problema do desemprego, os governos têm enfatizado treinamento, educação e mecanismos fiscais.

Há muitos outros exemplos nos quais os agentes econômicos, antecipando as conseqüências de uma política econômica equivocada por parte dos governos, provocam verdadeira catástrofe. No Brasil, por exemplo, as empresas antecipavam-se aos congelamentos de preços, tão comuns até um par de anos atrás, e provocavam inflação ainda maior do que a esperada. Outro exemplo está nas

corridas para a compra de produtos importados, quando o governo fixa o câmbio de forma artificial.

Do ponto de vista teórico, o trabalho de Lucas serviu para aproximar a microeconomia e a macroeconomia. Ele necessitou de um modelo de equilíbrio geral, embora simplificado, no qual coexistissem a parte real da economia, a parte monetária e agentes econômicos racionais. Perderam força tanto os modelos de equilíbrio parcial (marshallianos) quanto os agregativos. Aceitas as idéias de Lucas, prevalecem, na análise macroeconômica, esses modelos de equilíbrio geral, que enfatizam os aspectos microeconômicos de racionalidade dos agentes. Isso ocorre mesmo para modelos de características keynesianas, que enfatizam alguma falha na parte real da economia.

Considerando os proble-

mas macroeconômicos em grande parte resolvidos, Lucas dedica-se mais à questão do desenvolvimento econômico. Nessa linha, ele tem trabalhado em modelos em que a interação entre o capital físico e o capital humano é particularmente importante. Esse tipo de modelo consegue explicar por que o capital não tende a migrar dos países ricos para os países pobres até que as rendas *per capita* se nivelem. Lucas afirma que um país que mantém investimentos em capital humano pode continuar sendo sempre atraente para o capital físico, em comparação com um país pobre. Esta é outra lição importante da pesquisa teórica do ganhador do Nobel.

#### Aloisio P. Araújo

*Escola de Pós-Graduação em Economia, Fundação Getúlio Vargas.*



*Nascido em 15 de setembro de 1937, em Yakima, no estado de Washington (EUA), Robert E. Lucas Jr. graduou-se em história na Universidade de Chicago e obteve o doutorado em economia na mesma universidade, em 1964. Ensinau na Universidade Carnegie-Mellon (EUA) até 1974, quando tornou-se professor da Universidade de Chicago. Foi editor-associado do Journal of Economic Theory e do Journal of Monetary Economics, e, desde 1988, edita o Journal of Political Economy. É membro da Associação Americana de Economia, da Academia Americana de Artes e Ciências, da Sociedade Phi Beta Kappa, da Sociedade Econométrica e da Academia Nacional de Ciências dos EUA. É ainda doutor honoris causa das universidades de Paris-Dauphine (França) e de Atenas (Grécia). Já esteve duas vezes no Brasil, para conferências.*



Eles deram importante contribuição à física dos léptons, as partículas elementares envolvidas na interação fraca com outras partículas: Frederick Reines, da Universidade da Califórnia, em Irvine, e Martin L. Perl, da Universidade de Stanford, ganharam o mesmo Nobel. O primeiro, pela detecção do neutrino, um dos léptons. O segundo, pela descoberta do tau, outra dessas partículas.

NOBEL DE FÍSICA

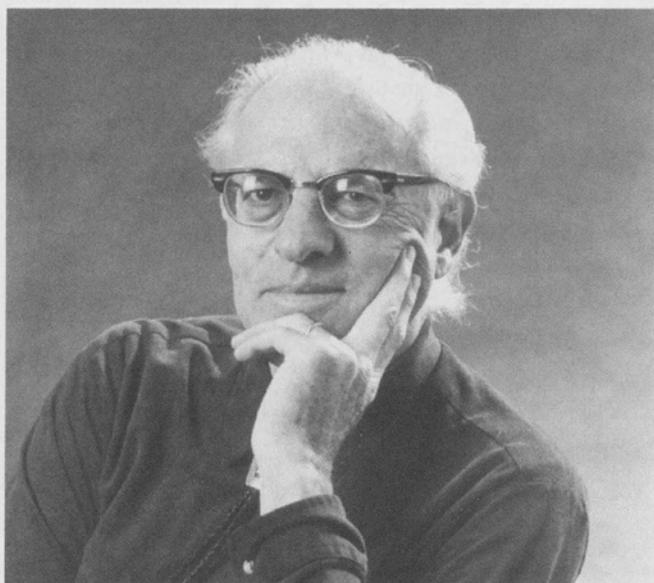
## Os pioneiros da busca aos léptons

A existência do neutrino ( $\nu$ ) foi proposta no início dos anos 30 por Wolfgang Pauli, para conciliar o espectro contínuo dos elétrons emitidos no decaimento beta com a lei de conser-

vação de energia. Em 1934, Enrico Fermi usou essa partícula hipotética ao formular a primeira teoria que descrevia a interação fraca das partículas elementares. Até os anos 50,

porém, não havia sido possível detectar reações iniciadas por neutrinos, apesar das evidências de sua existência.

Em 1953, Clyde L. Cowan Jr. (já falecido) e Frederick Reines propuseram aproveitar o enorme fluxo de antineutrinos ( $\bar{\nu}$ ), teoricamente produzido nos recém-instalados reatores nucleares, para investigar a existência da partícula: a grande quantidade compensaria a fraca interação.

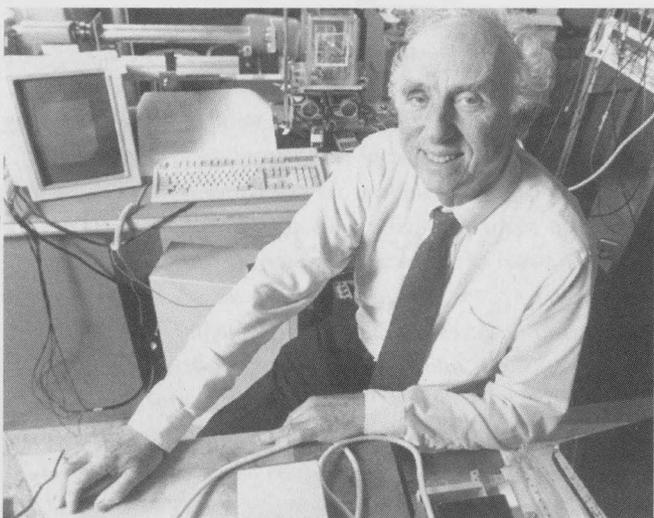


*Especialista na física de partículas elementares*

*e em astrofísica, **Frederick Reines**, nasceu em 1918, em Paterson, no estado de Nova Jersey (EUA).*

*Formou-se no Instituto de Tecnologia Stevens, em Hoboken, Nova Jersey, e obteve o doutorado em 1944, na Universidade de Nova Iorque. De 1944 a 1959, integrou e chefiou o grupo de física teórica no Laboratório Científico de Los Alamos.*

*Foi professor e chefe do Departamento de Física no Instituto de Tecnologia Case. Em 1965, tornou-se professor da recém-fundada Universidade da Califórnia, em Irvine (EUA), onde hoje é professor emérito. Recebeu, entre outros prêmios, a Medalha Nacional de Ciência, a Medalha Franklin do Instituto Benjamin Franklin, o Prêmio Bruno Rossi da Sociedade Americana de Astronomia e o Prêmio J. Robert Oppenheimer. É membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA e membro estrangeiro da Academia de Ciências da Rússia.*



*Nascido em 1927, em Nova Iorque, **Martin L. Perl***

*formou-se em engenharia química no Instituto Politécnico de Brooklyn, em 1948, e trabalhou na empresa General Electric até 1950. Doutorou-se em física, em 1955, na Universidade de Colúmbia, tendo como orientador de tese I. I. Rabi (Prêmio Nobel de Física de 1944). Deu aulas na Universidade de Michigan e tornou-se, a partir de 1963, professor e pesquisador do Centro do Acelerador Linear da Universidade de Stanford, que dirige desde 1991.*

*Atualmente, é membro do Conselho Científico do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN).*

*Ganhou o Prêmio Wolf de Física pela descoberta da partícula tau, em 1982. É membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA e da Sociedade Americana de Física e doutor honoris causa da Universidade de Chicago.*

Após alguns testes no reator de Hanford, Cowan e Reines iniciaram suas experiências no reator de Savannah River (Carolina do Sul). Colidindo antineutrinos com um alvo de 1.400 litros de água, eles confirmaram (*Physical Review* nº 113-273, de 1959) a interação dessas partículas com prótons (p) do núcleo dos átomos que formam a molécula da água, produzindo pósitrons ( $e^+$ ) e nêutrons (n). Pósitrons e nêutrons foram identificados através de sua própria desintegração: pósitrons aniquilavam-se com elétrons, dando origem a fótons (dois para cada pósitron), detectados em cintiladores líquidos; e nêutrons, após perderem energia por sucessivas colisões com hidrogênio, eram capturados com o uso do cádmio e, posteriormente, decaíam também emitindo fótons.

Em 1973, entrou em operação nos Estados Unidos novo acelerador elétron-pósitron, o Stanford Positron-Elétron Assymmetric Rings (SPEAR). Esse acelerador atingia a energia necessária (cinco bilhões

de elétrons-volt) à produção de léptons pesados (de grande massa) e parecia ser o local ideal para a busca dessas novas partículas. Martin L. Perl e colaboradores do Stanford Linear Accelerator Center (SLAC) e do Lawrence Berkeley Laboratory (LBL), ambos na Califórnia (EUA), uniram-se aos pesquisadores do SPEAR nas buscas. Como tais partículas decaem antes de atingir os detectores, sua existência deve ser deduzida pelos produtos do decaimento. Analisando mais de 35 mil colisões elétron-pósitron obtidas no SPEAR, Perl encontrou 24 eventos que indicavam a produção de um múon e um elétron com cargas opostas, desacompanhados de hádrons (partículas envolvidas nas interações fortes) ou fótons (*Physical Review Letters* nº 35-1.489, de 1975). Esses eventos foram interpretados como decorrentes da produção de um par de léptons tau ( $\tau$ ), com cargas opostas, que decaíam de acordo com essa carga. O tau negativo decai em elétron, antineutrino eletrônico e neu-

trino tauônico, e o tau positivo decai em múon positivo, neutrino muônico e antineutrino tauônico.

Não foi fácil para Perl convencer todos os participantes da pesquisa de que isso era evidência irrefutável da existência de novo lépton pesado. O quark *charm*, recém-descoberto no mesmo acelerador, deveria formar mésons (nome genérico de alguns tipos de partículas) com massa semelhante à estimada para o tau (cerca de 1,7 bilhão de elétrons-volt), que decairiam em  $l + \nu + \text{hádrons}$ , levando a detecções parecidas. Só alguns anos depois, em 1977, o acelerador Double Ring Storage (DORIS), na Alemanha, confirmou a descoberta de Perl.

Hoje, o modelo mais aceito para descrever as interações eletromagnéticas e fracas dos léptons é o chamado Modelo Padrão, proposto ainda nos anos 60 por Glashow, Weinberg e Salam. Ostrês ganharam o Nobel de 1979. O modelo agrupa tanto os léptons quanto os quarks em três famílias: 1)

neutrino eletrônico e elétron (léptons) e *up* e *down* (quarks); 2) neutrino muônico e múon (léptons) e *charm* e *strange* (quarks); e 3) neutrino tauônico e tau (léptons) e *top* e *bottom* (quarks).

A primeira família é suficiente para descrever as partículas que formam os átomos (prótons, nêutrons e elétrons). Os integrantes das outras famílias, 'réplicas' pesadas da primeira, tiveram que ser produzidos 'artificialmente' em laboratórios. Longo caminho foi percorrido para a definição desse modelo de partículas elementares, desde as primeiras evidências do elétron até a recente comprovação experimental da existência do quark *top*, obtida nos aceleradores circulares do Fermilab, nos EUA (ver *Ciência Hoje* nº 113). As pesquisas de Reines e Perl foram fundamentais para que esse conhecimento fosse alcançado.

**Sérgio F. Novaes**

*Instituto de Física Teórica,  
Universidade Estadual Paulista.*



A Irlanda, como Portugal, destaca-se como nação pequena com grande literatura. O fenômeno, associado ao fato de que é país de língua inglesa, de certo modo explica a escolha do poeta Seamus Heaney como o quarto irlandês distinguido com o Nobel.

Para a Academia Sueca de Letras, que concedeu o prêm-

**NOBEL DE LITERATURA**  
**A poesia como anseio de paz**

mio, a obra de Heaney tem "intensa beleza lírica e profundidade ética, que exalta os milagres de cada dia e o

passado vivido". Mas, se buscarmos intenção política para a premiação, ela seria a tentativa de realçar as atuais con-

versações de paz para acabar com o conflito político-religioso que vem se arrastando na Irlanda do Norte há muito tempo. O poeta tem sido analista constante e inconformado da violência em sua pátria. Para ele, "o objetivo da arte é a paz", como diria W. B. Yeats, citando Coventry Patmore.

Embora pouco conhecida do grande público, a obra

poética de Heaney já vinha sendo apreciada há muitos anos nos países de língua inglesa, tendo sido ele premiado três vezes na Inglaterra e nos Estados Unidos. Entre nós, sua poesia já fora lembrada em 1985 por ocasião do XVII Seminário Nacional de Professores Universitários de Literatura de Língua Inglesa, realizado na PUC de Campinas, quando professores britânicos abordaram obras dos principais poetas contemporâneos e analisaram poemas repre-

sentativos do autor irlandês escritos entre 1965 e 1975.

Dramaturgo, ensaísta e poeta, foi nesta última condição que mais se destacou. Há mais de 10 anos, Harold Bloom, autor de *O cânone ocidental*, afirmava que Heaney era “essencial e vigoroso como nenhum outro poeta de língua inglesa”. E, para o poeta norte-americano Robert Lowell (1917-1977), ele era “o melhor poeta irlandês desde Yeats”. Coincidentemente, Heaney nasceu no

ano em que Yeats morreu (1939) e, em Dublin, reside nas proximidades da casa onde ele morou.

Como acontece com os poetas em geral, boa parte da poesia de Heaney vem marcada por imagens da infância e, no seu caso, elas também emanam da zona rural, onde foi criado. Aliás, o ato de cultivar (em busca do passado), de lidar com a terra, tornou-se sua metáfora predileta para “definir” a criação poética. As circunstâncias que envolvem a vida e a obra do poeta corroboram, mais uma vez, o paradoxo de que o artista torna-se universal por estar arraigado ao seu tempo e ao seu lugar.

No primeiro volume de ensaios que publicou, *Preoccupations: selected prose, 1968-1978*, o poeta preocupa-se com duas questões que considera fundamentais: “Como deve um poeta viver

e escrever? Qual deve ser sua relação com a própria voz, o próprio lugar, sua herança literária e o mundo contemporâneo?” Aí afirmava que sua busca de uma definição para a poesia se realizava no linguajar da paisagem em que nascera. E acrescentava que começou como poeta quando suas raízes se cruzaram com suas leituras. Coerentemente, ele abre o citado volume com um capítulo sobre sua terra natal e suas primeiras leituras, onde fala de suas lembranças de bosques e brejos e informa que só se lembra dos livros que tinham algum toque de poesia.

Singela amostra da grande poesia de Heaney pode ser dada (em despretenhosa tradução) com pequeno poema, em que se nota elementos da realidade urbana ao lado de outros que denunciam as raízes rurais do poeta:

**Seamus Heaney** é o terceiro irlandês a ganhar o Nobel de literatura – William Butler Yeats (em 1923) e Samuel Beckett (em 1969) foram os outros. O mais velho de nove irmãos, Seamus nasceu a 13 de abril de 1939, em uma fazenda perto do vilarejo de Castledawson (condado de Derry), na Irlanda do Norte, país governado pelos ingleses. Graduiu-se em língua e literatura inglesa na Queen's University e fez a pós-graduação no St. Joseph College of Education, ambos em Belfast. Professor no St. Joseph de 1963 a 1966, formou com outros jovens poetas, nesse período, um núcleo de estudo informal, ‘O grupo’, dirigido por um professor da Queen's University, onde também ensinou de 1966 a 1972. Foi escritor autônomo de 1972 a 1975, quando tornou-se professor do Carysfort College of Education, e em 1976 mudou-se para Dublin, onde reside até hoje.



Seus poemas têm como base sua infância católica e sua preocupação com a violência em seu país. Desde 1984, é professor de retórica e oratória na Universidade de Harvard (EUA) e, desde 1989, é professor de poesia na Universidade de Oxford. Recebeu diversos prêmios literários, como o Somerset Maugham (1967), o da Academia Irlandesa de Letras (1971), o Bennet (1982), o GPA para Contribuições de Destaque às Artes (1984) e o da Fundação Lannion (1990). É membro honorário da Academia Irlandesa de Letras, da Sociedade Real de Dublin e de outras entidades, e patrono da Sociedade Irlandesa Anti-Apartheid.

#### CANÇÃO

*Uma sorveira-brava qual garota pintada de batom  
Entre a estrada marginal e a estrada principal  
Os amieiros a uma distância úmida e gotejante  
Ficam albeios entre as agitações*

*Lá estão as flores-de-lama do dialeto*

*E as perpétuas de tom perfeito*

*E o momento em que o passarinho bem próximo canta*

*Conforme a música do que acontece*

E “a melhor música do mundo é a música do que acontece”, como afirmava Finn McCool, segundo citação do próprio Heaney, no prefácio da

mencionada antologia de ensaios.

**Carlos Daghlian**

*Unesp - São José do Rio Preto.*



Christiane Nüsslein-Volhard, Eric Wieschaus e Edward B. Lewis ganharam o Nobel de Medicina como homenagem da comunidade científica aos expoentes de uma abordagem científica que se revelou das mais frutíferas na biologia moderna.

As fundações conceituais dessa abordagem, porém, remontam aos anos 30. Na época, em uma série de elegantes experimentos, Donald Poulson, da Universidade de Yale, combinou pela primeira vez técnicas de análise genética com a embriologia descritiva para explicar a letalidade embrionária causada por mutações no gene *notch* da mosca das frutas, *Drosophila melanogaster*.

Poulson demonstrou que, na ausência da função normal do gene *notch*, embriões são incapazes de produzir células precursoras da cutícula, denominadas epidermoblastos, gerando, porém, um número excessivo de precursores de células nervosas (neuroblastos). Em consequência, os embriões mutantes apresentam crescimento exagerado do sistema nervoso, acompanhado por número insuficiente de células cuticulares. Os trabalhos pioneiros de Poulson revelaram que o uso combinado de técnicas genéticas e embriológicas era de grande importância para a compreensão dos mecanismos pelos quais a informação contida nos genes determina a diferenciação e a organização das células que formam o organismo. Esse enorme potencial, no entanto, só começou a ser capitalizado

## NOBEL DE MEDICINA

# A unidade de todos os seres vivos

através dos estudos de Lewis.

Os trabalhos dos ganhadores do Nobel, sempre utilizando *Drosophila* como modelo experimental, seguiu duas vertentes distintas e, de certa forma, complementares. Lewis dedicou-se por mais de 30 anos a entender o mecanismo pelo qual o complexo de genes *bithorax* determina a identidade dos diversos segmentos que compõem o embrião e, posteriormente, o inseto adulto. Nüsslein-Volhard e Wieschaus propuseram-se a examinar um problema superficialmente mais simples, mas ao mesmo tempo mais ambicioso: através de exame sistemático, identificar essencialmente todos os genes necessários para que o processo inicial de segmentação embrionária possa ocorrer normalmente. Ambas as abordagens foram bem-sucedidas, em grau que provavelmente superou as expectativas mais otimistas de seus idealizadores.

Já nas primeiras décadas deste século, geneticistas notaram a ocorrência de certos tipos de bizarras malformações em *Drosophila*, causadas por mutações em genes específicos. O denominador comum desses tipos de mutantes era a transformação de uma região do corpo do inseto em outra. A palavra grega *homeose* foi empregada para descrever o

fenômeno, e os genes que causavam esse tipo de transformação (quando mutados) passaram a ser conhecidos como *genes homeóticos*. No Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), Lewis interessou-se, nos anos 40, por um mutante homeótico denominado *bithorax*, em que duas estruturas do segmento posterior do tórax, denominadas haltere (responsáveis pelo equilíbrio durante o voo) eram transformadas em asas adicionais. Seus estudos, complementados e refinados pelos de Antonio Garcia-Bellido, da Universidad Autónoma de Madrid, acabaram revelando toda uma família de genes localizada na mesma região do cromossomo, cuja ativação (de forma combinatorial em cada segmento) é indispensável para a correta especificação da identidade e ordem das diversas estruturas ao longo do corpo do embrião.

Em meados dos anos 70, ficou claro que qualquer teoria sobre o controle genético da embriogênese dependia da resposta a uma pergunta fundamental: quantos e quais são os genes controladores do desenvolvimento embrionário? Através de técnica denominada de mutagênese de saturação, Wieschaus e Nüsslein-Volhard, na época dois jovens pesquisadores do Laborató-

rio Europeu de Biologia Molecular, em Heidelberg, Alemanha, obtiveram milhares de linhagens mutantes com defeitos no desenvolvimento embrionário.

Mas, todas as mutações só afetavam um grupo relativamente pequeno de cerca de 100 genes, e – mais importante – os tipos de defeitos observados permitiram classificar esses genes em três grupos: genes cuja inativação resultava na ausência de vários segmentos vizinhos (*gap* genes, em inglês); genes que, mutados, provocavam a ausência de segmentos alternados, gerando apenas segmentos pares ou ímpares (*pair-rule* genes); e genes cuja inativação levava à duplicação interna de cada segmento.

Assim, Nüsslein-Volhard e Wieschaus reduziram a incrível complexidade do desenvolvimento embrionário a um grupo relativamente pequeno de genes, que atuam em três níveis hierárquicos de organização espacial. Isso pode ser resumido da seguinte forma: os genes *gap* definem um padrão inicial de segmentação, refinado em seguida pelos genes *pair-rule*. Finalmente, a polaridade interna de cada segmento individual, em relação ao eixo cabeça-cauda do embrião, é definida pelos genes da família *segment polarity*.

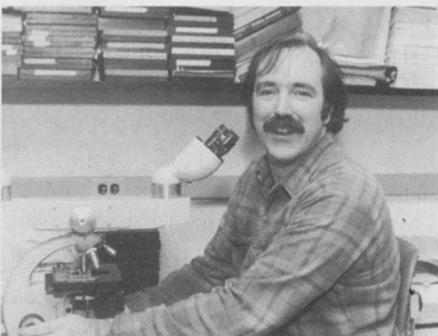
Como o conhecimento do desenvolvimento de um inseto pode ser aplicado no estudo de síndromes genéticas, afetando a embriogênese de vertebrados, incluindo o homem? A resposta ficou clara nos anos 80, quando, graças às técnicas

(Continua na página 15)



**Christiane Nüsslein-Volhard**, nascida em 20 de outubro de 1942, em Magdeburg (Alemanha), estudou biologia, física e química na Universidade de Frankfurt (Alemanha).- Em 1968, graduou-se em bioquímica na Universidade de Tübingen (Alemanha), onde também doutorou-se, em 1973, em biologia com especialidade em genética. De 1969 a 1974, desenvolveu sua tese de doutoramento no Instituto Max-Planck para Pesquisas sobre Vírus, em Tübingen. Entre 1975 e 1977, foi bolsista de pós-doutorado nos laboratórios do professor Walter Gehring, do Biozentrum, em Basel (Suíça), e do professor Klaus Sander, na Universidade de Freiburg (Alemanha). Atuou no Laboratório Europeu de Biologia Molecular (EMBL), em Heidelberg, quando trabalhou junto com Eric Wieschaus. Atualmente, é diretora da Divisão de Genética do Instituto Max-Planck para Biologia do Desenvolvimento.

Recebeu vários prêmios, como o Leibniz, do Conselho Alemão de Pesquisas; o Franz-Vogl, da Universidade de Gießen (Alemanha); a Medalha Carus, da Academia de Ciências da Alemanha; o Mattia, do Instituto Roche, de New Jersey (EUA); o Albert Lasker para Pesquisas Médicas, de Nova Iorque; o Louis Jeantet de Medicina, de Genebra (Suíça); o Otto Bayer, da empresa Bayer; o Alfred Sloan, da empresa General Motors; a Medalha Gregor Mendel, da Sociedade Inglesa de Genética; e a Medalha Otto Warburg, da Sociedade Alemã de Bioquímica. Em 1994, ganhou a Cruz de Mérito, 1ª classe, da Ordem do Mérito da República Federal da Alemanha. A cientista é doutor honoris causa pelas universidades de Utrecht (Holanda), de Princeton e de Harvard (EUA) e de Freiburg (Alemanha).



**Eric F. Wieschaus** nasceu em 8 de junho de 1947. Formou-se em biologia na Universidade de Notre Dame de South Bend, no estado de Indiana (EUA), em 1969. Em 1974, doutorou-se pela Universidade de Yale (EUA), recebendo o prêmio John Nicolaus pela tese que apresentou sobre embriologia experimental. De 1975 a 1978, trabalhou no Instituto de Zoologia da Universidade de Zurique, na Suíça. Em 1977, desenvolveu pesquisas no Centro de Patobiologia da Universidade da Califórnia, em Irvine (EUA). Também atuou por três anos no Laboratório Europeu de Biologia Molecular em Heidelberg (Alemanha). Em 1981, retornou aos EUA e tornou-se professor de biologia na Universidade de Princeton.



**Edward B. Lewis** nasceu em Wilkes-Barre, no estado da Pennsylvania (EUA), em 20 de maio de 1918. Em 1939, formou-se em bioestatística pela Universidade de Minnesota, em Minneapolis (EUA). Em 1943, graduou-se também em meteorologia no Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), após doutorar-se em genética, em 1942, no mesmo instituto. Em 1948, passou a integrar o quadro de professores do Caltech, passando a professor titular, em 1956. Foi professor visitante no Instituto de Genética da Universidade de Copenhague (Dinamarca) e, desde 1988, é professor emérito do Caltech. Doutor honoris causa das universidades de Umea (Suécia) e de Minnesota, é membro honorário da Sociedade de Genética da Inglaterra e recebeu vários prêmios, como as medalhas Thomas Hunt Morgan, da Sociedade de Genética da América, e a Nacional de Ciência dos EUA, além do Prêmio Internacional da Fundação Gairdner (Canadá), do Prêmio Wolf de Medicina (Israel), e do prêmio Louisa Gross Horwitz.

de DNA recombinante, W. McGinnis e M. Kuziora, na Universidade de Yale, caracterizaram molecularmente os produtos protéicos codificados pelo complexo de genes *bithorax* e pela maior parte dos genes identificados por Nüsslein-Volhard e Wieschaus. Esse trabalho mostrou que a grande maioria dos genes envolvidos

no desenvolvimento embrionário de *Drosophila* está presente e desempenha funções análogas em vertebrados – inclusive no homem. Em alguns casos, como o dos complexos *HOX* (os genes de vertebrados semelhantes aos genes *bithorax*), os genes humanos são suficientemente similares aos de *Drosophila* para suprir algu-

mas das funções normais quando introduzidos em moscas mutantes.

Os premiados deste ano evidenciam a notável semelhança entre os mecanismos genéticos básicos que controlam as etapas iniciais do desenvolvimento embrionário nos diversos organismos multicelulares e fornece mais

um exemplo da unidade fundamental de todos os seres vivos.

**Ricardo Guelerman  
Pinheiro Ramos**

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



Foi impressionante a conferência do físico Joseph Rotblat em Hiroshima, em junho deste ano, na abertura da reunião do Pugwash, o movimento de cientistas contra as armas nucleares e pela paz mundial que ele ajudou a fundar – ao lado de Albert Einstein e Bertrand Russell – e hoje preside. Fazia 50 anos do lançamento da bomba nuclear naquela cidade, o que criava um clima de emoção. O Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP) havia sido renovado pouco antes, sem impor qualquer obrigação às potências nucleares para que reduzissem seus arsenais, até a eliminação total das armas atômicas. Em vez disso, a China fez teste nuclear e a França se expôs à polêmica das explosões no atol de Mururoa.

Rotblat vem enfrentando essas questões com coragem. Por isso, o Prêmio Nobel da Paz concedido agora a ele é mais do que merecido. Um prêmio que foi dividido em partes iguais entre Rotblat e as Conferências Pugwash sobre Ciência e Problemas

N O B E L D A P A Z

## Eliminar a bomba nuclear da face da Terra

Mundiais, fundadas em 1957, na cidade canadense de Pugwash.

Em seminário na Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ), pouco antes de receber o Nobel, o físico argumentou que a bomba de Hiroshima não era militarmente necessária, após a rendição da Alemanha e com os dias contados para o Japão. Apresentou previsões do comando militar norte-americano, hoje conhecidas, de que o número de baixas para vencer o Japão, sem lançar a bomba atômica, seria muito menor do que se declarava. Concluiu: a bomba teve papel político. Seu uso contra o Japão estava previsto antes mesmo da rendição da Alemanha, segundo o General Groves, responsável militar

pelo projeto Manhattan, que Rotblat deixou por discordar desta orientação.

Outros físicos que propuseram a construção da bomba, como Szilard, e que participaram do projeto, como Bohr, acreditavam que a Alemanha também a estava desenvolvendo, e com ela imitaria o terror do nazismo ao mundo. Essa expectativa revelou-se errada. Os alemães sequer sabiam que os norte-americanos poderiam estar desenvolvendo a bomba. Quando a Alemanha se rendeu, esses físicos discordaram do lançamento da bomba, mas outros, como Teller, concordaram.

Rotblat é incisivo: a bomba serviu para demarcar o poderio norte-americano frente à ex-União Soviética. Aliada dos norte-americanos na guerra, a ex-URSS virou o curso do conflito ao começar a expul-

sar os alemães de seu território, mas se tornaria a arqui-inimiga dos Estados Unidos no confronto Leste-Oeste (comunismo-capitalismo). Para Rotblat, a bomba não marcou o fim da Segunda Guerra, mas o início da Guerra Fria. Com o fim desta, diz ele, por que continuar a manter os arsenais nucleares?

O físico critica os atuais testes nucleares da França, principalmente por serem feitos fora de seu território, e também os da China, logo após a prorrogação indefinida do TNP. Tais testes evidenciam os termos precários do tratado quanto ao desarmamento dos países nucleares (EUA, Rússia, Inglaterra, França e China) e dos países que possuem bombas nucleares não declaradamente (Israel e Paquistão, por exemplo, e talvez a Índia, que já explodiu uma bomba nuclear mas afirma não ter nenhuma). A tensão existente naquela região da Ásia deixa dúvidas quanto à realidade da declaração hindu. A África do Sul também tinha bombas nucleares, desmontadas pouco antes da

subida de Mandela ao poder.

O Brasil não assinou o TNP por considerá-lo assimétrico quanto ao tratamento dado às potências nucleares e aos demais países. Mas, assinou e pôs em vigor o Tratado de Tlatelolco, de desnuclearização da América Latina, e firmou acordo com a Argentina para inspeções mútuas contra armas nucleares, criando para isto a Agência Brasileiro-Argentina de Controle de Materiais Nucleares, com a interveniência da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), encarregada da não-proliferação em nível mundial. Os resultados deste sistema, *sui generis*, são reconhecidamente bons.

Encerrou-se o projeto da

bomba nuclear reconhecido pelo ex-presidente Collor, após denúncias da Sociedade Brasileira de Física, com apoio da SBPC, ante a descoberta da perfuração de um poço para testá-la em Cachimbo, no Pará. Do lado argentino, o presidente Menem assinou o TNP, dentro de sua política de alinhamento incondicional com os EUA, quase subalternamente, bem diferente da linha diplomática brasileira, atualmente bem mais autônoma em relação aos interesses norte-americanos que a política interna, marcadamente neoliberal.

Em visita ao Rio de Janeiro, pouco antes de ganhar o Nobel da Paz, Rotblat discutiu bastante a posição brasileira

sobre o TNP. Embora defendendo o tratado, mostrou-se sensível aos argumentos de participantes do seminário sobre sua injusta assimetria. Do encontro reservado que teve, na ocasião, com um grupo de cientistas brasileiros surgiu a idéia de realizar um seminário do Pugwash no Rio, em 1996, para se discutir as condições em que o Brasil assinaria o TNP. A Índia será convidada para participar do debate. Essa adesão poderia ser condicionada a compromisso formal de desarmamento das potências, com prazo definido. Isso é viável? Rotblat acredita que sim; tanto que editou recentemente um livro com o seguinte título: *A nuclear weapon free world. Desi-*

*nable? Feasible? (Um mundo livre de armas nucleares. Desejável? Possível?)*.

Sem hesitar, ele responde afirmativamente às duas perguntas. A primeira deriva da hipótese, defendida por alguns analistas, de que as armas nucleares impõem uma ordem mundial, evitando piores conflitos pela dissuasão. Rotblat nega essa hipótese e defende ser possível e desejável eliminá-las, pois elas constituem ameaça para todos, como jogo de soma negativa. Ninguém ganha.

#### Luiz Pinguelli Rosa

Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.



**Joseph Rotblat** nasceu em Varsóvia (Polônia) em 4 de novembro de 1908, e cidadão britânico desde 1946, formou-se na Universidade Livre da Polônia até 1932 e pós-graduou-se em física na Universidade de Varsóvia, em 1938. Na Inglaterra, em 1950, obteve o doutorado (PhD) na Universidade de Liverpool e o título de doutor em ciências (DSc) na Universidade de Londres, em 1953. Foi pesquisador no Laboratório de Radiologia da Sociedade Científica de Varsóvia de 1933 a 1939, época em que também ensinou no Instituto de Física Atômica da Universidade Livre da Polônia. De 1939 a 1944, pesquisou a possibilidade de construção de uma bomba atômica, na Universidade de Liverpool, e depois foi para o laboratório de Los Alamos, onde os Estados Unidos desenvolveram as bombas atômicas lançadas na Segunda Guerra. Ensinou na Universidade de Liverpool e na Universidade de Londres, onde hoje é professor emérito.

Foi um dos fundadores da Associação dos Cientistas Atômicos. De 1947 a 1950, Rotblat organizou exposição que viajou pela Inglaterra, Europa e Oriente Médio, para informar o público sobre as aplicações militares e pacíficas da energia nuclear. Em 1955, foi um dos signatários do Manifesto Russell-Einstein, e presidiu a conferência de imprensa que anunciou o Manifesto. De 1957 a 1973, foi secretário-geral das Conferências Pugwash sobre Ciência e Problemas Mundiais, das quais é presidente desde 1988. Esteve entre os fundadores e dirigentes do Instituto Internacional de Pesquisa para a Paz de Estocolmo (Suécia). Hoje, é presidente do Fórum Internacional de Ciência e integra o Comitê Assessor de Pesquisa em Medicina da Organização Mundial de Saúde. Foi responsável pelos Relatórios dos Efeitos da Guerra Nuclear sobre a Saúde.

Integra as principais academias de ciências da Polônia, da Tchecoslováquia, da Ucrânia e dos Estados Unidos, e, desde 1995, é membro da Royal Society da Inglaterra. É Commander (mais alto grau da condecoração) do Império Britânico e recebeu a Ordem do Mérito da Polônia, a Ordem do Mérito da Alemanha e a Medalha de Ouro da Tchecoslováquia. Entre suas principais premiações, contam-se o prêmio da Sociedade Bertrand Russell, em 1983, o prêmio de Cidadão Ilustre, da Instituição de Médicos para a Prevenção da Guerra Nuclear, em 1989, e o Prêmio Albert Einstein para a Paz, em 1992. Visitou o Brasil poucos dias antes do anúncio do Nobel, mostrando extrema lucidez e bom senso na visão dos problemas mundiais.



Paul Crutzen (Max Planck Institute, Mainz, Alemanha), Mario Molina (Departamento de Ciências da Terra, Atmosféricas e Planetárias e Departamento de Química, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, EUA) e F. Sherwood Rowland (Departamento de Química, Universidade da Califórnia, Irvine, EUA), ganharam o Nobel de Química graças a seus trabalhos no campo da química atmosférica, particularmente os relativos à formação e à decomposição do ozônio na estratosfera.

A atmosfera terrestre divide-se em quatro camadas: troposfera, estratosfera, mesosfera e termosfera. A troposfera, onde vivemos, abrange aproximadamente os primeiros 11 km acima do nível do mar. Nessa camada, a temperatura diminui com a altitude, a taxa média de 6,5°C por quilômetro. Na ausência de poluição, a composição da troposfera é homogênea, predominando entre seus componentes o nitrogênio (N<sub>2</sub>), o oxigênio (O<sub>2</sub>), o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e a água (H<sub>2</sub>O).

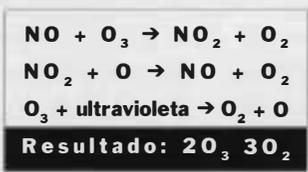
Na estratosfera (11 a 50 km), a temperatura aumenta com a altitude, em função da presença de oxigênio (O<sub>2</sub>) e ozônio (O<sub>3</sub>), com predomínio desse último. O ozônio, que apresenta elevadas concentrações nessa camada, e o oxigênio absorvem a radiação ultravioleta vinda do Sol, e isso, além de provocar o aumento da temperatura, evita que essa radiação – nociva aos seres vivos – atinja a superfície da Terra. A mesosfera (50 a 85

**NOBEL DE QUÍMICA**

# Em defesa da camada de ozônio

km) é a camada com temperaturas mais baixas (até -92°C). A temperatura volta a decrescer com a altitude por causa da redução dos níveis das substâncias que absorvem radiação. A termosfera (de 85 a 500 km) é a região com maiores temperaturas (até cerca de 1.200°C).

A estratosfera vem recebendo grande atenção, especialmente depois que Paul Crutzen mostrou, em 1970, que os óxidos de nitrogênio (NO e NO<sub>2</sub>) reagem cataliticamente com o ozônio, acelerando sua destruição:

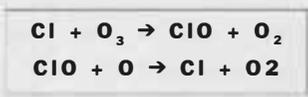


Os motores de combustão interna dos veículos (inclusive os aviões) são os principais responsáveis pelas emissões de óxidos de nitrogênio, mas estes também são produzidos na própria atmosfera, pela transformação química do inerte óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) resultante da ação microbiológica no solo. Crutzen demonstrou a conexão entre os microrganismos do solo e a redução da camada de ozônio.

Rowland e Molina deram grande contribuição aos estudos sobre a química da atmosfera, quando alertaram que o

cloro proveniente dos cloro-fluorcarbonetos (CFCs) também pode destruir a camada de ozônio da estratosfera (Rowland, F.S. e Molina, M.J., *Nature*, 249, 810, em 1974). Os CFCs, até então tidos como quimicamente inertes, eram utilizados intensamente como propelentes de aerossóis (em perfumes, tintas, lubrificantes etc.) como gás de refrigeração (em geladeiras, *freezers*, aparelhos de ar condicionado etc.) e na produção de espumas plásticas.

Os CFCs não são afetados por radiações com comprimento de onda acima de 230 nm (um nanômetro equivale à bilionésima parte do metro), o que inclui a luz visível, entre 360 e 700 nm. Portanto, são quimicamente estáveis na troposfera. Ao atingirem a estratosfera, porém, são decompostos pela ação da radiação ultravioleta (entre 190 e 230 nm), produzindo átomos de cloro, que também podem decompor o ozônio:



Rowland e Molina calcularam que, se o uso de CFCs continuasse inalterado (700 mil toneladas métricas anuais, no início dos anos 70), haveria uma rápida e significativa destruição do ozônio estratosférico.

Como a teoria sobre a não-toxidez e a estabilidade química dos CFCs era bem estabelecida na época, e como tais gases tinham grande importância em vários processos tecnológicos, o trabalho dos pesquisadores recebeu várias críticas. Em maio de 1985, porém, J. Farman e colaboradores publicaram, na revista *Nature*, artigo revelando a drástica redução na concentração de ozônio sobre a Antártica (o chamado 'buraco' na camada de ozônio), intensificando o debate. Estudos posteriores demonstraram claramente a relação entre a destruição da camada de ozônio e o cloro e o bromo provenientes de gases industriais.

A controvérsia científica e política sobre a camada de ozônio resultou em acordo internacional firmado no Canadá, em 1987: o Protocolo de Montreal. Pelo acordo, os CFC devem ser totalmente substituídos, a partir de 1996, por compostos que não ameacem a camada de ozônio.

Crutzen, Rowland e Molina contribuíram de forma pioneira e significativa, nos últimos 25 anos, para a compreensão da química atmosférica do ozônio e a tomada de decisões de cunho científico, tecnológico e político. A premiação com o Nobel, portanto, reconhece sua participação inovadora no entendimento de um problema atual.

**Jailson Bittencourt de Andrade**

Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia.



FOTO: CIÊNCIA HOJE Nº 116 (ROWLAND)

**F. Sherwood Rowland** nasceu em Delaware, no estado de Ohio (EUA), em 1927. Graduiu-se na Universidade Wesleyan, de Ohio, e, em 1952, doutorou-se em Química na Universidade de Chicago. Foi professor nas Universidades de Princeton e Kansas e, desde 1964, é professor da Universidade da Califórnia, em Irvine. É membro da Academia Americana de Artes e Ciências, da Academia Nacional de Ciências dos EUA e da União Geofísica Americana. Em 1983, recebeu o importante Prêmio Tyler em Ecologia e Energia e também o prêmio da Sociedade Americana de Química. Em 1987, ganhou o prêmio Charles A. Dana, por trabalhos pioneiros em saúde, e em 1989 foi premiado no Japão. É também membro da Global 500, lista de honra do Programa Ambiental das Nações Unidas. É doutor honoris causa por várias universidades, entre elas Duke, Princeton e Chicago. De 1982 a 1984, participou de comitê da Casa Branca para avaliar o problema da chuva ácida. Especialista em cinética química e radioquímica, tem grande interesse na química da atmosfera.



FOTO: P. CRUTZEN

Nascido em Amsterdam (Holanda), a 3 de dezembro de 1933, **Paul Crutzen** formou-se em engenharia civil em 1954. Trabalhou em construção civil e retomou os estudos acadêmicos na Universidade de Estocolmo (Suécia), onde doutorou-se em meteorologia (PhD), em 1968, e tornou-se doutor em ciências (DSc), em 1973. Foi pesquisador na Universidade de Estocolmo, na Universidade de Oxford (Inglaterra), no Centro Nacional para Pesquisas Atmosféricas (NCAR), em Boulder, no estado do Colorado (EUA), e nos Laboratórios de Pesquisa Ambiental da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), também em Boulder.

Desde 1980, é diretor da Divisão de Química da Atmosfera do Instituto Max-Planck para Química de Mainz (Alemanha), atuando também como professor nas universidades de Chicago (EUA) e da Califórnia, em La Jolla (EUA). Desde 1990, é assessor científico da Comissão da Comunidade Européia. Membro fundador da Academia Europaea, integra ainda a Sociedade Max-Planck para o Progresso da Ciência, a Organização Européia de Pesquisa Ambiental, a Academia Real de Ciências da Suécia, a Academia da Europa e outras. Também é membro da Academia Americana de Artes e Ciências e da Academia Nacional de Ciências dos EUA. É editor do Journal of Atmospheric Chemistry e integra o conselho editorial de várias revistas. Ganhou inúmeros prêmios, entre eles o dos Laboratórios de Pesquisa Ambiental da NOAA, em 1977; o Leo Szilard, da Sociedade Americana de Física, em 1985; o Tyler para o Meio Ambiente, em 1989; o da Fundação Federal para o Meio Ambiente, da Alemanha; e o Max-Planck de Pesquisa (este também junto com Mario Molina). É doutor honoris causa das universidades de York (Canadá) e de Louvain (Bélgica).



FOTO: DANIELA COTTEVIERI

Nascido em 1943 na cidade do México e naturalizado americano, **Mario Molina** é o primeiro cientista do México a ganhar um Nobel – antes, só os prêmios de literatura (1990) e paz (1982) saíram para mexicanos. Em 1965, formou-se em engenharia química pela Universidade Nacional Autônoma de México. Em 1967, fez pós-graduação na Universidade de Freiburg (Alemanha) e, em 1972, doutorou-se em físico-química na Universidade da Califórnia, em Berkeley (EUA). Em 1974, obteve o pós-doutoramento no laboratório de F. Sherwood Rowland, na Universidade da Califórnia, em Irvine. Ensinou e pesquisou nas universidades Autônoma do México, da Califórnia (Berkeley) e da Califórnia (Irvine).

Trabalhou também no Laboratório de Propulsão a Jato do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech). Em 1989, tornou-se professor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts-MIT, onde atualmente é professor de ciências ambientais. Participa, desde 1994, do Comitê Assessor de Ciência e Tecnologia da presidência dos EUA, e é membro da Academia Nacional de Ciências dos EUA. Ganhou diversos prêmios, entre eles o Tyler, em 1983; o Esselen, da Sociedade Americana de Química, em 1987; o Newcomb-Cleveland, da Associação Americana para o Progresso da Ciência, em 1987 (pelo artigo em que descreveu, na revista Science, o processo químico responsável pelo buraco de ozônio na Antártida). Em 1989, recebeu a Medalha da NASA, concedida por trabalhos científicos excepcionais. Também cientista, a esposa de Mario Molina, Luisa T. Molina, é co-autora de muitos de seus artigos e também pesquisadora do MIT, onde orienta trabalhos relacionados com a redução da camada de ozônio.

## Deuses e demônios na sociologia brasileira

Publicando *Introdução crítica à sociologia brasileira*, de Alberto Guerreiro Ramos, e *A sociologia do Guerreiro*, de Lucia Lippi Oliveira, a editora da Universidade Federal do Rio de Janeiro contribuiu para resgatar um dos pensamentos mais aguerridos da sociologia.

Como as demais obras de Guerreiro Ramos dos anos 50 e 60, *Introdução...*, editado originalmente em 1957, estava esgotado, impossibilitando o acesso à obra desse sociólogo pouco convencional, crítico contundente, militante e profético. O livro começa com uma análise original do pensamento social brasileiro de 1870 a 1930, demonstrando o fracasso na elaboração de uma teoria politicamente orientada para a realidade nacional. Depois, reedita a *Cartilha brasileira do aprendiz de sociólogo*, publicada pela primeira vez em 1954 e escrita a propósito do incidente ocorrido no II Congresso Latino-americano de Sociologia, de 10 a 17 de julho de 1953, no Rio de Janeiro e em São Paulo, quando Guerreiro obteve dos participantes acesa rejeição de documento de sua autoria, contendo sete recomendações para os sociólogos latino-americanos.

Ele propunha atitudes 'sociologicamente corretas' em favor da industrialização na-



*A Sociologia do Guerreiro*. Lucia Lippi Oliveira. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.  
*Introdução crítica à sociologia brasileira*. Guerreiro Ramos. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 1995.

cional, do desenvolvimento econômico e da autodeterminação dos países da região. Concebeu essa derrota como vitória da sociologia 'enlatada' sobre a sociologia 'dinâmica', da 'alienação' sobre a 'autoconsciência', da 'transplantação' sobre a 'autenticidade intelectual', da sociologia 'consular' da beca sobre a sociologia 'em mangas de camisa', dos estudos minudentes sobre a industrialização como categoria heurística abrangente, capaz de levar a compreender o desenvolvimento nacional.

O tema da sexta recomendação ao Congresso – integração de etnias (negros e índios) na economia e na cultura dos países latino-americanos – mereceu trato especial no décimo capítulo da

*Cartilha*, que se encerra com o ensaio "O problema do negro na sociologia brasileira", onde o autor assume a própria experiência do *niger sum*:

*"Sou negro, identificado como meu o corpo em que meu eu está inserido, atribuo a sua cor a suscetibilidade de ser valorizada esteticamente e considero a minha condição étnica como um dos suportes do meu orgulho pessoal – eis aí toda uma propedêutica sociológica... para a elaboração de uma hermenêutica da situação do negro no Brasil."*

O livro documenta ainda a militância de Guerreiro no movimento da negritude, ao lado de Abdias do Nascimento, seu amigo e fundador do Teatro Experimental do Negro (1944), e dá continuidade à exploração da hermenêutica que rompe com o preconceito racial, creditando-o a uma patologia social específica do branco brasileiro. Em apêndice, constam duas entrevistas do autor (à *Última Hora*, em 1954, e à revista *Marco*, em 1956), avaliando sua posição na sociologia brasileira.

Como apresentação, Clovis Brigagão reúne trabalhos até então dispersos do sociólogo, registrando-os e agregando comentários úteis, e Joel Rufino dos Santos apresenta o autor na perspectiva visualizada a partir do negro como lugar na sociedade.

Lucia Lippi Oliveira, em *A sociologia do Guerreiro*, faz a reconstrução do contexto sociopolítico-cultural vivido pelo sociólogo e analisa sua trajetória pessoal, até então deixada no esquecimento, entre outras razões, por ter se insurgido contra os moldes da institucionalização das Ciências Sociais no Brasil e ter desprezado a academia. Lucia destaca *A redução sociológica* (1958, esgotado), que Guerreiro considerou expressão de momento particularmente significativo de sua carreira, quando atribui tríplice sentido à 'redução': a) a assimilação crítica da ciência e da cultura exógena; b) habilitação para resistir à massificação da conduta e às pressões sociais organizadas; e c) superação da ciência social vigente nos meios institucionais e acadêmicos. A primeira prescrição é desenvolvida em *A redução* e as duas outras em trabalhos posteriores.

Lucia Lippi reconhece em Guerreiro talento e atualidade em questões como "que país é este?" e "qual o papel das elites intelectuais nesta sociedade?", por ele formuladas e respondidas através da sociologia como saber de salvação ou como profecia, que segundo a autora são marcas impressas em toda a obra de Guerreiro. Anexa à publicação encontra-se entrevista concedida ao CPDOC em 1981 (pouco antes de falecer). Nela, revela-se pessoa cheia de irreverência e afetividade, diante de quem manifestações de apreço e de rejeição afloram, reações que

também lhe foram endereçadas em vida e que certamente não ficarão neutralizadas nos futuros leitores.

Católico desde a infância, manteve a religião até a morte. Integralista na juventude, recebeu influência marcante de Jacques Maritain, Ortega y Gasset e Heidegger. Na maturidade foi influenciado principalmente por Durkheim, Weber, Mannheim e mais tarde pelo marxismo. Sua preferência por Weber é particularmente declarada e notória: desperta o interesse pela ad-

ministração e motiva os *insights* a respeito das íntimas relações entre esta e a política. O desencanto com a ordem preestabelecida e a dimensão profética para mudá-la são também inegáveis frutos de estirpe weberiana.

Guerreiro exerceu assessoria econômica na Casa Civil, durante o segundo governo Vargas. Participou, então, do “grupo de Itatiaia”, cidade em que se reuniam intelectuais do Rio e São Paulo para estudar problemas brasileiros. Do grupo originou-se o

Ibesp (Instituto Brasileiro de Economia, Sociologia e Política), que editava os *Cadernos do nosso tempo*. O Ibesp foi substituído pelo Iseb (Instituto Superior de Estudos Brasileiros), em 1955. Guerreiro Ramos, Hélio Jaguaribe, Cândido Mendes e Roland Corbier participaram dessas experiências culturais e seguiram juntos no Iseb.

Guerreiro, pensador datado na ciência social brasileira, representou a própria consciência crítica desta ciência nos anos 50. Ao problemati-

zar o sentido do conhecimento social então produzido, construiu os enfoques que julgava adequados àqueles tempos e desconstruiu objetos que estavam arraigados na visão costumeira a eles endereçada. Exemplos disto são a redução sociológica e o problema do negro.

### Maria Stella de Amorim

*Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

## Tradução descuidada



*Criando Fractais* (2ª edição). Tim Wegner e Bert Tyler, Rio de Janeiro, Axcel Books, 1995

Os fractais têm despertado interesse geral desde meados da década de 70, quando o conceito geral de geometria fractal e suas aplicações a vários domínios da ciência foram sistematizadas por Benoit Mandelbrot. Muitos livros têm sido publicados sobre o as-

sunto, freqüentemente recheados com as figuras coloridas, belas e extremamente variadas, que podem ser construídas a partir de regras matemáticas bastante simples. Este livro, proveniente dos trabalhos de uma associação informal de programadores e entusiastas de fractais, auto-denominada *Stone Soup Group*, é certamente um dos melhores, dentro de seu objetivo de estar voltado para o leitor com pouca formação matemática. Não é propósito do livro discutir o tema com maior profundidade, ao contrário de excelentes livros, de Mandelbrot, Peitgen, Barnsley e de outros pesquisadores importantes da área, que exigem, em geral, certa formação matemática para se-

rem entendidos. O capítulo dois traz introdução geral e interessante sobre o significado da idéia de fractal. Mas fica a sensação de que os autores poderiam ter dado explicações adicionais, mesmo que de forma simplificada, sobre alguns conceitos matemáticos importantes, como o de dimensão fractal, e ter desenvolvido um pouco mais as possibilidades de aplicações dos fractais em várias áreas do conhecimento, sem descurar de apontar suas limitações.

O forte do livro, no entanto, é o programa *Fractint*, já na versão 18.2, produto do trabalho inicial de Bert Tyler, no final da década de 80, e aprimorado, desde então, com a colaboração de inúmeros programadores e aficionados. O livro traz explicação bastante detalhada e clara sobre ele, o que facilita muito a tarefa do leitor não versado em computação. Contém, em disquete e em CD, que acom-

panham o livro, uma centena de programas – o *Fractint* – com diversos tipos de fractais, alguns já clássicos, como os de Julia e Mandelbrot e suas variações, além de alguns atratores caóticos, como o de Lorenz e o de Rossler. O CD armazena ainda cerca de 1.800 imagens fractais, todas muito bonitas, cedidas pelos seus ‘construtores’.

Um dos grandes méritos dos autores foi, desde o início, divulgar o programa com o código-fonte (escrito na linguagem de programação C), o que possibilitou, aliás, inúmeras melhorias nos algoritmos e técnicas, que vieram a diminuir bastante o tempo de geração das imagens fractais. O código-fonte do *Fractint*, para DOS e Unix, é presente importante para quem gosta de entender o que está por trás das figuras, o que o computador está fazendo, e ainda para aqueles que pretendem incluir novas regras matemá-

ticas para a construção de seus próprios fractais.

Junto com o *Fractint*, vem também o *Fdesign*, interessante programa de domínio público, elaborado por Doug Nelson e que mostra, de maneira muito clara, como fractais podem ser gerados pelo uso de sucessivas transformações afins contrativas, os chamados IFS (de *Iterated Fractal Systems*).

A nota desabonadora fica por conta da tradução brasileira que peca em vários pontos. Além de certo descuido na revisão, permitindo a existência de muitos erros tipográficos e de várias palavras com grafia incorreta (vemos, por exemplo, a palavra *perturbação* e suas variantes serem grafadas, em vários lugares, sem o segundo *r*, ou o uso da palavra *extendido*), falha grave é a ausência de revisão técnica competente. Assim, nas poucas passagens onde o livro se preocupa em explicar e desenvolver idéias matemáticas básicas, surgem erros sérios, de conteúdo ou de uso incorreto de termos técnicos, ocasionados pela tradução. Exemplifico: 1) a expressão *quaternos* é utilizada para designar os números introduzidos no século passado por Hamilton, que buscava uma generalização dos números complexos. A expressão correta em português é *quaternion*. A palavra *quaterno* é adjetivo que tem o significado de *composto de quatro coisas*; 2) o tradutor usa o termo transformação *affine* em lugar de transformação *afim*. Chega a acrescentar, entre parênteses,

como o termo é falado em inglês, como se aqui não houvesse designação adequada e devêssemos falar com a pronúncia americana. Note-se que as expressões *quaternions* e *transformações afins* constam dos dicionários; 3) o termo *campo* é utilizado para traduzir *field*, embora a expressão correta seja *corpo* (numérico); 4) na página 48, encontramos uma frase sem sentido, embora possamos facilmente inferir o que os autores queriam dizer: *um dos primeiros triunfos da física teórica foi a demonstração de que a órbita elíptica de uma pequena lua em volta de um grande*

*planeta é uma consequência do inverso da lei da gravitação*. Outros exemplos poderiam ser mencionados como o da página 46, onde *infinito* transformou-se em *infinidade*, ou na página 13, onde se afirma que Einstein era empregado do escritório Trademark! Espera-se que nas próximas de *Criando Fractais*, que tem muita coisa para interessar e agradar o leitor, essas falhas sejam sanadas.

Mais do que chamar a atenção para erros de tradução localizados, mas sérios, a crítica vai aqui para o relaxamento geral ainda existente quanto às traduções, especial-

mente em se tratando de livros técnicos. Isso tem ocorrido particularmente na área de informática, onde o crescimento vertiginoso das publicações e sua rápida obsolescência faz com que os trabalhos de tradução e revisão, estes muitas vezes inexistentes, sejam mal cuidados, além de freqüentemente mal pagos. Às vezes, um livro se torna quase ininteligível, em prejuízo evidente para o leitor que sequer tem condições de obter reparações adequadas.

**Ildeu de Castro Moreira**

*Instituto de Física - UFRJ.*

E S T A N T E



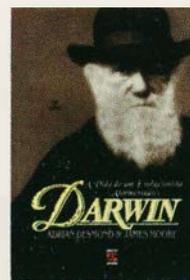
**Historiografia clássica do cinema brasileiro**

Jean-Claude Bernardet.

São Paulo, Annablume, 1995.

No ano em que o cinema completa 100 anos, Jean-Claude Bernardet nos presenteia com mais um livro. Ensaísta, crítico e escritor – autor ainda de roteiros – Bernardet tornou-se uma das referências básicas da história do cinema no Brasil. Universalista, consegue passear um olhar crítico – porém, amoroso – sobre as origens do cinema e os impasses atuais da produção filmica, inclusive a relação antropofágica com a TV e o

vídeo. Polêmico em sua proposta, Bernardet avança uma nova periodização para o cinema nacional e, simultaneamente, uma forte crítica à historiografia tradicional.



**A vida de um evolucionista atormentado: Darwin**

Adrian Desmond e James Moore,

S. Paulo, Geração Editorial, 1995.

Nessa nova biografia de Charles Darwin não só se explica o paradoxo do homem como se coloca o leitor diante de um vasto cenário da ciência, da teologia e dos valores da

era vitoriana. Os autores desvendam desde a batalha que se travava na mente de Darwin estudante, até suas glamorosas incursões éticas nas ruas das prostitutas em Cambridge. Com vivacidade, eles recriam a viagem de cinco anos de Darwin a bordo do Beagle e reconstituem seus esforços para desenvolver a sua teoria da evolução. O livro, dividido em sete partes, traz uma vasta interpretação das pesquisas do evolucionista e 90 fotografias.

Adrian Desmond, autor de várias obras sobre história da ciência é doutor em história da ciência e paleontologia e pesquisador do Departamento de Biologia na University College de Londres. James Moore é historiador e professor de história da ciência na Open University.

# Michel Jouvet

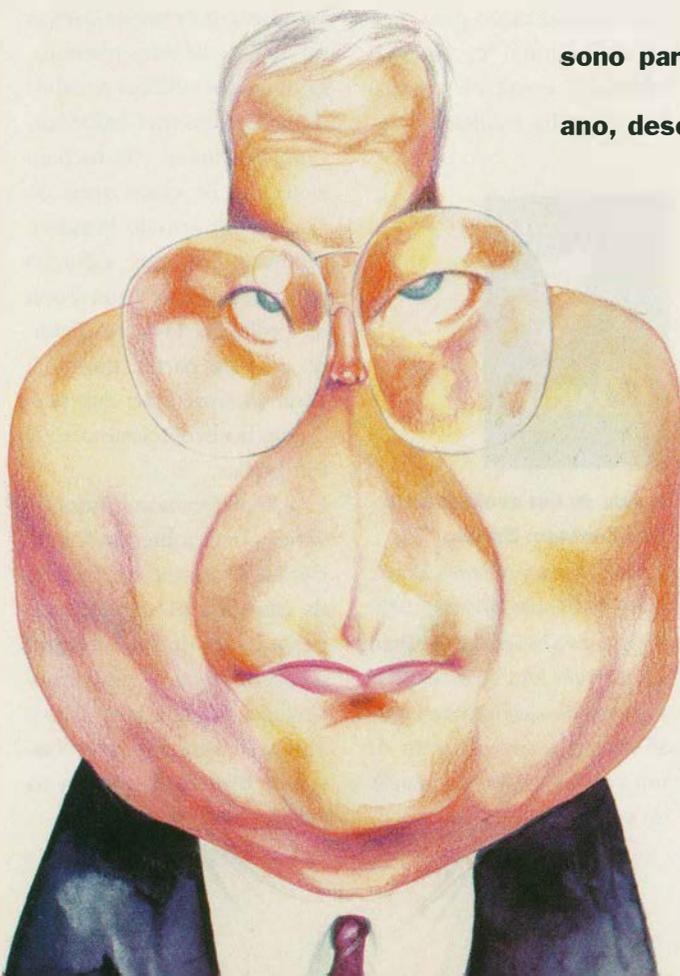
*O sono é tão importante quanto os problemas cardíacos*

**Não há uma explicação única para a necessidade de dormirmos todas as noites, mas as várias hipóteses sobre esse período de aparente inatividade ajudam a compreender seus mecanismos e fornecem pistas para a prevenção de acidentes causados por pessoas com distúrbios do sono. A opinião é do professor Michel Jouvet, que há 40 anos dedica-se ao estudo do sono. Chefiando o Departamento de Medicina Experimental da Universidade Claude Bernard, em Lyon (França), ele foi responsável, em 1958, pela identificação do chamado sono paradoxal — aquele em que sonhamos. No mesmo ano, descreveu os sinais da morte cerebral. No momento,**

**Jouvet dedica-se à busca de tratamentos para a hipersonia, distúrbio que causa sonolência excessiva. Neste ano, Jouvet esteve no Brasil a convite da Associação Fundo de Incentivo à Psicofarmacologia e ministrou um curso no Departamento de Psicobiologia da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (Unifesp/EPM).**

Entrevista concedida a Letícia L. Lobo e Paulo C.

Nogueira (Unifesp/EPM).



*Por que dormimos?*

Depois de estudar esse assunto por mais de 40 anos, eu deveria poder responder a essa pergunta. Mas de fato não posso. Estamos diante de grande mistério. Há muitas teorias diferentes sobre o sono e para cada uma delas existe uma contradição. A melhor explicação é a restauradora. Ou seja, quando estamos acordados, nós cansamos, tanto o corpo quanto o cérebro. E o sono restaura esse tipo de fadiga. Mas, muitos experimentos mostram que, mesmo com exercício, você não precisa dormir, indicando que o sono não se destina ao descanso do corpo. E também há doenças em que as pessoas não dormem e não apresentam qualquer deficiência. A segunda hipótese é que o sono tenha a ver com algum tipo de conservação energética. Isso significa que, se tivéssemos de ficar acordados o tempo todo, teríamos de nos alimentar durante todo o tempo. E sabemos que há discrepância entre os recursos de alimentação que crescem de maneira aritmética e a população, que cresce de maneira geométrica. Aparentemente, durante a evolução, o animal deveria parar por algum tempo de despendar energia para sobreviver, porque não há alimentação suficiente.

*O sono não pode ser um instinto?*

Essa explicação não me parece tão boa. Seria preciso definir o que é instinto. E na verdade há grandes teorias, e outras menores, que não chegam a examinar a função, mas sim os mecanismos do sono.

*Há outras hipóteses sobre o sono?*

Há uma quarta hipótese, que fala tanto da função quanto do mecanismo e que também se relaciona com a hipótese restauradora. Durante a vigília, acumulamos toxinas, e então, dormiríamos para eliminar essas toxinas. Outros acham que dormimos não porque temos essas toxinas, mas para que não as tenhamos. Mas se você pergunta por que dormimos, eu lhe perguntaria: por que temos a gravitação? Ou seja: a Terra anda em redor do Sol, existe um padrão cíclico, uma atividade cíclica ao redor do Sol, o que faz com que tenhamos um ciclo de atividade e repouso. Esse mecanismo cíclico e a conservação energética seriam suficientes para explicar a função do sono. Talvez a primeira causa do sono seja a gravitação. Sem ela, não haveria o sono. Assim, um fenômeno que parece tão simples tem muitos mecanismos dentro dele, e a melhor forma de considerar o sono é avaliá-lo através da evolução.

*Desde quando, no processo evolutivo, os organismos começaram a dormir?*

É uma boa pergunta. Olhando as bactérias, ou organismos unicelulares, nunca sabemos quando estão ativas ou inativas. Sabemos que os animais que podem se mover, como as moscas, por exemplo, estão ativos durante o dia e inativos durante a

noite. Mas há insetos, como a barata, ativos durante a noite e quase não vistos durante o dia. Muito provavelmente, esse ciclo de atividade e descanso foi transformado, durante a evolução, no ciclo de vigília e sono. Mas é preciso que o cérebro seja razoavelmente grande para que se possa registrar essa atividade elétrica, diferente durante o sono e a vigília. Quando se registra a atividade elétrica do cérebro de um peixe, não se vê diferença entre atividade e repouso. Então você tem que se orientar somente pelo comportamento. Talvez um dia se decifre a atividade cerebral de um peixe. Com o cérebro dos répteis, já existe a chance de se obter atividade elétrica diferenciada entre atividade e repouso. Pode-se, portanto, falar em sono. Em animais mais evoluídos, como pássaros e mamíferos, tudo parece muito simples: observa-se o comportamento e, além disso, basta acompanhar a atividade elétrica do cérebro para perceber se o animal está dormindo. E você pode ver mais: pode saber se esse animal está com sono leve, se dorme profundamente ou se está entrando no estado que chamamos de sono paradoxal, que, no homem, é o momento do sonho.

*Quando e por que o senhor começou a trabalhar com fisiologia do sono?*

Comecei por acaso, porque depois da guerra, na Europa e principalmente na Rússia, trabalhava-se com salvação e sono. Estava cheio de idéias pavlovianas quando tivemos em Lyon a visita de um discípulo de Pavlov (Ivan Pavlov, Nobel de Medicina de 1904, identificou o reflexo condicionado). Assim, fiquei muito interessado nos trabalhos de Pavlov sobre o cérebro. Em 1949, G. Moruzzi e Magoun descobriram o sistema reticular ativador (estrutura envolvida na regulação do sono) e abriram novo caminho para o estudo do cérebro. Depois disso, fui para o laboratório de Magoun, onde aprendi que tudo poderia ser feito nessa formação reticular. Quando voltei a Lyon, decidi fazer experimentos para provar — ou para invalidar — a teoria de Pavlov (que dá importância ao córtex no mecanismo do sono) ou a de Magoun (que privilegia a parte mais inferior do sistema nervoso central). E escolhi estudar um mecanismo muito simples, o mais simples mecanismo de aprendizagem, a habituação. Se você está num hotel próximo a uma estação ferroviária, da primeira vez que surge o barulho do trem, você vai ouvi-lo. Dois dias depois, você se habitua e não escuta mais. Ou seja, aprende como não responder ao estímulo.

*Parece coisa muito simples mesmo...*

Falando assim, tudo parece muito simples. Na verdade as coisas são mais complicadas. O meu paradigma era estudar a habituação da reação de alerta no gato, que funciona quando ele está dormindo. Espero o gato dormir, faço um barulho e ele fica acordado por um minuto. Quando ele adormece novamente, faço o mesmo barulho, e aí ele vai ficar acordado

por meio minuto. Depois ele nem acorda, e é isso que chamo de habituação. Se Pavlov estivesse certo, quando eu removesse o córtex (a camada mais externa do cérebro, responsável por funções nervosas superiores) do gato, não haveria a habituação. E, se Magoun estivesse correto, haveria. Removi o córtex e, então, me vi diante de novo fenômeno: sem o córtex, não havia o sinal de sono no encefalograma, o registro que fazemos da atividade cerebral. Não há mais ondas lentas porque não há mais córtex. E assim não tive como resolver o problema que me havia proposto.

*O que esse resultado mudou na sua pesquisa?*

A partir daí, resolvi usar outro critério para a vigília: não a atividade cerebral, mas a muscular, registrada em gráfico chamado eletromiograma. Coloquei eletrodos no focinho e no

inferior, mais baixa do cérebro, seria responsável por esse tipo de sono, o sono paradoxal, e o sono de ondas lentas estaria ligado ao córtex cerebral. Estávamos lidando com duas coisas diferentes: não um estágio do sono e sim novo estado de sono, um meio-tempo.

*Pode-se relacionar as diferentes fases do sono com aspectos evolutivos e associá-los com áreas específicas do sistema nervoso?*

O importante é distinguir fases e estados. Para mim, e para a maioria dos fisiologistas, o sono é composto de dois estados: sono de ondas lentas, com diferentes estágios, e sono paradoxal, que é outro estado, mas é único. Durante o sono de ondas lentas, há no homem diversos estágios muito regulares, que podem ser reconhecidos facilmente. O estágio 1 é muito leve e

**Quando o sono paradoxal foi descoberto, todos queriam conhecer seu mecanismo. (...) Era como uma janela aberta ao inconsciente, o que levou muitas pessoas a acreditarem que o último segredo do cérebro havia sido descoberto.**

pescoço do gato, porque no pescoço há músculos importantes para a vigília. Um gato sem o córtex pode estar comportamentalmente dormindo e mesmo que não se possa ver isso na atividade cerebral, quando ele se movimenta, você pode ver na atividade elétrica do músculo. Comecei a repetir esse experimento e fiquei surpreso ao ver períodos nos quais o gato estava comportamentalmente dormindo e não havia nenhuma atividade muscular. Esse período durava cerca de seis minutos e ocorria regularmente a cada 20 minutos. Então comecei a pensar o que poderia ser isso. Certamente não era vigília, por causa da atividade muscular. Nesse momento, o gato apresentava atividade muito estranha nas vibrissas (os bigodes do gato). Fiz novamente a mesma coisa, só que num animal normal. Colocamos eletrodos no focinho e verificamos que o gato estava em sono profundo, sem atividade muscular, e, ao mesmo tempo, a atividade elétrica no córtex começou a ficar rápida. Verifiquei que havia grande dissociação, dissociação paradoxal, entre a atividade cerebral e a atividade muscular. Ficou evidente, então, que, se não retirássemos o córtex de um gato, mas fizéssemos uma secção no tronco encefálico (região entre a medula espinhal e o cérebro), encontraríamos a mesma coisa, mas logicamente sem a ativação do córtex. A parte mais

o indivíduo pode ser despertado com uma batida na porta, por exemplo. Já no estágio 4, é preciso muito ruído para acordá-lo. Todos concordam que, retirando-se o córtex, não há mais ondas lentas. Em termos de estrutura, sabemos que o sono de ondas lentas vem do sistema tálamo-cortical. No homem, após cerca de 90 minutos de sono de ondas lentas, por razão ainda desconhecida, surge o marcapasso do sono paradoxal, muito regular, com duração de 20 minutos a cada 90. O ritmo se relaciona com aspectos energéticos e com o tamanho do animal. No camundongo, o sono paradoxal é de 1 minuto em cada 10, no rato é de 2 em cada 15, no gato é de 6 em cada 24. No elefante, possivelmente, de 30 a cada 120 minutos. Portanto, é um marcapasso que ocorre durante o sono comportamental. Ou seja, o sono é necessário para que esse estado transcorra.

*Por que precisamos desse sono de ondas lentas?*

Não sabemos porque, mas há várias hipóteses. A minha é de que você precisa desse sono de ondas lentas antes do sono paradoxal para ter reserva de sono muito grande e então acumular glicose. E sabemos que durante o sono de ondas lentas há acúmulo de glicose. Há evidências indiretas de que, durante o sono paradoxal, usamos reservas

de energia e, ao mesmo tempo, precisamos de muito oxigênio. Esse mecanismo energético é provavelmente o que dispara várias reações associadas ao sono paradoxal. Portanto, temos novamente dois estados que podem ser diferenciados por seus aspectos energéticos. No sono de ondas lentas, nosso córtex e nosso corpo usam cada vez menos energia, e acumulamos reserva; no sono paradoxal, nosso corpo usa ainda menos energia, mas nosso cérebro usa enormes quantidades. Por isso, é necessário haver reserva.

*O sono paradoxal foi a fase mais estudada durante bom tempo. Agora o sono de ondas lentas parece estar sendo mais estudado. Por que?*

Quando o sono paradoxal foi descoberto, todos queriam conhecer seu mecanismo, sua ontogênese (desenvolvimento

*Quais as principais tendências da pesquisa sobre distúrbios do sono?*

Posso falar principalmente sobre a área básica do sono. As primeiras tendências eram fenomenológicas, porque há 30 anos não se sabia muito sobre os mecanismos e as técnicas. Estudava-se a ontogênese, a filogênese dos estágios do sono no reino animal, e mesmo isso não está acabado ainda. O cérebro, no entanto, é muito mais complicado do que pensávamos, e as técnicas que estarão sendo adotadas no futuro – ressonância eletromagnética, tomografia por emissão de pósitrons e outras que estão surgindo – poderão nos dar muitas outras informações sobre o papel do sono, e não só o eletroencefalograma, que é muito bonito mas não permite ver a diferença entre o traçado do sono paradoxal e alguns traçados de vigília, que são basicamente os mesmos. Sabemos que não são a mesma coisa, e

**Grandes tragédias, como o vazamento de óleo do Exxon Valdez, além de acidentes de carro etc. são causadas por sonolência excessiva. Quando você tem de tomar uma decisão e está com sono, toma a decisão errada.**

no organismo) e sua filogênese (origem evolucionária). O tema atraiu muita gente, principalmente pela questão do sonho. Era como uma janela aberta ao inconsciente, o que levou muitas pessoas a acreditarem que o último segredo do cérebro havia sido descoberto. Surgiram, então, muitos conhecimentos sobre o sono paradoxal e, durante essa época, os pesquisadores realmente não olharam para o sono de ondas lentas clássico. Depois, mesmo as pessoas que estavam trabalhando com sono paradoxal quiseram saber mais sobre o que o precede, o porquê do sono de ondas lentas. Novamente, a técnica veio facilitar as pesquisas. O registro intracelular, microeletrodos e novas técnicas de imagem permitiram ver o balanço energético do sono de ondas lentas e do sono paradoxal. Mas, como de costume, as pessoas demoram para considerar o sono como fenômeno unitário, sem compreender a relação que há entre sono de ondas lentas e o sono paradoxal. Em alguns experimentos, só se tem o sono paradoxal, o que explica porque ele pode ser estudado em si próprio. É abordagem reducionista. Mas no final deverá haver uma explicação da relação entre o sono paradoxal e o sono de ondas lentas. E que, na minha concepção pelo menos, deve ser explicada em termos da teoria energética.

precisamos ter elementos para diferenciá-los. Acho que ainda haverá muita pesquisa sobre o sono. O problema é que, para ter um laboratório de sono ativo para pesquisa básica, você precisa não só da eletrofisiologia, mas também de neuroanatomia, neuroquímica, ontogenia, filogenia. Precisa-se também de um biofísico e de um cronobiologista, para dar tratamento matemático aos seus dados.

*Um laboratório desse porte não precisa de decisão política?*

Claro. Essa área é verdadeiramente interdisciplinar. E é cada vez mais difícil reunir um grupo grande assim na universidade, porque pertencemos a diferentes departamentos. Assim, o país tem de decidir o que é mais importante. Se você está no Ministério da Saúde, talvez escolha pesquisar a cura da Aids e, naturalmente, cuidar de gerontologia, porque as pessoas envelhecem, e também de recém-nascidos. Ou seja, existem certas emergências na pesquisa. E as pessoas não compreendem que o ciclo sono-vigília é pelo menos tão importante quanto as doenças cardíacas. É muito difícil que resolvam criar um grande instituto para pesquisas sobre o sono. Por isso, não estou otimista: se há certa quantidade de dinheiro, o biólogo molecular vem e pega grande parte, ou a pesquisa aplicada pega outra

boa parte, e as pessoas vão dizer: “o sono não é tão importante”. Mas, eu penso que o sono e o sonho são muito importantes.

*Podemos citar um exemplo que demonstre essa importância?*

Bill Dement, um dos maiores especialistas em sono nos EUA, fez levantamento sobre os custos relacionados à questão do sono e verificou que grandes tragédias, como o vazamento de óleo do Exxon Valdez, além de acidentes de carro etc. são causadas por sonolência excessiva. Ou seja, quando você tem de tomar uma decisão e está com sono, toma a decisão errada. E isso acontece muito mais do que imaginamos. Mas, naturalmente, as pessoas não compreendem isso. Nunca compreenderemos o cérebro se não compreendermos por que dormimos e sonhamos, e nunca vamos entender a consciência, a consciência desperta, a da vigília, se não entendermos que temos uma consciência onírica. Por isso, lutamos para defender a pesquisa básica.

*E no seu laboratório, o que tem sido feito?*

Uma tendência é procurar estudar os aspectos energéticos e o novo sistema descrito no cérebro, que contém um hormônio chamado prolactina e que parece estar relacionado com o sono. Esse sistema parece ser um marcapasso do sono paradoxal. Estamos interessados em estudar a cronobiologia nesse sentido. Com sua descoberta, é possível que haja dois sistemas de marcação, dois marcapassos diferentes: um para o sono de ondas lentas e outro para o sono paradoxal. Acreditamos que o sistema da prolactina seja o marcapasso do sono paradoxal.

*Como anda a pesquisa na França?*

Boa pergunta. Lá, 80% das pesquisas sobre o sono são feitas nas escolas de medicina. Antes se concentravam em grandes laboratórios, como o meu. Existiam muitos laboratórios há cerca de 10 anos, mas agora as pessoas estão indo para outras

**Nunca compreenderemos o cérebro se não compreendermos por que dormimos e sonhamos, e nunca vamos entender a consciência, a consciência desperta, a da vigília, se não entendermos que temos uma consciência onírica.**

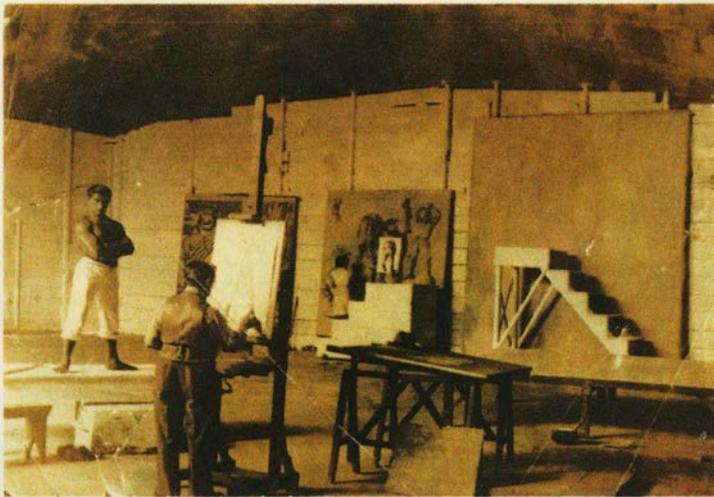
*Na medicina do sono, existem as mesmas dificuldades?*

Ela é importante na medida em que existe muita insônia e hipersonia. Mas acho que se você treinar bem o clínico-geral, nem precisa de grandes clínicas. Em mais ou menos 90% dos casos, bastam boa investigação clínica, o registro da atividade cerebral em eletroencefalograma e um diário em que o paciente faz anotações sobre seu sono por um mês para se fazer o diagnóstico, sem precisar de diversos registros mais dispendiosos. A apnéia do sono, em que ocorre falta de respiração enquanto a pessoa dorme é considerada grande problema nos EUA, embora não tão freqüente em outros países – pelo menos na França. Ela pode ser diagnosticada sem ser necessário o registro direto de sono. É diagnóstico clínico, como na narcolepsia, em que acontecem ataques incontroláveis de sono paradoxal e de perda de tônus muscular. É necessário que o paciente tenha ataques de sono imperiosos, incontroláveis e extrema fraqueza muscular, chamada cataplexia. Para diagnosticar isso, não precisa de registro de sono. Assim, ainda que haja nos EUA milhares de clínicas de sono, ou pelo menos centenas, na Europa não seguimos essa tendência, o que seria muito caro para a sociedade.

áreas, porque é preciso um grande laboratório e muito dinheiro para continuar. O meu, provavelmente, é o maior não só da França como da Europa. Nosso financiamento, como o de toda a biologia na França, vem de três fontes. A universidade paga meu salário e o de outros pesquisadores e 10% da pesquisa. O CNRS (Centro Nacional de Pesquisas Científicas) financia a pesquisa básica e paga cerca de 10 pessoas do laboratório. Já o Inserm (Instituto Nacional de Saúde e Pesquisa Médica), por ser do Ministério da Saúde, financia principalmente a pesquisa — não necessariamente a pesquisa aplicada, mas a diretamente ligada à saúde —, além de outros 10 pesquisadores. Mas todos recebem o mesmo salário. São todos órgãos públicos.

*Então não há investimento privado?*

Não. Isso é o que o governo gostaria que houvesse. E deverá ser uma tendência cada vez maior. Para você ter um salário mais alto, é importante pedir dinheiro a um laboratório farmacêutico, por exemplo, e tentar também outros financiamentos na Comunidade Européia, com sede em Bruxelas.



DE PORTINARI



A PORTINARI

## UMA HISTÓRIA DE ARTE E EMPRESAS

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

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

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

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

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

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

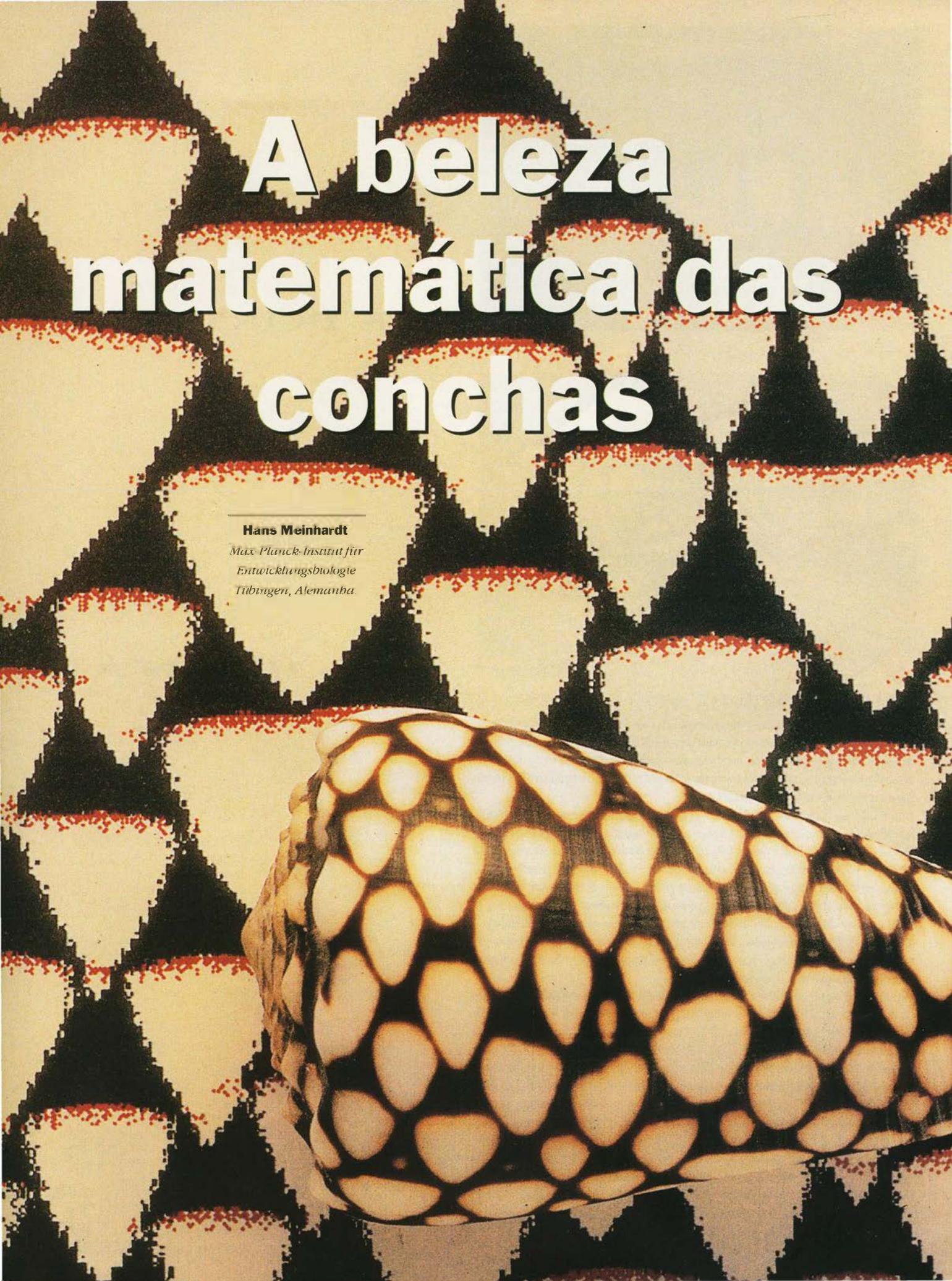
Localizado no 27º andar da Torre Rio Sul, no Rio de Janeiro, o STUDIO PORTINARI pretende valorizar de forma marcante o parque gráfico nacional.

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

Visite-nos e comprove nossas afirmações.

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



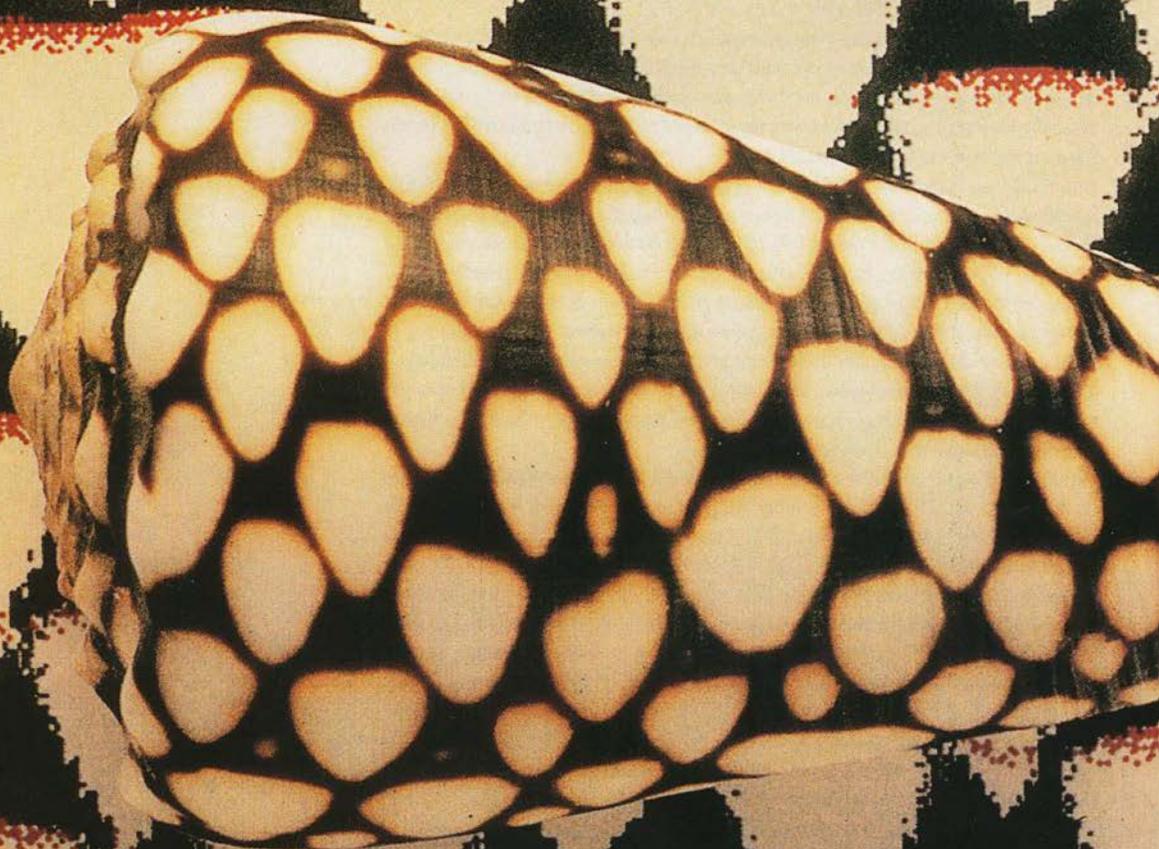


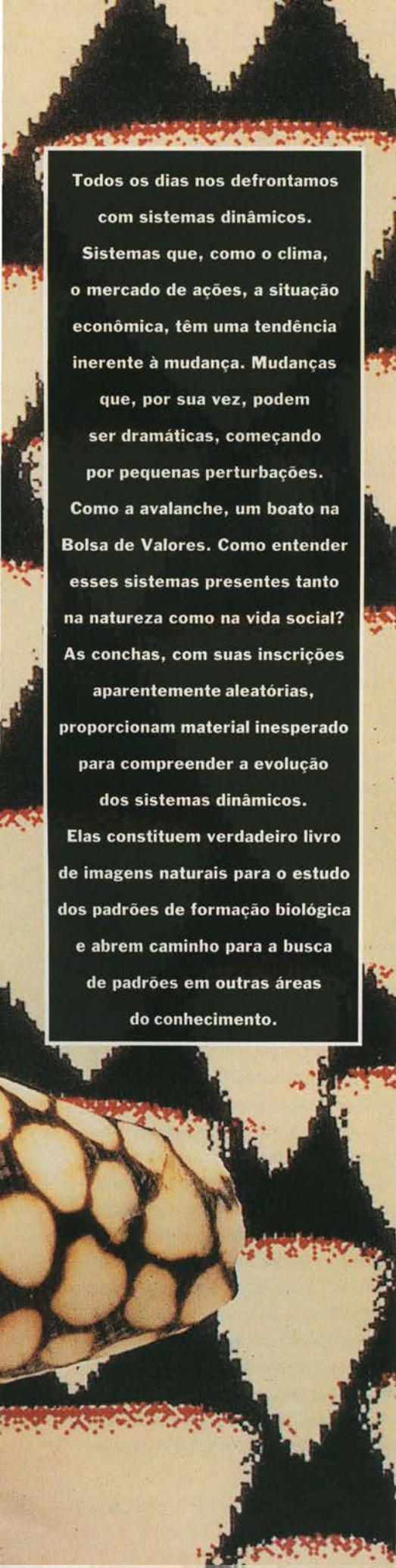
# A beleza matemática das conchas

---

**Hans Meinhardt**

*Max-Planck-Institut für  
Entwicklungsbiologie  
Tübingen, Alemanha.*





**Todos os dias nos defrontamos com sistemas dinâmicos.**

**Sistemas que, como o clima, o mercado de ações, a situação econômica, têm uma tendência inerente à mudança. Mudanças que, por sua vez, podem ser dramáticas, começando por pequenas perturbações.**

**Como a avalanche, um boato na Bolsa de Valores. Como entender esses sistemas presentes tanto na natureza como na vida social?**

**As conchas, com suas inscrições aparentemente aleatórias, proporcionam material inesperado para compreender a evolução dos sistemas dinâmicos.**

**Elas constituem verdadeiro livro de imagens naturais para o estudo dos padrões de formação biológica e abrem caminho para a busca de padrões em outras áreas do conhecimento.**

**Aspecto muito fascinante** da biologia é a geração das estruturas complexas de um organismo superior a partir de um ovo mais ou menos homogêneo. O padrão final não pode estar já presente naquela célula, desde o início, sob forma oculta. Fenômenos reguladores, examinados em experimentos que removem partes do organismo em formação, indicam que as células se comunicam entre si para conseguir que a informação genética seja transferida para o padrão final.

A formação de padrões não é peculiaridade dos seres vivos. Esse fenômeno também é encontrado no mundo inorgânico, na formação de nuvens, rios, dunas de areia ou cristais, onde começa em condições muito mais homogêneas. Nesses processos, o comum é que pequenos desvios da uniformidade tenham importante efeito no crescimento ulterior. Por exemplo, a formação de um rio pode se iniciar a partir de uma depressão mínima na paisagem. A água que, com a chuva, se acumula em algum lugar acelera a erosão local, depois mais água corre para o vale incipiente, é assim por diante. Uma duna de areia pode ser causada por uma pedra no deserto. A pedra funciona como obstáculo para o vento, provocando o depósito de areia. Isso leva a um aumento progressivo do obstáculo. Assim, a formação de padrões requer um componente auto-amplificador, autocatalítico. Entretanto, a auto-ampliação, por si só, é insuficiente para formar padrões. Ela levaria à conversão total de um estado em outro, assim como um pedaço de papel, queimando-se, será completamente convertido em cinzas (a queima também é processo autocatalítico).

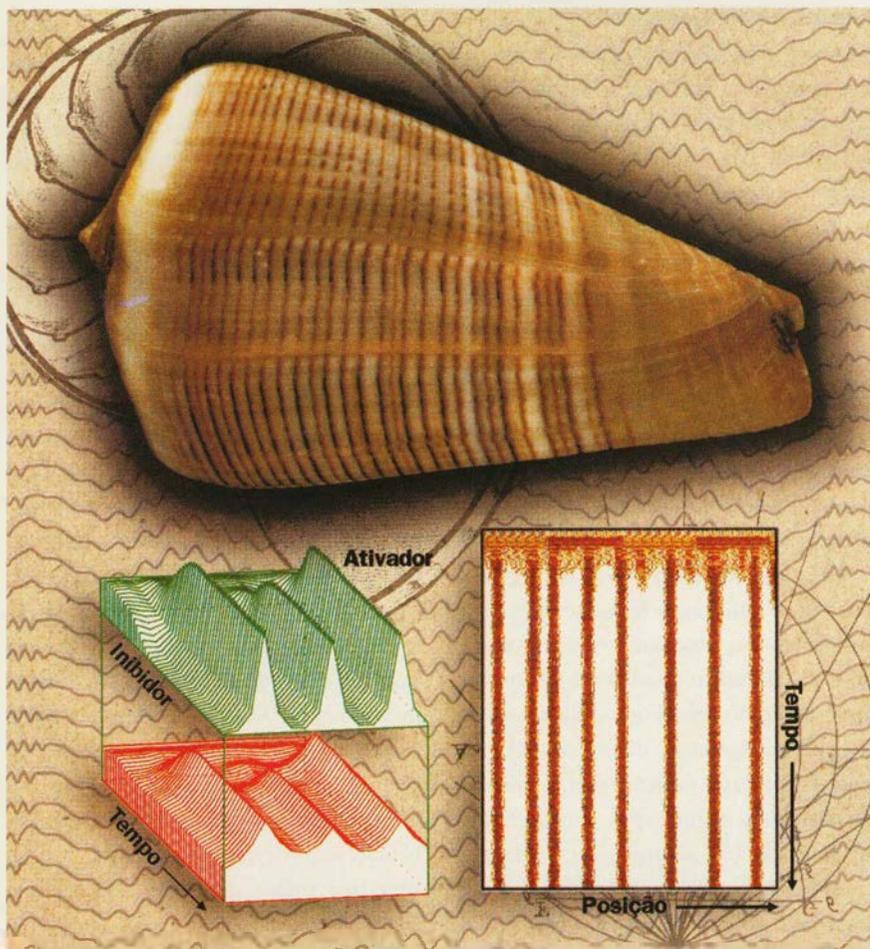
Nos sistemas que formam padrões, esse tipo de ativação é confrontado em toda parte por processos antagônicos, que se espalham rapidamente sobre amplo domínio. Por trás de uma duna de areia, o vento carrega menos areia, reduzindo a probabilidade de que outra duna cresça nas vizinhanças. Num raio, a descarga elétrica leva à redução da dife-

rença de potencial elétrico, reduzindo a probabilidade de uma segunda descarga. Com base nesses dois princípios – autocatalise local e inibição de longo alcance –, elaboramos uma teoria da formação de padrões biológicos capaz de explicar muitos fenômenos observados durante o crescimento.

Caso especial de formação de padrões biológicos é a emergência de padrões de pigmentação nas conchas dos moluscos. Esses padrões têm grande diversidade e freqüentemente são muito bonitos. As conchas são material calcificado. Para aumentar o tamanho de suas conchas, os animais precisam apenas acrescentar mais material a uma zona marginal, a borda de crescimento da concha. Desta forma, a formação de padrões ocorre, na maioria das espécies, de forma estritamente linear. A segunda dimensão é o registro do que acontece em função do tempo. A concha é, por assim dizer, um gráfico espaço-temporal. Proporciona situação ímpar em que a história de um processo muito dinâmico aparece em sua totalidade.

No desenvolvimento normal, existe pressão fortemente evolucionista para que determinada estrutura seja reproduzida fielmente. Além disso, uma estrutura, depois de formada, normalmente deveria permanecer estável, pelo menos por algum tempo. Contrasta com isso o fato de que a significação funcional dos padrões de pigmentação das conchas não é clara. Muitos moluscos vivem enterrados no chão e alguns são cobertos por camada opaca, o perióstraco. Assim, pode-se presumir que não haja forte pressão seletiva sobre os padrões das conchas. Essa diversidade sugere que as espécies puderam modificar drasticamente seus padrões sem correr riscos. A natureza pôde se manifestar, independente das coações funcionais.

Junto com Martin Klinger, mostrei, em 1987, que os mesmos tipos de interações que propúnhamos para a formação de padrões durante o desenvol-



**Figura 1. Concha com listas paralelas à direção de crescimento. Elas são causadas por um padrão periódico estável de regiões produtoras e não produtoras de pigmentação. Modelo: a formação de padrões resulta da interação de ativador autocatalítico e de seu antagonista que se difunde rapidamente, no caso um inibidor difusivo. À esquerda: gráfico da concentração de ambas as substâncias em função do tempo. À direita: simulação em gráfico espaço-temporal análogo ao das conchas.**

vimento embrionário também são capazes de dar conta dos padrões das conchas. Padrões de conchas muito diferentes podem ser reproduzidos por meio de pequenas variações nos parâmetros, ou ínfimas variações no mecanismo subjacente. Contudo, ampla classe de conchas não foi incluída naquele trabalho: padrões que dependem da interação mútua de pelo menos dois padrões dependentes do tempo. Em livro publicado este ano, forneço um tratamento extensivo de modelos para padrões elementares e padrões mais complexos. Acom-

panha o livro um disquete que permite a reprodução das simulações em micro PC. Ele contém, ainda, uma integração desses modelos em descrição tridimensional da forma da concha feita por Fowler e Prusinkiewicz.

#### **Traços de um padrão estável: linhas perpendiculares à borda de crescimento**

Os elementos básicos dos padrões das conchas são linhas perpendiculares, paralelas e oblíquas à borda de crescimento. Considerando o caráter espaço-temporal

dos padrões, as linhas perpendiculares indicam que a produção de pigmento ocorre em posições especiais, entre-meadas por regiões sem produção de pigmento (figura 1). Essa é a situação comum no desenvolvimento normal: a formação de estrutura particular é restrita a uma posição particular. Em termos do conceito de auto-ampliação (ou auto-intensificação), combinado com reação antagonista, padrões estáveis emergirão se a reação de auto-ampliação for mais ou menos confinada localmente, enquanto o efeito antagonístico tiver longo alcance.

As reações de formação de padrões requerem interações não-lineares, mas nossa intuição sobre o comportamento de tais reações é muito pobre. Apenas pela formulação de um modelo em linguagem matemática e pela simulação em computador pode-se ter certeza de que o modelo terá de fato as propriedades esperadas. Entretanto, os processos que acabam levando à formação de padrões em um organismo (ou mesmo de um padrão complexo numa concha) podem parecer muito complicados para serem descritos em termos matematicamente precisos. Mas não é assim. A padronagem complexa pode ser separada em etapas individuais, acessíveis à modelagem matemática.

O princípio de auto-ampliação e de inibição de longo alcance pode ser traduzido em interações bioquimicamente realizáveis. É requerida uma substância – chamada de ativador – que será realimentada direta ou indiretamente por sua própria produção. Ela também regula a produção de um inibidor que se contrapõe a essa auto-ampliação. Alternativamente, o efeito antagonista pode resultar da depleção de um substrato produzido em toda parte e consumido pela autocatálise do ativador. Tais interações podem ser postas em uma fórmula matemática que descreve a mudança de concentração de uma substância em determinada unidade de tempo. Ela depende

da concentração das substâncias envolvidas, de suas taxas de decaimento e de suas trocas com as células vizinhas por difusão, por exemplo. Tais equações permitem simulações em computador. Todas as figuras mostradas aqui são geradas dessa forma. Padrões mais complexos requerem a superposição de vários padrões, formando sistemas que se influenciam uns aos outros. Para maiores detalhes matemáticos, consulte o livro já citado (1995).

A figura 1 mostra a geração de padrões estáveis baseados em mecanismo com ativador e inibidor. Inicialmente as concentrações do ativador e do inibidor são as mesmas por toda parte. Presume-se que haja apenas diferenças aleatórias mínimas entre as células, em sua capacidade de produzir essa reação. A interação das duas substâncias leva a máximos estreitos que mantêm certa distância máxima e mínima. Se admitirmos que o ativador libera os pigmentos, a produção, localmente estável, de pigmento sobre a concha leva, no decorrer do tempo, a listas perpendiculares à borda de crescimento.

### Padrões oscilantes: listas paralelas ou oblíquas à borda de crescimento

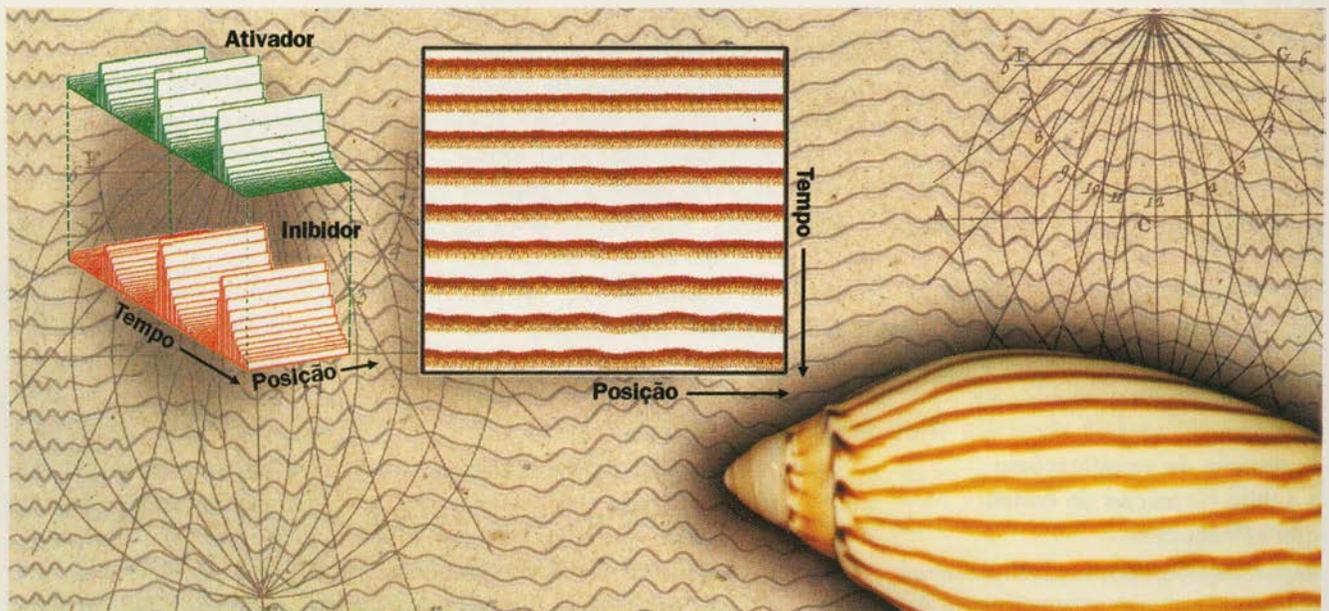
A formação de padrões estáveis requer que a reação antagonista se siga rapidamente à modificação na reação de auto-ampliação. Se não for assim, esta mesma reação mostra comportamento muito diferente. A ativação aumenta à maneira de uma avalanche. Só um pouco depois a acumulação de inibidor (ou a remoção de todo o substrato) causa colapso na produção do ativador. Após o decaimento do inibidor remanescente, a ativação seguinte pode ocorrer.

Em outras palavras, um intervalo de tempo constante e mais longo da reação antagonista pode levar a oscilações. O padrão de muitas conchas são registros de deposição oscilante de pigmento (figura 2).

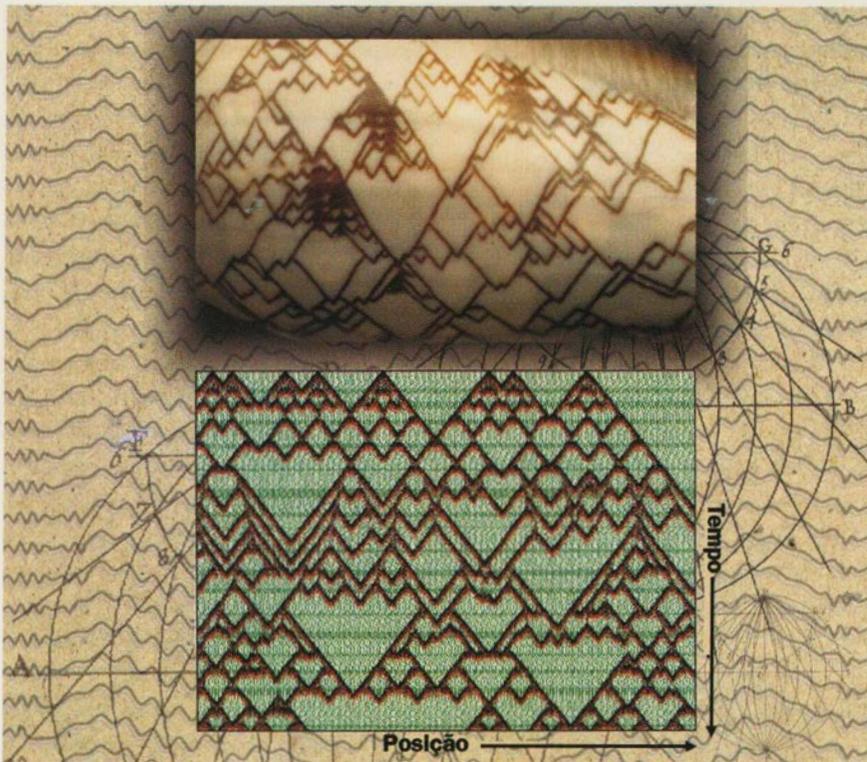
A oscilação sincronizada na produção de pigmento leva a linhas essencialmente paralelas à margem da concha. A sincronização ocorrerá se o ativador e/ou o inibidor se espalharem rapidamente entre as células. A mesma figura 2 é exemplo disso.

Em contraste, se o ativador tem pequeno domínio de difusão mas a substância antagonista é quase não difusiva, podem resultar ondas viajantes com alta concentração do ativador (figura 3). Uma região ativada pode 'infectar' sua região vizinha, de modo que, depois de determinado atraso de fase, ela se torna completamente ativada. Por sua vez, esta célula infectará sua região vizinha, e assim por diante. A situação é muito semelhante à difusão em ondas de uma epidemia: uma pessoa pode infectar seus vizinhos. O desenvolvimento completo de uma doença também se baseia em efeito de auto-ampliação, a replicação do vírus. Mas, depois de algum tempo, o sistema imune capturará o vírus e a pessoa se tornará saudável novamente. Para a difusão da epidemia, é crucial apenas que somente o vírus, mas não a resposta imune, possa se transmitir de um indivíduo a outro.

Voltando ao padrão das conchas: em cada uma delas, depois de um certo período de tempo, a ativação diminui, graças à ação antagônica. No registro do tempo, tais regiões de alta ativação via-



**Figura 2. Padrão da concha de *Armorig ellioti* com listas paralelas à borda de crescimento. Esse padrão indica a produção oscilante de um pigmento. Modelo: fizemos a suposição de um sistema ativador-inibidor. O inibidor tem a constante de tempo maior (menor taxa de decaimento) que o ativador; assim, podem ocorrer oscilações. A alta difusão do ativador leva à quase sincronização entre células vizinhas. À direita: a concentração do ativador em gráfico espaço-temporal análogo aos padrões das conchas.**



**Figura 3.** Linhas ramificadas na concha de *Oliva porphyria*. Uma ramificação indica a súbita formação de onda retrógrada. Modelo: a ramificação ocorre sempre que o número de ondas viajantes cai abaixo de certo valor-limite. O agente controlador, substância semelhante a um hormônio que rapidamente se distribui dentro do organismo, é produzido em taxa proporcional à concentração de ativador local. O hormônio (verde na simulação) fornece assim uma medida da quantidade de ondas viajantes presentes. Se muito poucas ondas restam, grupos de células permanecem ativadas até que ondas contrárias se iniciem. No registro de tempo da concha, isso leva à ramificação.

jantes levam à formação de linhas oblíquas de pigmentação, como as que aparecem, em padrão mais complicado, na mesma figura 3.

As características de muitos desses padrões de concha são elementos em forma de V. Resultam da aniquilação mútua das duas ondas que colidem. A concentração do inibidor nas células vizinhas ao ponto de colisão é alta demais para permitir nova infecção.

### **Formação de ramificações: a súbita formação de ondas que retrocedem**

Muitas espécies formam padrões com linhas oblíquas que se ramificam. A figura 3 é exemplo disso, em concha de *Oliva porphyria*. Tendo em mente a característica espaço-temporal dos padrões

das conchas, uma ramificação é o registro da súbita formação de onda contrária. Seu surgimento requer modificação no mecanismo de disparo serial normal que leva às ondas oblíquas. A partir de dado momento, e por curto espaço de tempo, as células ativadas devem permanecer no estado ativado, até que cesse o período refratário das ondas ainda oscilantes da vizinhança. Então, esta célula pode ser reinfecteda, e o surgimento da onda contrária se completa.

Como mencionamos, como regra, as ondas viajantes se aniquilam umas às outras durante colisão. Assim, no decorrer do tempo, mais e mais ondas desaparecerão. A ramificação é mecanismo possível para manter o número de ondas viajantes. Na simulação que mostramos, na mesma figura, isso é obtido por des-

vio ocasional de células, que passam de um modo de comportamento explosivo para uma ativação mais permanente. Admitiu-se aí a existência de substância de tipo hormonal produzida em cada uma das células ativadas (que na figura aparecem em verde). Ela se distribui homogeneamente no organismo, por exemplo, pelo sistema linfático ou pelo sanguíneo. A concentração hormonal é, assim, uma medida para se saber a fração de células ativadas. Isso fornece um sinal calculável em cada célula ao longo da borda de crescimento. Para conseguir que o período de ativação mude apropriadamente, admite-se que o hormônio tenha influência estabilizadora sobre o inibidor. Assim, sempre que o número de células ativadas se torna muito pequeno, diminui o tempo de vida do inibidor, e as células recém-ativadas desviam-se do estado explosivo (figura 2) para um mais estável, como também é mostrado na figura 1. Nessa situação, a célula permanece ativada até que termine o período refratário de uma vizinhança, ainda oscilante. Esta célula será reativada e uma onda contrária terá início. Isso aumenta o número de ondas viajantes e, desta forma, aumenta a concentração hormonal (linhas verdes mais escuras da figura 3), alongando o tempo de vida do inibidor. Todas as células voltam ao modo oscilante e a formação da ramificação se completa.

A simulação reproduz muitos detalhes do padrão natural. As ramificações começam simultaneamente em muitas posições (setas). No modelo, isso resulta do controle global da distribuição homogênea do hormônio. No padrão final, isso leva a elementos em forma de V com a mesma distância entre o vértice e os pontos de início dos ramos. Enquanto a onda original segue sem perturbações, com freqüência aparece um ramo apenas fracamente conectado à linha original. Na simulação, esse efeito decorre da passagem através de um estágio de ativação temporariamente estacionário, mais bai-

xo que o alcançado durante a ativação de tipo pulsatório no regime oscilante. Às vezes, um pequeno gancho aparece próximo ao ponto do início do ramo. Isso resulta de um início incipiente de onda paralela à onda primária. Em geral essa onda não sobrevive, pois o meio ainda não está suficientemente excitável. Se a onda sobrevive, contudo, a ramificação formará uma linha próxima à linha original. Quando o número total de ondas viajantes é mantido, podem surgir simultaneamente grandes lacunas e pigmentação densa em diferentes posições ao longo da borda de crescimento.

### Formação de cruzamentos por um inibidor difusivo adicional

Em algumas conchas, as ondas não se aniquilam ao colidir, mas se interpenetram. Na concha, isso leva ao cruzamento de linhas de pigmentação. A figura 4 é exemplo. O cruzamento de linhas oblíquas pode ser visto como o início de duas novas ondas divergentes, na posição em que duas ondas colidem. Isso requer que depois da colisão as células permaneçam ativadas por período prolongado. Na simulação da figura 4, introduzimos um mecanismo ativador do substrato, com parâmetros tais que a célula, uma vez ativada, permaneceria num estado estacionário. Um inibidor difusivo adicional é produzido pelas células ativadas. Cada célula recém-ativada extingue a ativação da célula precedente. O resultado são ondas viajantes semelhantes às anteriores. Contudo, se duas ondas colidem, a situação é muito diferente. Nenhuma célula recém-ativada está disponível para extinguir a ativação das células precedentes. Assim, no ponto de colisão, as células permanecem ativadas até que as células vizinhas possam ser novamente reinfetadas. Quando isso ocorre, as células recém-ativadas extinguem, via inibidor difusivo, a ativação daquelas células graças às quais a ativação escapou de ser aniquilada.

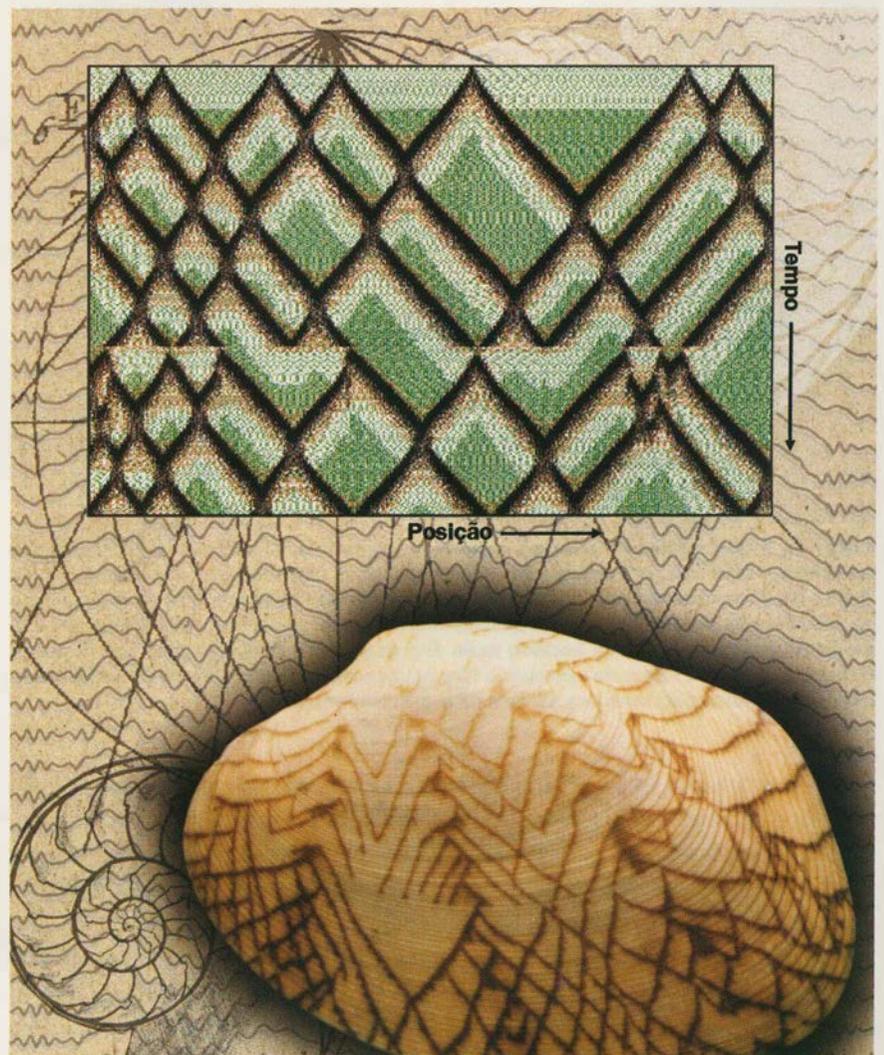
O exemplar mostrado na figura 4 exi-

be perturbação interessante. Presumivelmente desencadeadas por evento externo, várias linhas terminam simultaneamente. Outras linhas se bifurcam também nesse momento. A ocorrência simultânea da terminação de ondas e da duplicação de ondas parece autocontraditória, mas é consequência direta do modelo. Súbita redução da concentração de ativador pode não causar apenas a terminação de uma linha. A concentração de ativador reduzida causa também redução do inibidor difusivo, a qual, em

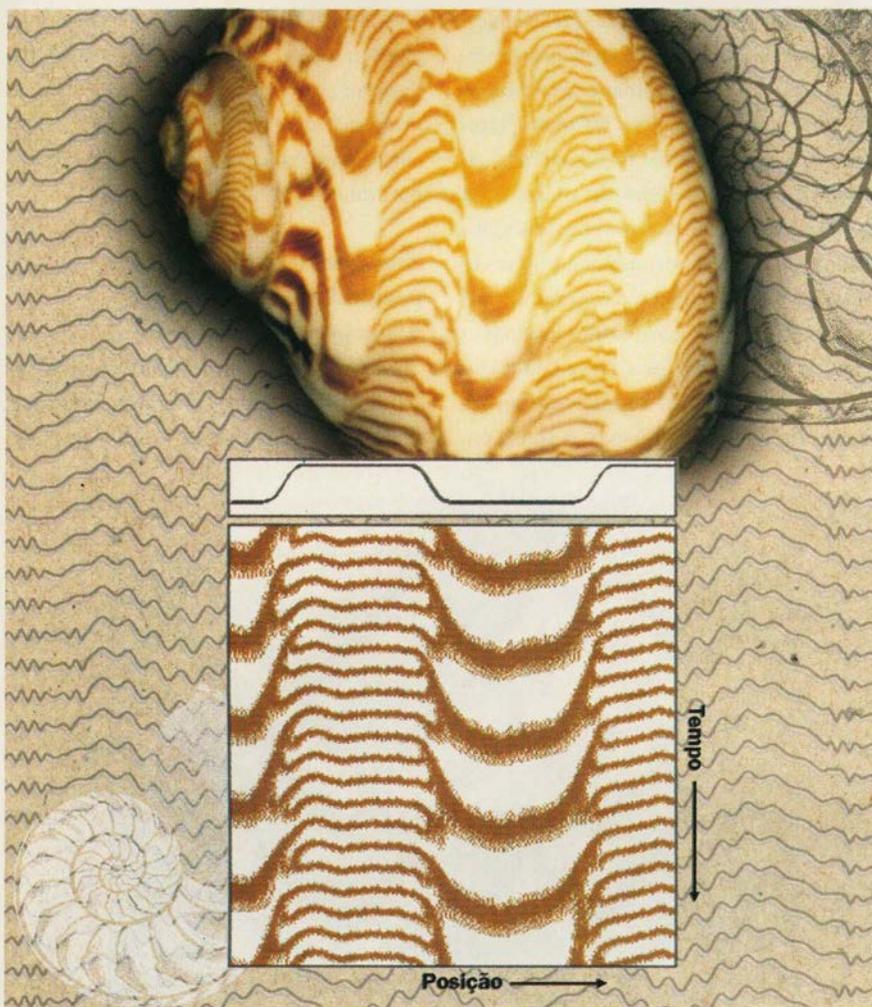
contrapartida, estabiliza o ativador. Isso produz imitação da situação que ocorre durante o cruzamento. Da mesma forma, duas novas linhas divergentes podem surgir, em concordância com o padrão natural.

### Superposição de padrão periódico e de padrão espacialmente estável

Muitos padrões de conchas podem ser explicados quando se admite a superposição de dois padrões, um estável no



**Figura 4. Cruzamentos de linhas de pigmentação na concha de *Tapes literatus*. Os cruzamentos sugerem que duas ondas não se aniquilam, e sim penetram uma na outra em colisão. Modelo: assume-se um sistema de três componentes; o mecanismo ativador do substrato é ajustado para produzir ativação de estado estacionário. Ondas viajantes resultam de inibidor difusivo adicional. Cada célula recém-ativada extingue a ativação de sua predecessora. No ponto de colisão, nenhum novo vizinho está disponível para sofrer essa extinção. As células permanecem ativadas, até que duas ondas contrárias se iniciem.**



**Figura 5. Superposição de padrões estáveis e periódicos. Concha de *Natica euzona*. A frequência de oscilação é muito mais alta em algumas regiões, em comparação com as regiões intermediárias. Modelo: a produção do substrato e a taxa de decaimento do ativador são moduladas por um padrão estável (curva superior). As regiões em que esses parâmetros são altos oscilam mais depressa. Isso leva a bandas nas quais as linhas pigmentadas são mais estreitas e têm espaçamento menor. Na borda entre essas bandas, as linhas pigmentadas se mesclam parcialmente.**

tempo e outro que oscila. O primeiro controla o parâmetro do segundo. Nesta simulação de *Natica euzona* (figura 5), um modelo de substrato ativador foi empregado. Um segundo padrão que é estável no tempo modula a produção de substrato e o tempo de vida do ativador. Isso faz com que se alternem regiões com frequências de oscilação alta e baixa. O padrão resultante consiste de amplas faixas perpendiculares à borda de crescimento, nas quais se alternam espaçamentos grandes e pequenos. As regiões de maiores frequências de osci-

lação formam regiões que determinam o ritmo, designadas marcapasso (em inglês, *pace maker*), a partir das quais as ondas se espalham. Nas regiões de baixa frequência de oscilação, as células não conseguem acompanhar a rapidez desses disparos e alguns pulsos se perdem. Na borda, entre duas faixas, algumas linhas de pigmentação aparecem.

### **Superposição de dois padrões dependentes do tempo**

Há muitos padrões de conchas bem mais complexos que os discutidos até aqui.

As figuras 6 e 7 mostram exemplos da influência de um padrão estável sobre um oscilante. Sabendo que uma mudança, em apenas um único intervalo de tempo, pode ser suficiente para transformar um padrão estável em padrão oscilante, podemos imaginar uma causa para essa complexidade: dois padrões dependentes do tempo se superpõem e influenciam um ao outro. O padrão na concha de *Conus marmoreus* (figura 6) se caracteriza por um fundo pigmentado com regiões não-pigmentadas em forma de gotas. A longa borda que vai do preto ao branco, quase perpendicular à direção de crescimento, no começo dessas gotas brancas, indica cessação quase simultânea da ativação em grandes regiões. A simulação correspondente foi feita dentro das seguintes suposições: A reação de pigmentação é ajustada para obter-se um estado estacionário estável. Devido à difusão do ativador, pequena região ativada se ampliará. Uma segunda reação extingue a primeira sempre que a produção de pigmento for suficientemente prolongada no estado ativo. A segunda reação produz curta ativação do tipo pulso (vermelha na simulação), que encurta o tempo de vida do ativador do pigmento. O substrato requerido para a reação de extinção é produzido apenas quando os pigmentos se sintetizam, isto é, se a primeira reação estiver em seu estado ativado. Depois que o pigmento é produzido durante certo intervalo de tempo, uma reação de extinção semelhante a uma explosão é desencadeada. Uma vez que os componentes da reação de extinção se espalham rapidamente por difusão, a ativação em forma de explosão ocorre quase ao mesmo tempo em ampla região. No padrão real, a reação é visível apenas indiretamente, através de súbita transição preto-branco no início de uma gota branca. A pigmentação sobreviverá nas margens da ativação que se espalha, pois ali o tempo para acumulação do substrato da reação de extinção era curto. A consequência dis-

so é que ali a reação de extinção é menos forte. Assim, o padrão de gotas brancas sobre fundo preto resulta de troca permanente entre a difusão lenta de pigmentação, a rápida reação de extinção, a sobrevivência da reação de pigmentação na margem, e assim por diante.

### Conexões entre estabilização e extinção por um segundo padrão

Muitas conchas exibem triângulos como elementos-padrão básicos. Tais triângulos aparecem quando a um período de extensão da pigmentação se segue um término abrupto da pigmentação. O mais notável é que conchas das mesmas espécies podem formar padrões com linhas ramificadas em vez de triângulos. Isso é muito surpreendente, porque ambos os padrões (linhas ramificadas e triângulos) requerem modificações diferentes do mecanismo disparador normal. Como mencionado acima, as ramificações requerem rápida transição temporária

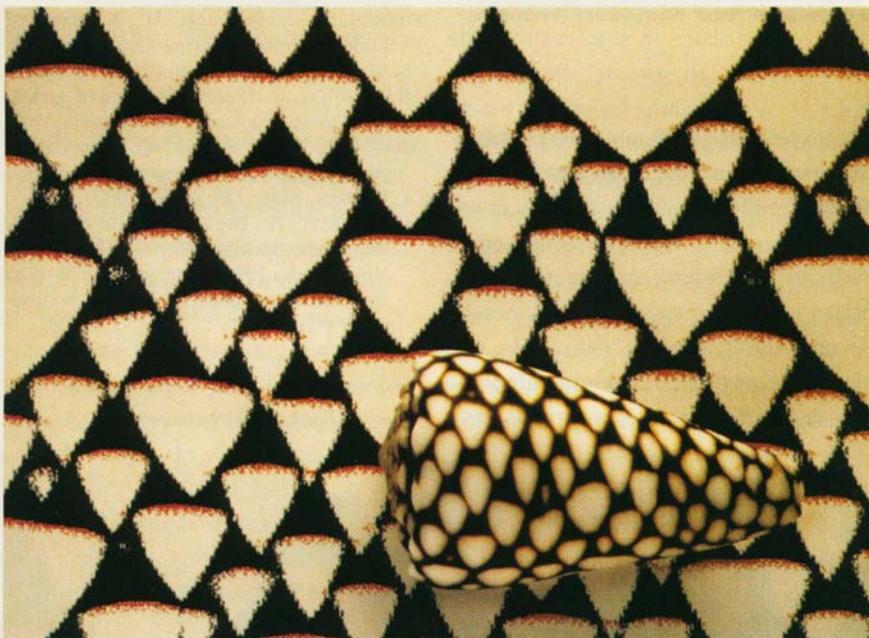
da ativação de tipo pulsatório para um estado de ativação estacionária, até que o período refratário termine. Em contraste, os triângulos requerem a difusão de um estado estacionário que se transforme abruptamente em ativação de tipo explosivo. Como mostrei em meu livro recente, as diferentes exigências podem se conciliar, supondo-se que um segundo (e em geral invisível) padrão oscilatório exista, e que nele o ativador tenha efeito de extinção sobre o ativador de controle de pigmentação, enquanto o subsequente inibidor explosivo tem o efeito oposto: ele estabiliza o processo de pigmentação. Se a reação de pigmentação está em um modo de estado estacionário que se espalha e o ativador do sistema oscilante tiver efeito de extinção forte, os triângulos dominam. Ao contrário, se a reação de pigmentação produz ondas viajantes e a reação de auto-ampliação do inibidor for bastante forte, as ramificações constituirão o padrão preponderante. A figu-

ra 7 mostra duas conchas de *Lyoconcha castrensis*, respectivamente com ramos e triângulos, e as simulações correspondentes. Não é mostrado nessa simulação que as terminações das linhas podem ser rastreadas até o envolvimento de um segundo inibidor altamente difusivo. Duas ondas que se aproximam uma da outra podem terminar antes mesmo da ocorrência de colisão. O fato de que isso pode acontecer sem qualquer retardamento anterior (que se manifestaria sobre a concha pelo encurvamento de uma linha) indica que a excitabilidade do sistema está próximo do limite no qual um desencadeamento serial pode ocorrer.

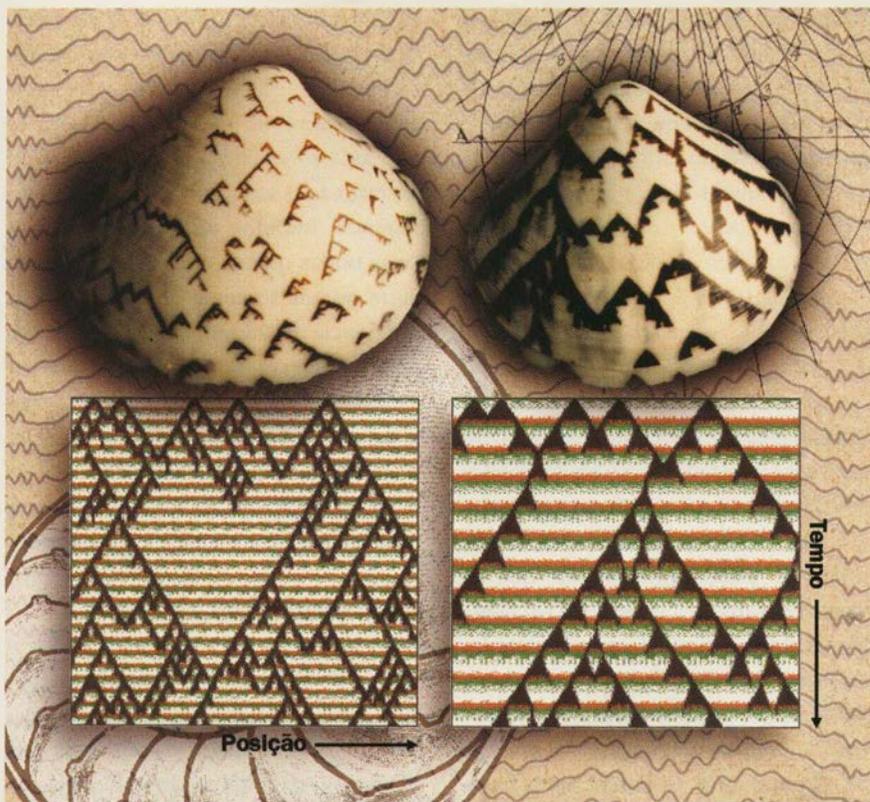
### Aprendendo com as conchas

Livre das pressões funcionais, a diversidade de padrões em diferentes espécies fornece alternativa para investigação da gama de padrões possíveis que podem ser gerados por modificações de um mecanismo básico. Padrões estáveis, oscilações sincrônicas e ondas viajantes geram os padrões elementares: linhas perpendiculares, paralelas ou oblíquas à borda de crescimento. Esses padrões podem ser simulados por reações nas quais a auto-ampliação, combinada com uma inibição, desempenha papel decisivo. Padrões mais complexos resultam da modificação da reação de produção de pigmentos por padrões secundários (e em geral invisíveis) que têm influência amplificadora e/ou de extinção.

Superposições de vários padrões formando sistemas de modo hierárquico são a regra em todos os organismos superiores. Sua estrutura é por demais complexa para que fique, por exemplo, sob o controle da distribuição gradual de uma única substância. Assim, os padrões das conchas são mais uma adaptação especial de um mecanismo formador do padrão geral que uma invenção singular, com esse propósito especial, durante a evolução. Como as conchas preservam registro de um sistema muito dinâmico, elas proporcionam ferramenta ex-



**Figura 6. Padrão não-pigmentado em forma de gota sobre fundo pigmentado em *Conus marmoreus*. Modelo: o sistema de produção de pigmento é bi-estável. Regiões ativadas (isto é, produtoras de pigmento) se alargam lentamente. Sempre que as células permanecerem ativadas por intervalo de tempo suficientemente longo, é disparado um segundo sistema (vermelho na simulação, invisível na concha) que extingue o primeiro. A produção de pigmento pára quase simultaneamente nas regiões maiores, mas sobrevive nas bordas de difusão. Formam-se novas regiões pigmentadas, até que nova extinção ocorra, e assim por diante.**



**Figura 7. Formação de ramificações e triângulos. No alto: padrões de dois exemplares de *Lioconcha castrensis*. Modelo: a produção de pigmento é modificada por uma reação oscilante. À esquerda: predominam os efeitos amplificadores do inibidor (pigmentação verde); o resultado são ramificações. À direita: o efeito extintor do ativador (vermelho) predomina; o resultado são triângulos.**

traordinária para investigação de sistemas de formação de padrões complexos.

Os padrões das conchas do mar fornecem belo material para o estudo dos sistemas dinâmicos. É comum que nesses sistemas exista, como se viu nos padrões das conchas, estímulo positivo que produz auto-ampliação de um desvio inicial da média. As cidades crescem quando

atraem pessoas que geram mais pessoas; da mesma forma, bactérias ou vírus podem se replicar e sua descendência se replicará também. No Universo, uma acumulação local de matéria pode atrair mais poeira e acabar levando ao nascimento de uma estrela. Porém, mais cedo ou mais tarde, os processos de auto-ampliação vão desencadear reações antagonicas.

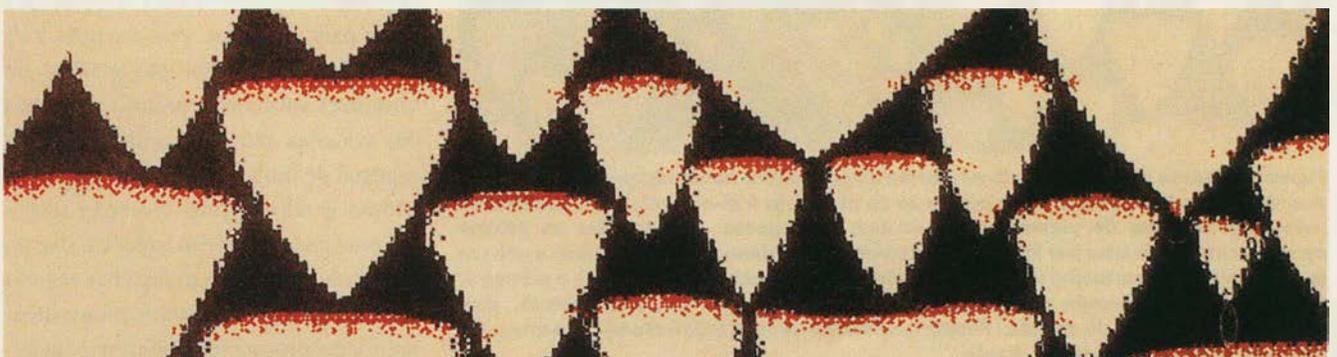
Para o comportamento dos sistemas dinâmicos, são cruciais as constantes de difusão e de tempo dos componentes responsáveis pelas reações de auto-ampliação e de antagonismo. Se o componente antagonista reage muito devagar, podem ocorrer ativações de tipo explosivo e oscilações, como se observa freqüentemente na economia. Se a reação de auto-ampliação se difunde, mas a reação antagonista atua apenas localmente, ondas viajantes podem surgir, como ocorre numa onda de gripe. Se a auto-ampliação é mais ou menos localizada, mas a reação antagonista tem amplo alcance, padrões estáveis podem ser gerados, como na formação de dunas de areia, estrelas, ou qualquer tipo de erosão. Assim, as conchas, embora pequenas, podem nos ensinar alguns elementos básicos dos sistemas dinâmicos e permitem alcançar maior compreensão de muitos fenômenos, tanto na natureza como nas interações humanas.

#### Sugestões para leitura:

- GIERER, A. e Meinhardt, H. 'A theory of biological pattern formation', *Kybernetik*, 12, 30-39, 1972.
- MEINHARDT, H. *Models of biological pattern formation*, Academic Press, Londres, 1982.
- MEINHARDT, H. e Klinger, M., 'A model for pattern formation on the shells of molluscs', *J. Theor. Biol.*, 126, 63-69, 1987.
- MEINHARDT, H. *The algorithmic beauty of sea shells*, Springer Verlag, Heidelberg, Nova York, 1995 (com programas para executar as simulações em um computador PC).

Tradução: *Maria Ignez Duque Estrada*

Revisão: *Ildeu de Castro Moreira*.



# COMPETÊNCIA PROFISSIONAL NASCE COM EDUCAÇÃO.

ART EXPRESS

Criatividade e participação total deixaram de ser atributos de gerência.

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

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

FINEP



## Democratizando um ensino de qualidade.

LA RECHERCHE et CIÊNCIA HOJE sont deux revues sœurs. Elles sont écrites principalement par des scientifiques pour des scientifiques, dans un esprit de vulgarization.

L'une et l'autre valorisent la spécificité d'une communauté scientifique nationale. Elles sont aussi destinées à l'honnête homme, au sens où l'on employait cette expression, dans le XVIII<sup>e</sup> siècle français: les personnes cultivées, curieuses de tout.

Nous nous rejouissions d'assister aux premiers signes d'un rapprochement entre les deux sœurs. Nous espérons en particulier que LA RECHERCHE continuera à mieux faire connaître l'activité scientifique brésilienne en France et dans le monde francophone.

...

LA RECHERCHE e CIÊNCIA HOJE são revistas irmãs, escritas principalmente por cientistas para cientistas, num espírito de divulgação. Tanto uma como outra valorizam o caráter específico de uma comunidade científica nacional. Destinam-se também àqueles que, na França do século XVII, chamavam-se "honnête homme" – as pessoas cultas, curiosas acerca de tudo.

É com júbilo que assistimos aos primeiros sinais de uma aproximação entre as duas irmãs. Esperamos em particular que LA RECHERCHE contribua para tornar a atividade científica brasileira mais conhecida na França e nos países de língua francesa.

O L I V I E R P O S T E L - V I N A Y , E D I T O R

Bem divulgar ciência pede informações precisas, opiniões diversas, leitores curiosos e cientistas – autores – responsáveis. E hoje, conhecer fatos e valores de laboratórios distantes. Usar as novas e rápidas vias de comunicação.

Com "Música, números e computadores", iniciamos um programa de colaboração com a revista LA RECHERCHE. A intenção é criar canais permanentes por onde transitem artigos e opiniões, entre nossas revistas, autores e leitores.

Prezamos esta parceria pelo que nos traz da ciência produzida na França e na Europa. E também como homenagem aos 25 anos de LA RECHERCHE, que foi referência importante para a criação tanto da CIÊNCIA HOJE, em 1982, como da CIENCIA HOY, na Argentina, em 1988.

...

Bien disseminer les sciences demande des informations précises, des opinions variées, des lecteurs curieux et des scientifiques – les auteurs – responsables, ainsi que des événements et des valeurs originaires de laboratoires lointains, de nos jours accessibles par les voies de communications.

'Musique, nombres et ordinateurs' démarre un programme de collaboration avec La Recherche pour mettre au point des canaux permanents d'échanges d'articles et d'opinions parmi nos auteurs et nos lecteurs.

Nous apprécions cette association pour ce qu'elle nous apporte de la science produite en France et en Europe, et aussi comme un hommage à LA RECHERCHE, qui fête ses 25 ans d'existence et qui a été une référence importante pour la création de Ciência Hoje, en 1982, et de Ciencia Hoy, en Argentine, en 1988.

E N N I O C A N D O T T I , E D I T O R

# Música,

Gérard Assayag

Instituto de Pesquisa e Coordenação  
Acústica e de Música/IRCAM.

Jean-Pierre Cholleton

Conservatório Nacional de Limoges.

**Longe de ser uma heresia, a composição musical auxiliada pelo computador faz renascer o espírito de pesquisa e de inovação que reinava na Idade Média. Ela se inscreve numa tradição mais antiga ainda, segundo a qual a música seria "a ciência dos números aplicada aos sons".**

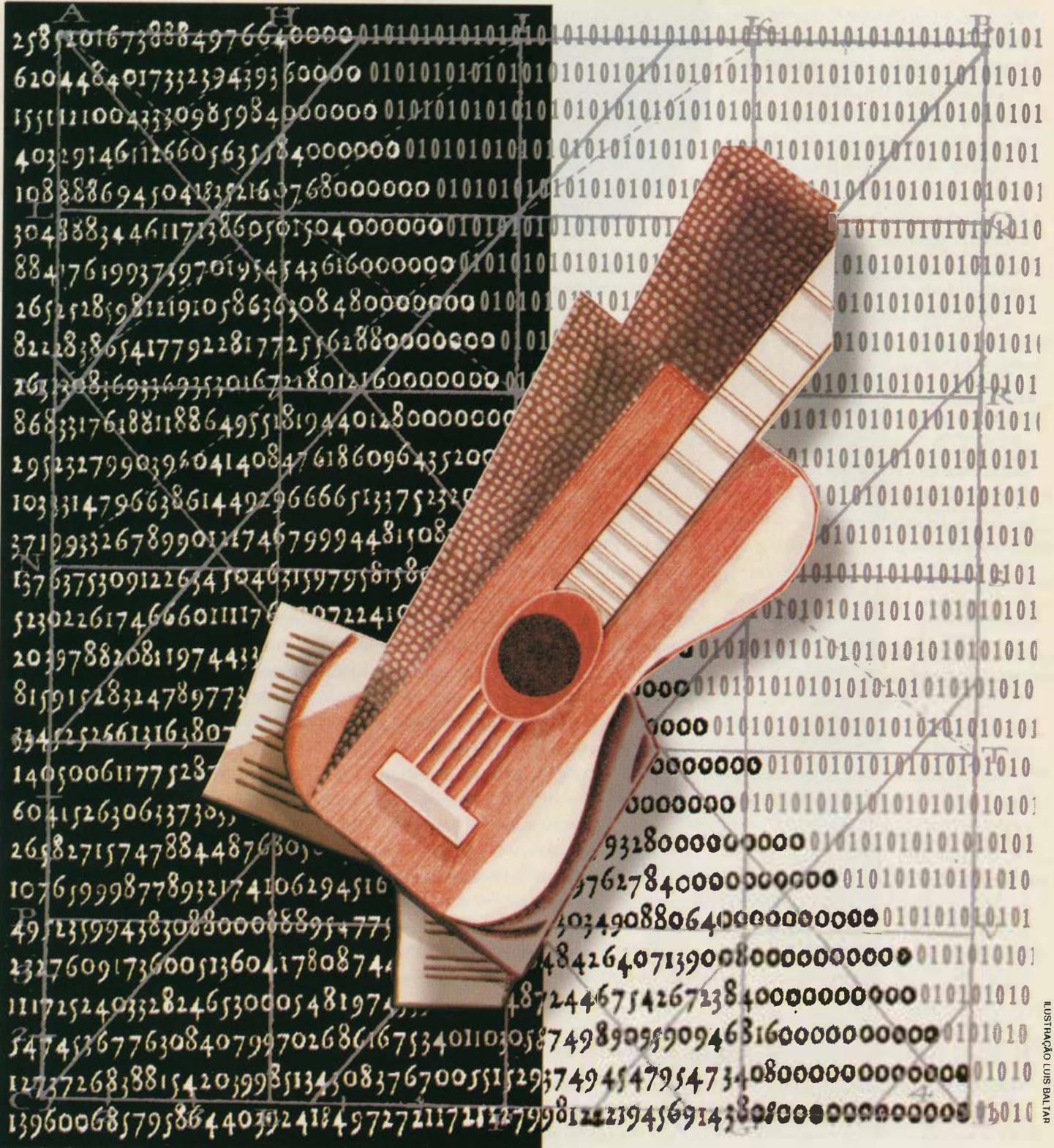
*"A ação do ouvido não é nada mais do que a enumeração dos batimentos do ar, ou porque a alma os conta sem que o percebamos, ou porque ela sente o número que a toca"*

(MERSENNE, CERCA DE 1636).

*"A música é um exercício oculto da aritmética da alma, que não sabe que está contando"*

(LEIBNIZ, 1712).

# Números e Computadores



**A** música e os números vêm mantendo relação profunda e constante ao longo de toda a história da civilização ocidental, como evidenciam as datas das duas citações. Desde os precursores gregos e latinos até o período moderno, em que essa relação tende a se materializar através do uso generalizado do computador, um diálogo fecundo e, às vezes, tenso vem se travando entre os “harmonistas pelo cálculo”, convencidos do valor da teoria, e os “harmonistas pelo ouvido”, defensores da superioridade da intuição. O debate é antigo, pois essas duas expressões designavam, no início da Idade Média, duas escolas de pensamento antagônicas, cujo diálogo às vezes conflituoso prossegue hoje, a respeito da prática da informática musical. Entretanto, os analistas da música admitem, em sua maioria, que em todo compositor essas duas funções – cálculo e intuição – estão presentes em proporções variáveis.

Até o século XVIII, a música constitui, do ponto de vista da ciência dos números, um campo de especulação teórica e de experimentação prática para muitos sábios, compositores ou não. Assim, o filósofo Boécio, o astrônomo Kepler e o matemático Euler, entre muitos outros, associaram em algumas de suas obras os conceitos matemáticos, astronômicos e filosóficos aos da música. <sup>(1, 2, 3)</sup>

Os discípulos de Pitágoras, a partir do século VI a.C., realizaram experiências com cordas vibrantes e caracterizaram as relações entre os sons musicais assim obtidos por meio de razões entre comprimentos de cordas. O instrumento utilizado chamava-se “cânone” ou monócórdio. Era uma tábua graduada, sobre a qual se prendia uma corda, mantida esticada por duas cravilhas, que podia ser interrompida por um cursor móvel.

**Boécio, conhecido pela carreira de estadista, filósofo célebre, famoso tradutor de Platão, também marcou época com seus tratados de aritmética e de música.**



**Marin Mersenne, que viveu entre 1588 e 1648, foi sobretudo um especialista em teoria musical. Na Harmonia Universal, ele aborda questões matemáticas que dizem respeito aos instrumentos e à voz.**

No século VI da nossa era, o romano Boécio, filósofo de inspiração pitagórica e platônica, elaborou um tratado, *De Institutione Musica* (Sobre a instituição da música), que se impôs mais tarde como referência obrigatória dos teóricos da música durante toda a Idade Média.

Nessa obra, Boécio examina todas as relações numéricas conhecidas e suas interpretações musicais: proporções de números inteiros classificados em diversas famílias, seqüências numéricas como a dos números primos, médias aritméticas ou geométricas. Colocando-se em perspectiva nitidamente especulativa, ele vai, através de graus sucessivos, das relações básicas entre propriedades acústicas e proporções numéricas, até a “música das esferas”, dispositivo cosmogônico inspirado pelo pitagórico Filolao (século V a.C.), no qual se articulam, num todo coerente regido pela ordem dos números, os grandes ciclos da natureza, o movimento dos corpos celestes,

os elementos primordiais, numa espécie de sinfonia simbólica inacessível aos nossos sentidos (ver ‘Kepler et la musique du monde’, em *La Recherche*, nº 278, julho-agosto 1995).

A música, então, fazia parte do *Quadrivium*, conjunto das quatro grandes disciplinas do pensamento racional. A seu lado, figuravam a aritmética, a geometria e a astronomia. Os sábios que se dedicavam a esses estudos não eram especialistas. Experiências e especulações cruzadas, oriundas de todos esses domínios, permutavam-se e fertilizavam-se mutuamente, muitas vezes dentro de uma mesma obra. Como assinalou Boécio, um substrato filosófico em comum justifica essa ‘pluridisciplinaridade’: o universo regido por Deus é harmonia, e essa harmonia se exprime nas manifestações da natureza, assim como nas criações do homem, na música e na dança dos astros e planetas. Aritmética e geometria constituem modelos – no sentido em que entenderíamos hoje – dessa “harmonia das esferas”. Compreender o mistério oculto dos números será, então, compreender o funcionamento do universo, ter acesso ao princípio divino que põe a matéria em movimento e, de modo absolutamente coerente no contexto ideológico da época, penetrar nos arcanos da música, considerada como representação sensível desta ordem numérica.

Os franceses Jean de Murs e Jean de Garlande, <sup>(4, 5)</sup> o alemão Franco de Colônia, o francês Philippe de Vitry e muitos outros autores de tratados dos séculos XII a XIV enfrentaram o problema musical e acústico. A solução deste problema só seria completada de maneira satisfatória no século XX, graças à teoria das bandas críticas: certos sons, quando ouvidos simultaneamente, produzem impressão agradável; outros produzem sensação desagradável de tensão, de atrito e até mesmo, como se diria hoje, de rugosidade. Consonância e dissonância são conceitos-chave para a compreensão do

**Por que certos sons, ouvidos simultaneamente, produzem sensação agradável ou, ao contrário, desagradável? Este problema obscura os autores de tratados musicais na Idade Média.**

funcionamento musical; dominar esses conceitos torna-se questão central durante o período evocado, porque a polifonia, superposição de várias vozes conduzindo a um discurso musical 'paralelo', e contudo coerente, desenvolve-se consideravelmente, em particular durante os períodos chamados da *Ars Nova* (por causa do título de uma obra de Philippe de Vitry) e, depois, da *Ars Subtilior* ('arte mais sutil', final do século XIV).

Os autores de tratados se dedicam a um trabalho de classificação, utilizando sempre o monocórdio (figura 1): consonância perfeita, média, imperfeita, dissonância perfeita (a pior), média, imperfeita – aceitável, em última instância, como consonância. Essa taxonomia é mutável, as categorias são móveis, pois não têm um sentido absoluto, como hoje podemos perceber. Determinada relação entre duas notas, consoante no registro agudo, torna-se dissonante no registro grave. Outra dissonância, assim classificada por um autor, é considerada consonância por outro. Esse trabalho de classificação se aplica, então, às proporções numéricas que definem a relação entre dois sons, na tradição pitagórica.

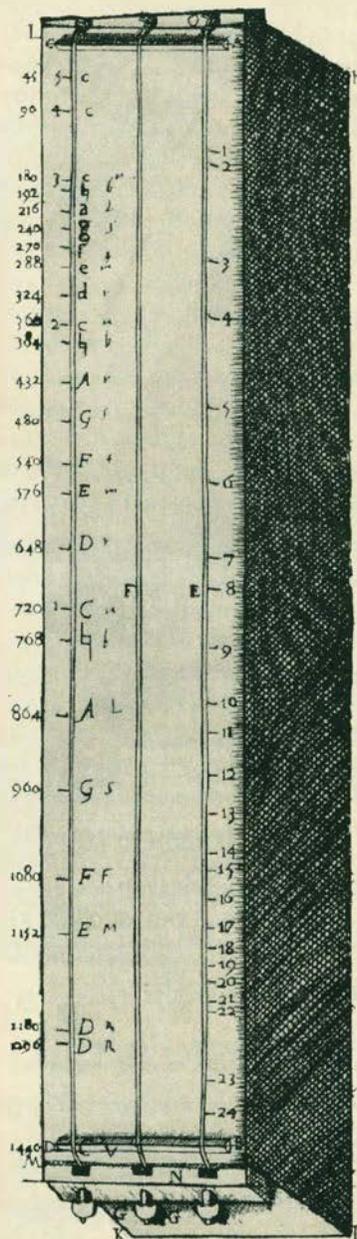
À falta de meios experimentais que permitissem refinar o conceito de consonância acrescenta-se a dificuldade inerente a essa vontade, sempre viva, de fazer com que tudo se enquadre na harmonia universal. Querer compreender, segundo o mesmo modelo, a música humana e a das esferas constitui, certamente, grande dificuldade: felizmente, o discurso radical e especulativo do *Musicius*, o teórico, é equilibrado pelo discurso pragmático do *Cantor*, o prático. Alimentada por criações inesperadas, a prática musical sempre esteve à frente da teoria, propondo-lhe um horizonte que se afasta

à medida que se acredita alcançá-lo.

A música polifônica pode ser analisada segundo as duas categorias da harmonia e do contraponto. De acordo com o *Dicionário Enciclopédico da Música* da Universidade de Oxford, "se definimos o contraponto como o desacordo entre as vozes ou as partes de uma obra, a harmonia pode ser considerada como o elemento de acordo entre essas partes". Por acordo, deve-se entender aqui a consonância que se produz quando as vozes se superpõem em dado momento. O desacordo permitido pelo contraponto é o grau de liberdade que as diferentes vozes têm de se emanciparem e encontrarem sua própria lógica melódica, sempre respeitando a consonância harmônica nos pontos-chave do percurso musical, especificados pelas regras. Do século XV ao XVII, floresceram tratados de contraponto, como o do franco-flamengo Johannes Tinctoris ou o do italiano Gioseffo Zarlino.<sup>(6)</sup>

De modo muito esquemático, pode-se considerar o contraponto como um conjunto de decisões locais determinadas por regras contextuais: se, em dado instante, as diferentes notas superpostas têm certo tipo de relações de consonância ou dissonância, no instante seguinte outro tipo será autorizado ou proibido e, assim, as notas de cada uma das

vozes evoluem entre os dois pontos segundo movimentos (paralelos, contrários, saltos pequenos ou grandes etc.), eles também determinados pelas regras (figura 2). Esse modo de pensar, por meio de regras ditas locais, induz uma concepção de partitura que se assemelha a imensa árvore de possibilidades, cada escolha determinando as possibilidades de escolhas futuras, e desloca progressivamente os objetivos teóricos da análise da consonância *per se* para o estudo



**Figura 1.** O monocórdio foi utilizado da Antiguidade grega até o Renascimento. Composto de uma ou várias cordas ajustadas em uníssono (donde o seu nome) e tensionadas sobre uma caixa de ressonância graduada, esse instrumento permitia, graças a cravelhas móveis passadas sob as cordas, calibrar as proporções de comprimento da corda correspondente aos diversos intervalos musicais. O monocórdio aqui apresentado é descrito por Mersenne em seu tratado *Harmonia Universal*. Sob a corda da esquerda, vêm-se as notas da escala diatônica (C para dó, D para ré, E para mi, F para fá etc.). A corda do meio era tocada sozinha, para que a nota de referência (na ilustração, o dó) fosse ouvida. A corda da direita permitia que se tocasse uma segunda nota, junto com a da primeira corda.

Table de la Combination depuis 23 iusques à 64.

23	258520167388849766400000
24	620448401733239439360000
25	1551110043330985984000000
26	40329146112660563584000000
27	10888869450418352160768000000
28	304888344611713860501504000000
29	8841761993739701954543616000000
30	265251859812191058636308480000000
31	822283865417792181772562880000000
32	263130836933693530167218012160000000
33	8683317618811886495518194401280000000
34	295232799039604140847618609643520000000
35	10333147966386144929666651337523200000000
36	371993326789901217467999448150835200000000
37	13763753091226345046315979581580902400000000
38	523022617466601111760007224100074291200000000
39	203978820819744335874028173990289734680000000
40	815915283247897734349611269596115893872000000000
41	33452526613163807108314022053440751647352000000000
42	1405006117752879898550028926244511569188784000000000
43	60415263063373835637651243828513997475117712000000000
44	2658271574788448768056654728454615888905179328000000000
45	107659998778932174106294516512411943500659762784000000000
46	49523599438308800088895477595709494010303490880640000000000
47	2327609173600513604178087446998346218484264071390080000000000
48	1117252403328246530005481974559206184872446754267123840000000000
49	5474536776308407997026861675340110305874989095909468160000000000
50	127372683881542039985134308376700551529374945479547340800000000000
51	139600685795864403924184972721172812799812221945691438080000000000
52	72592356613899490040556185815009863655902355411759547801600000000000
53	3847394900536672972149477848195522773762784836823256033484800000000000
54	207759324628980340496071803802558229783190381188455825809179200000000000
55	11426762854593918727283949209140702638075470965365070419504856000000000000
56	124694391400533106000123441300547729018830180619015774614551936000000000000
57	710780309830387042007036154131210554073310395283899253019460352000000000000
58	41239657971162448436408096939610792136252571936466167675708700416000000000000
59	24322139820298684457748077719438036736038901803251502892866813324544000000000000
60	145932838921792106746488466316628220416233410819509017357200879947264000000000000
61	885190317422931851153579644531432144539023805999005058789253676783104000000000000
62	548817996802217747715219379609487929614194759719383103644933727960552448000000000000
63	3457563379853871810605882091539773956569426983622113529630824861514804224000000000000
64	2212840593106477958787864538585455332204433271188554673876372791135947470336000000000000

Figura 2. Esse tratado do século XVI indica as regras do contraponto, especialmente aquelas que permitem formar acordes consoantes e as que mostram os acordes que devem se seguir a um intervalo dissonante.

combinatório.

Assim, Mersenne, em sua *Harmonia Universal* (1636), pergunta se é possível compor o melhor canto imaginável: ele mesmo responde negativamente, pois o número de cantos possíveis é grande demais e não poderia ser explorado por

meio de uma técnica de tentativa e erro. Ele se esforça, entretanto, por efetuar decomposições fastidiosas, cujos resultados apresenta (figura 3).

O leitor descobre, por exemplo, o número de melodias que podem ser feitas com 23 sons diferentes, sem repe-

tição (esse número é o produto de 23 por 22 por 21... por 2 por 1, ou seja, o fatorial de 23); da mesma forma, com 24 sons, até chegar a 64 sons. Em seu estudo sobre Mersenne, o musicólogo alemão contemporâneo Eberhardt Knobloch verificou esses cálculos e lhes as-

**Ao aplicar à música a aritmética dos números inteiros e das proporções, Iannis Xenakis, um dos grandes compositores deste século, estabeleceu uma ponte com uma tradição secular.**

sociou as fórmulas de análise combinatória usadas hoje.<sup>(7)</sup> Ele observa que essas fórmulas, bastante complicadas, onde intervêm fatoriais, arranjos e combinações, só foram explicitadas pelo matemático Bernoulli cinquenta anos depois da publicação da *Harmonia Universal*.<sup>(8)</sup>

Se a ladainha desses grandes números acabou servindo aos compositores para pouco mais que fazê-los perceber o caráter miraculoso da escolha que o

criador faz, com grande segurança, dentro da profusão do possível, o interesse do texto de Mersenne está em outra parte: ele marca uma evolução paralela da teoria musical, que se interessa cada vez mais pela articulação do discurso musical em todas as suas dimensões, e de uma concepção do universo, que passa da antiquada imagem de um mundo imutável para a idéia leibniziana resultante do engendramento combinatório das possibilidades.<sup>(9)</sup>

Essa sistematização da idéia combinatória, nos séculos XVII e XVIII, desembocou naturalmente na idéia de automatizar certos aspectos da produção musical e no aparecimento das primeiras 'máquinas de compor', precursoras de nossos computadores. A 'caixa musical' (*arcanus organum*) do alemão Athanasius Kircher, contemporâneo de Mersenne, contém ripas móveis, sobre as quais estão marcados números que codificam diversos parâmetros musicais e que podem ser deslocados ou permutados uns com os outros.<sup>(10)</sup> No final do século XVIII, aparecem os jogos musicais, como o *Musikalisches Würfespiel* de Mozart, que, usando tabelas, cartas e dados, cria minuetos de 16 compassos a partir de um

**Des accords imparfaits.**  
Chap. 20.

**A**ccords imparfaits sont bons, l'un apres l'autre, & peut-on en vser trois, quatre, & d'auantage, sans aucune note entre deux. (d) Toutes-fois le moins de sixtes que l'on pourra, par ce que l'accord en est rude, & malsonant, si la double ne la suit soudainement, comme sa propre nature le requiert. (e) Et la quinte apres la tierce. (f) C'est ce que communement on appelle cadence.

**Des Minimes, & Demiminimes.**  
Chap. 21.

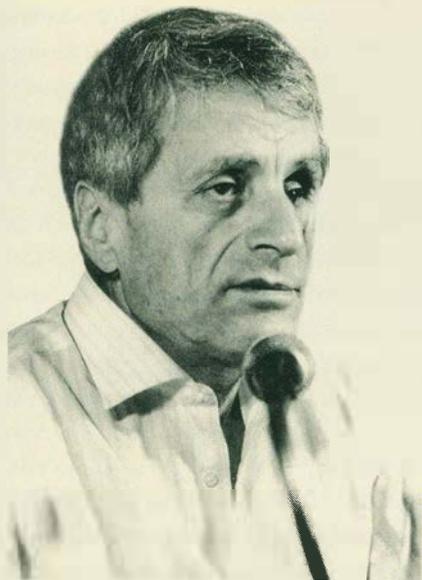
**S** En apres l'on veut faire Minimes blanches contre Semibreues, ou notes de plain chant, faut q' lesdites Minimes soient toutes bônes, contre lesdites Semibreues. (a) Et pour faire quatre noires, contre vne desdites Semibreues, faut que la premiere, & troisieme desdites noires, soient tousiours bonnes, & fournies de bons accords contre icelles Semibreues, car faut entendre, qu'entre deux bonnes vne mauuaise passe, laquelle est sauuée, & entendue, par la note precedente. (b) Aussi il ya autres mauuais accords, lesquels sont sauués, & entendus par la note subsequente, & cela aduient le plus souuent en cadences, car toute cadence se doit acheuer, & finir par vn accord parfait, lequel pour la douceur, & harmonie qu'il red en la fin de laditte cadence, fait ce mauuais accord precedent estre doux, & harmonieux, comme il appert en la fin de l'exemple suyuant.

**Pour faire un accord à trois parties.**  
Chap. 22.

**P**our composer à trois parties, faut pareillement coucher ses accords tousiours au pl<sup>s</sup> pres que l'on pourra, de forte, que si la Taille est à la tierce, ou à la quin-

Figura 3. O padre Mersenne, filósofo e matemático, empenhou-se em enumerar todas as melodias possíveis com até 64 sons não repetidos. Na ilustração, a tabela que vai de 23 a 64 sons, portanto em mais de três oitavas. Foi uma tarefa cansativa, quando lembramos que os cálculos eram feitos de maneira relativamente artesanal.

FOTOGRAFIA: ANDRÉ L. FERREIRA



**Iannis Xenakis dirige o Centro de Estudos de Matemática e Automática Musicais.**

princípio de simples combinatória. O *componium* de Diederich Winkel (1826) é 'improvisador mecânico', baseado em mecanismos de relojoaria, que tem a vantagem de possuir saída sonora direta, utilizando tubos de órgãos (figura 4).<sup>(11)</sup>

O aparecimento do computador, na segunda metade do século XX, provoca renovado interesse pelas questões combinatórias: os espaços de pesquisa gigantescos, entrevistados por Mersenne, parecem estar ao alcance da potência das calculadoras. No começo dos anos 60, floresce certo número de experiências: Iannis Xenakis e Pierre Barbaud, na França, Lejaren Hiller, nos Estados Unidos, são os pioneiros da composição auxiliada pelo computador. Mas, por um lado, mesmo com recursos de cálculo nada desprezíveis, a combinatória musical na escala de uma peça inteira e não mais de alguns acordes continua tendo um custo considerável. Por outro lado, ressurge um problema que fora um pouco escamoteado enquanto tais questões não haviam chegado ao campo experimental: a enumeração de soluções de nada vale se não se dispõe de um modelo que fixe os critérios de escolha. E, ainda não se sabe por que, diante da multidão de

### Breve história da consonância

A escala diatônica (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó), sucessão especial de tons e semitons já utilizada pelos gregos antigos, progressivamente tornou-se a escala de referência da música ocidental. A altura das suas notas pode ser caracterizada de maneira unívoca pela frequência de vibração das ondas sonoras associadas. A relação existente entre duas notas é chamada pelos músicos de intervalo. Assim, o intervalo entre dó e sol é qualificada de 'quinta justa', e o que vai do dó ao dó situado sete notas acima é de uma oitava. Esses intervalos são muito estáveis para a percepção, mas as relações de frequência precisa que os caracterizam variaram ao longo da história, acompanhando a evolução das teorias da consonância.

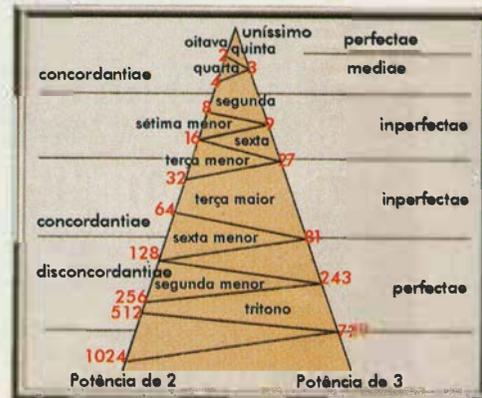
O fenômeno físico que sustenta a existência dos intervalos musicais é a presença, no espectro de frequências de um som periódico, de energia sonora nas frequências chamadas 'harmônicas', que são múltiplos da frequência fundamental (a que corresponde à altura percebida). Essas 'alturas' ocultas são audíveis sob certas condições, e desde o século XVIII se sabe que as proporções formadas entre as primeiras harmônicas de um som periódico são características dos intervalos mais consoantes: por exemplo, a proporção 1/1 caracteriza o uníssono, a proporção 2/1 caracteriza a oitava (a frequência dupla da frequência fundamental corresponde de fato ao dó da oitava superior), a quinta (intervalo de dó a sol) caracteriza-se pela razão 3/2, a quarta (intervalo de dó a fá), pela razão 4/3.

Os pitagóricos haviam determinado as proporções não de frequências, mas de comprimentos de corda vibrante, o que equivale praticamente a

uma inversão (a frequência é o inverso do comprimento de onda). Sua abordagem experimental submetia-se a limitações de ordem mística, o que os levava a exprimir todas as relações sob a forma de proporções de números inteiros que fossem potências de 2 e 3, números considerados como geradores universais. A escala pitagórica contém as seguintes razões de frequências, dadas para cada nota relativamente ao dó de origem:

1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2
do	ré	mi	fa	sol	la	si	dó

Embora essa limitação simbólica tenha afastado os pitagóricos de formulação mais próxima da realidade física, a influência deles se manifestará durante toda a Idade Média. Retomando a classificação das consonâncias dadas por Franco de Colônia (cerca de 1280), o musicólogo francês contemporâneo Christian Meyer redescobriu a fonte pitagórica no comentário de Calcidius sobre o *Timeu* de Platão, sob a forma de um diagrama com dois ramos, nos quais estão assinaladas as potências de 2 e de 3 – diagrama atravessado por linhas transversais determinando as proporções.<sup>(14)</sup>



**Figura 1. Diagrama assinalando potências de 2 e de 3.**

As linhas horizontais delimitam as categorias ainda em uso no século XIII: consonâncias (*concordantiae*) e dissonâncias (*discordantiae*) perfeitas, medianas e imperfeitas (figura 1).

Caberá a Zarlino (1573) caracterizar a escala diatônica segundo proporções derivadas diretamente da série harmônica:

1	9/8	5/4	4/3	3/2	5/3	15/8	2
do	ré	mi	fa	sol	la	si	do

Percebe-se que as consonâncias (indicadas em negrito) correspondem às proporções mais simples, isto é, as que se formaram mais cedo na série harmônica; isso se explica pelo fato de que as primeiras harmônicas são as que contêm mais energia. Esse fato deve ser relacionado com a intuição pitagórica, segundo a qual as proporções de pequenos números inteiros eram a chave para a harmonia oculta.

Em 1877, o alemão Hermann Helmholtz fundamentou a consonância na estrutura harmônica interna dos dois sons que formam o intervalo musical: quando os fundamentais desses dois sons estão em uma razão simples, por exemplo 3/2, alguns entre os primeiros harmônicos da série (nesse caso a 2ª e a 3ª) entram em coincidência, criando agradável sensação de fusão.<sup>(15)</sup> Quando não é esse o caso, certos harmônicos que estão próximos sem serem iguais provocam 'batimentos' ('rugosidade', segundo a terminologia musical) que perturbam a audição e são identificados como dissonâncias. Helmholtz construiu à mão e de ouvido as curvas de dissonância aqui apresentadas.

Helmholtz obteve essas curvas superpondo dois dós (C') tocados em violinos e fazendo deslizar continuamente o segundo até o dó (C'') da oitava acima. Os batimentos (ou variações

periódicas perceptíveis do som) são contados para cada par de harmônicos formado, escolhendo-se um harmônico do primeiro som e um do segundo, que depois são marcados na curva correspondente (figura 2). As consonâncias são os mínimos da curva (c' para o uníssono,

que é excitado no ouvido interno, perturbando assim a discriminação perceptiva entre os dois harmônicos. Plomp e Levelt calcularam, usando um modelo informatizado das bandas críticas, uma curva de consonância obtida a partir de dois sons contendo seis

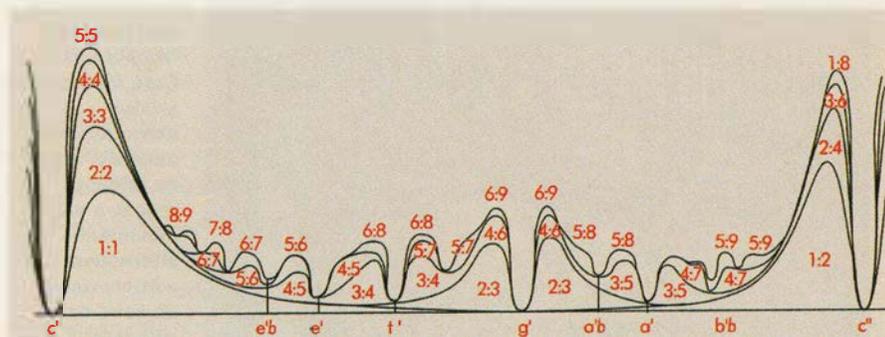


Figura 2. Como são contados os batimentos ou variações periódicas perceptíveis do som.

g' para a quinta, c'' para a oitava superior). Vê-se, por exemplo, que o intervalo de quinta de dó (c') a sol (g') é consonância perfeita, mas que na região em torno de g' a dissonância aumenta rapidamente, porque os harmônicos 2 de sol e 3 de dó (indicados 2; 3), que coincidiam, desarmonizam-se, provocando batimentos, o que acontece também com os pares 4 : 6 e 6 : 9.

Em 1965, R. Plomp e W. Levelt, do Instituto para a Percepção, de Eindhoven, definiram a noção de rugosidade partindo da teoria das bandas críticas formulada em 1957 por E. Zwicker, da Universidade Técnica de Munique: segundo esses autores, em torno de cada frequência do espectro contínuo existe uma banda crítica de frequência, cuja largura é praticamente proporcional à sua frequência central.<sup>(16,17)</sup> Quando dois sons são ouvidos simultaneamente, o fenômeno de rugosidade se produz a cada vez que um harmônico de um deles entra na banda crítica de um harmônico do outro. De fato, nesse caso é um mesmo grupo de células nervosas

harmônicos, o primeiro com 250 Hz e o segundo variando entre 250 e 500 Hz (figura 3).

No gráfico, vemos os máximos da curva, que indicam as consonâncias (as

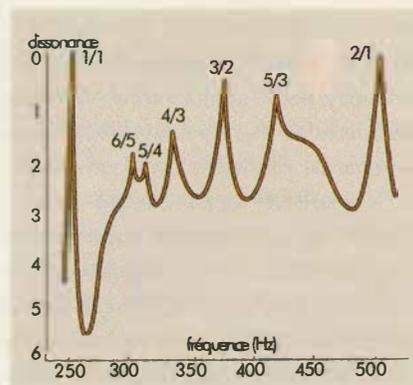
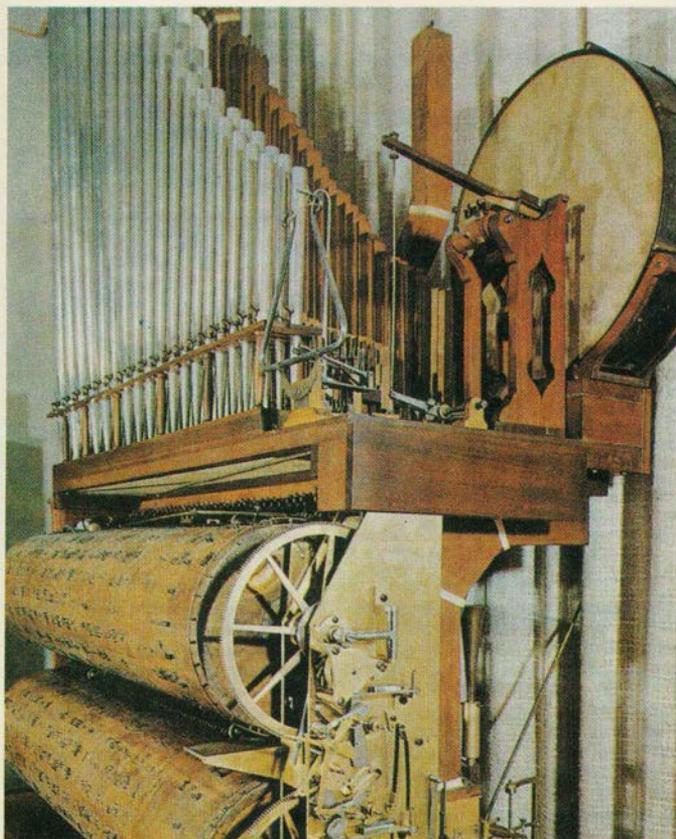


Figura 3. Curva de consonância obtida a partir de dois sons contendo seis harmônicos

relações 1/1, 3/2 e 2/1 representam os intervalos de uníssono, de quinta e de oitava entre os fundamentais dos dois sons). É interessante observar a notável semelhança entre a curva de Helmholtz, feita à mão, e esta curva calculada pelo computador.



**Figura 4.**  
O componium de Riederich Nicolau Winkel (1821) ilustra os recursos da arte combinatória aplicados à música e antecipa os desenvolvimentos contemporâneos da composição auxiliada pelo computador. Esse instrumento produz improvisações musicais quase ao infinito, graças a um movimento alternativo e imprevisível de seus dois cilindros.

soluções, o compositor seguro de seu ofício vai diretamente à que é melhor. Xenakis, considerado por muitos como um dos grandes compositores do século, só aderiu ao uso do computador como sistema de produção combinatória.

A partir de uma reflexão sobre a história da música e de suas relações com as ciências, ele inaugurou uma abordagem na qual o fenômeno sonoro é encarado sob um aspecto estatístico e pode ser 'modelizado' segundo leis estocásticas.<sup>(12)</sup> Ele estabelece, no entanto, uma ponte com uma tradição secular, graças ao uso que faz da aritmética dos números inteiros, das proporções ligadas ao *número áureo*, e nas relações que cria entre suas realizações musicais e arquitetônicas.<sup>(13)</sup>

A utilização do computador na composição progride de maneira significativa já há alguns anos, especialmente no contexto das pesquisas realizadas no

Instituto de Pesquisa e Coordenação Acústica e de Música (IRCAM), fundado em 1977 por Pierre Boulez. Sem procurar deixar à máquina a organização em todos os níveis de uma arquitetura musical, o que ainda não é possível, os músicos constroem com sua ajuda materiais estruturados que podem consistir em sistemas de escalas, de acordes, de ritmos, de timbres sonoros. Esses sistemas, ou modelos, uma vez programados, dão lugar, por parametrização, a uma exploração sistemática. Os programas de análise acústica que utilizam operadores como a transformada de Fourier, finalmente permitem buscar novos elementos no âmago dos sons. Eles permitem igualmente ampliar o campo de investigação até o conjunto do universo sonoro, especialmente para os sons inarmônicos, cujos componentes espectrais podem estar em razões irracionais.

Ao contrário de opiniões às vezes

expressas, que vêm na aplicação do computador à música uma submissão alienante à modernidade tecnológica, talvez nunca tenhamos estado tão perto do espírito de pesquisa e de inovação que vigorou na Idade Média. Basta abrir os tratados antigos, recheados de gráficos, de esquemas funcionais, de cálculos numéricos, de algoritmos, para nos convenceremos de que esses ancestrais adorariam ter um computador a seu alcance para facilitar seus cálculos e experimentar novas idéias.

- 1) Boécio, *De Institutione Musica*, séc.V-VI.
- 2) Kepler, *WeltHarmonik*, 1619.
- 3) L. Euler, *Essai d'une nouvelle théorie de la musique*, 1739, trad. francesa de 1839.
- 4) J. de Murs, *Musica Speculativa*, 1233.
- 5) J. de Garlande, *De mensurabili Musica*, 1275.
- 6) G. Zarlino, *Le Institutioni harmoniche*, 1558.
- 7) E. Knobloch, 'Rapports historiques entre musique, mathématique et cosmologie', *Quadrivium: Musiques et sciences*, La Villette, Paris, 1992. (Atas do colóquio realizado de 8 a 10 de março de 1991 em Metz, pelo IPCM).
- 8) Bernouilli, *Ars Conjectandi*, 1713.
- 9) Leibniz, *Dissertation sur l'art combinatoire*, 1666.
- 10) A. Kircher, *Musurgia Universalis*, 1650.
- 11) Ph. J. Van Tiggelen, *Componium, The mechanical musical improviser*, Publ. de história da arte e de arqueologia da Universidade Católica de Louvain-La Neuve, 1987.
- 12) I. Xenakis, *Musiques formelles. Nouveaux principes formels de composition musicale*, Stock, 1981.
- 13) J.-B. Condat (ed.), *Nombre d'oret musique*, Peter Lang, 1988.
- 14) C. Meyer, 'Mathématique et musique au Moyen-Age', *Quadrivium: Musiques et sciences*, La Villette, Paris, IPCM, 1992. (Ata do colóquio realizado de 8 a 10 de março de 1992, em Metz, pelo IPCM).
- 15) H. Helmholtz, *On the sensation of Tone* (1877), Dover, Nova York, 1954.
- 16) R. Plomp e W. Levelt, 'Tonal Consonance and Critical Bandwidth', *Journal of Acoust. Soc. of Amer.*, 38, 1965.
- 17) X. Zwicker et al., 'Critical Bandwidth in Londress Sommaton', *J. of Ac. Soc. of Am.*, 29, 1957.

A única revista  
de divulgação científica para crianças

# CIÊNCIA HOJE

das crianças



jogos,  
experiências,  
ciência,  
brincadeiras,  
bichos,  
contos

UMA PUBLICAÇÃO  
**SB**  
**PC**

# 100 anos de cinema

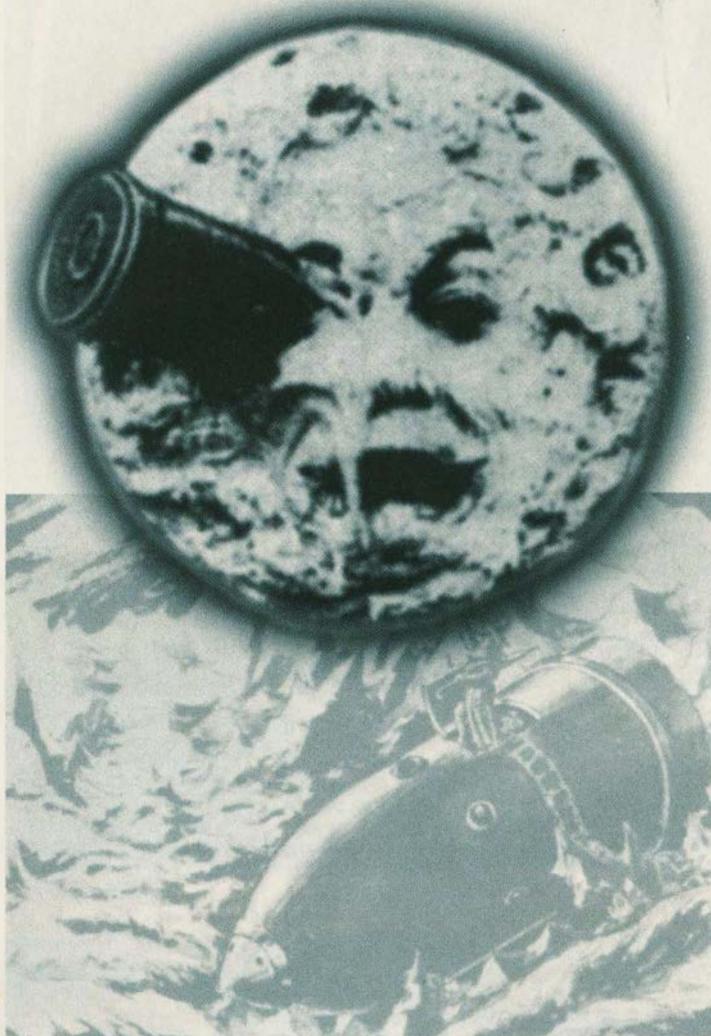
As muitas *visões* que passaram pelo *olho da câmera*



"COMEÇAR PELA INVESTIGAÇÃO, A DOCUMENTAÇÃO, E PASSAR LOGO AOS MOTIVOS DRAMÁTICOS, MAS PARA REPRESENTAR AS COISAS TAL COMO ELAS SÃO, PARA PERMANECER NO TERRENO DA HONESTIDADE. O CINEMA DEVE ENSINAR AOS HOMENS A SE CONHECEREM, E CONHECEREM UNS AOS OUTROS, EM VEZ DE CONTINUAR CONTANDO SEMPRE AS MESMAS HISTÓRIAS."

**GEORGES SADOUL**, JORNALISTA E ESCRITOR FRANCÊS (1904-1967), AUTOR DO DICIONÁRIO DOS CINEASTAS.

*O texto aqui transcrito é citado na contracapa do livro FRAGMENTOS DE UMA AUTOBIOGRAFIA, Roberto Rossellini, Nova Fronteira, RJ, 1992.*



No dia 28 de dezembro de 1885, em Paris, os irmãos Louis e Auguste Lumière realizaram a primeira projeção pública de um filme. Desde a invenção da fotografia, por Niépce e Daguerre, em 1837, foram feitas inúmeras experiências colocando

uma foto atrás da outra para dar a sensação de movimento. Coube a Thomas Edison uma primeira seqüência de imagens, que, acionadas, produziam movimento de imagens: o cinema! Mas, esse primeiro aparelho, o cinetoscópio, só permitia que uma pessoa por vez visse as imagens. O desafio era projetar essas imagens em uma tela, de modo que várias pessoas pudessem vê-las simultaneamente. Foi isso que fizeram, há um século, os irmãos Lumière. O primeiro filme, A chegada do trem à estação, dos próprios Lumière, durava apenas alguns

**Rosângela Oliveira Dias**  
*Universidade Federal Fluminense.*

**Francisco Carlos Teixeira Da Silva**

*Departamento de Filosofia e Ciências Sociais  
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

minutos, mas foi o suficiente para garantir o êxito da projeção. Entre arte e indústria, o cinema surgia como a mais poderosa diversão de massas do século XX. Coube aos Estados Unidos, já no início do século, criarem os primeiros estilos, os gê-

neros, de se fazer cinema. Desde logo destacou-se o nome de David Wark Griffith (1875-1948) que transforma uma quase brincadeira, muito artesanal e individual – como era então o francês George Méliès, autor do primeiro filme de ficção, Viagem à Lua (1902), numa atividade industrial, envolvendo centenas de pessoas, técnicos os mais variados, uma imensa equipe de atores e milhares de dólares. Com O nascimento de uma Nação (1915), e Intolerância (1916), nascia também o grande cinema.

# Cinema americano

## Espelho e consciência de uma Nação

Em seus primeiros anos, o cinema parecia adotar ora a França ora a Alemanha como pátria. Em ambos os países, o cinema assumiria a condição de arte e, muitas vezes, de arte de vanguarda. Na América, será diferente: o cinema assumiria o caráter de indústria, a indústria do entretenimento. Este ponto comum, entretanto, não garantiria unidade estilística ou de gênero ao cinema americano. As comédias *malucas* – como Harold Lloyd, Gordo e Magro; os musicais – como os da Metro; o filme *noir*; o drama e o drama épico e, muito especialmente, o *western* são gêneros em si, diversos e ricos, e todos profundamente “americanos”.

Há, entre eles, porém, algo em comum: a opção narrativa e naturalista, amarrada a uma concepção individualista

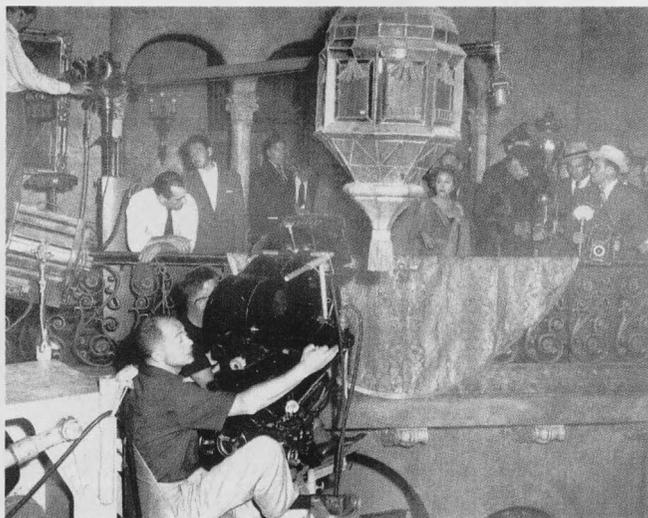


e otimista do mundo e da vida, expressa na perfeita distinção entre o bem e o mal, cuja melhor metáfora é o duelo ao amanhecer em **O. K. Corral**.

As origens de tal cinema estão profundamente enraizadas na obra de David Wark Griffith (1875-1948). Dois filmes destacam-se como obras iniciadoras do cinema americano: **O Nascimento de uma Nação** (1915) e **Intolerância** (1916).

Em ambos, o essencial do cinema já está presente: cenário gigantesco, centenas de figurantes, a ação intensa, o conflito social e individual – como solução pessoal – além do uso da montagem, dos *close-ups* e da tipagem. Mesmo fora da América, como na Rússia de Eisenstein, a influência de Griffith será marcante.

Em pouco tempo, um gênero leve, mas cheio de ação, dominará boa parte da produção americana: a comédia *maluca*, com suas cenas de



pastelão, corridas, quedas e impagáveis equívocos, como nos filmes de Fatty Arbuckle, o Gordo e o Magro e, particularmente, o genial Buster Keaton (1895-1966).

Com a constituição das grandes companhias – United Artists, Paramount, MGM – começou a constituir-se também o *star system*, a promoção intencional de um *cast*, cinco no máximo, por empresa, de artistas com o poder de atrair público, independente de roteiros e diretores. Assim, dever-se-ia cuidar da imagem dos atores, sua aceitação e a adequação dos papéis. John Gilbert, Mary Pickford, Greta Garbo, Lillian Gish, Douglas Fairbanks formaram, entre outros, a primeira geração do *star system*.

Com **O Cantor de jazz** (1927), produzido pela Warner, com Al Jolson (1886-1950) surgia o cinema falado, consolidando a linguagem formal do cinema (ou perdendo-a, como queria Charles Chaplin, para quem a imagem era tudo).

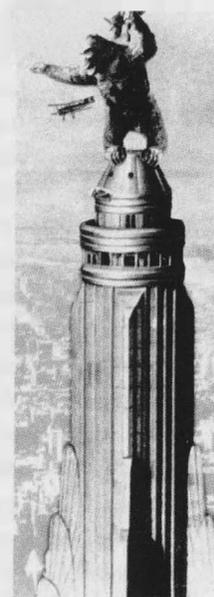
Os grandes diretores já estão presentes e, mesmo quando migram de um gênero para outro, deixam sua marca, tais como: John Ford (1894-1973) – **No tempo das diligências** (1939), **Vinhas da ira** (1940), **O homem que**



**matou o facinora** (1962); Samuel Goldwyn (1882-1974) – **O morro dos ventos uivantes** (1939); Frank Capra (1897-1991) – **Aconteceu naquela noite** (1934); Michael Curtiz (1888-1962) – **Capitão Blood** e **Anjos de cara suja** (1938); Cecil B. De Mille (1881-1959) – **Cleópatra** (1934) e **Sansão e Dalila** (1949); e, John Huston (1906-1987) – **Relíquia Macabra** (1941) e o **Tesouro de Sierra Madre** (1948).

Estes homens, e seus filmes maravilhosos, marcam o que muito genericamente – e talvez de forma inadequada – chamamos de cinema de Hollywood. Em grande parte criaram tipos insuperáveis, como o detetive

*noir* de John Huston (vívido por Humphrey Bogart): o justiceiro e matador de índios, vívido por John Wayne, conduzido por John Ford; as beldades atormentadas de John Huston e Michael Curtiz – expressão vívida por Beth Davis, por exemplo, entre tantos outros personagens que retratam o imaginário da América.



# Cinema alemão

## O expressionismo responde à crise do país

Os anos entre 1919 e 1926 marcam a explosão do expressionismo no cinema alemão. Com o país empobrecido, dividido pela derrota na I Guerra Mundial e pelas tentativas de revolução (1919-1923), pintores, arquitetos, gravuristas e demais artistas plásticos renegam a representação naturalista – própria da visão inicial da fotografia e do cinema – e a representação objetiva da realidade, optando por violentas distorções, por ângulos cortantes, pelo gigantismo e pela ênfase no jogo claro/escuro. Cineastas como Robert Wiene

**O gabinete do Dr. Galigari** (1919);

Friedrich Murnau **Nosferatu** (1921) e Fritz Lang **Metrópolis** (1926) tornaram-se os principais representantes do expressionismo.

Seus filmes constituíram-se em modelos e ícones do cinema. A contribuição de artistas importantes como cenógrafos e desenhistas de formação expressionista (ou mesmo, futuristas e dadaístas), entre os quais Hermann Warm, W. Reimann e W. Röhrig (saídos do movimento Blaue Ritter), utilizada por Fritz Lang e Robert Wiene, une idéias de vanguarda com as novas possibilidades

industriais do cinema impondo uma concepção do cinema como arte. E, arte de vanguarda.

Dois filmes tardios do expressionismo, **M, o vampiro de Dusseldorf**, de Fritz Lang, em 1931, e o **Anjo Azul**, Josef von Sternberg, em 1930, consolidaram uma estética expressionista, agora autonomizada em relação aos limites técnicos iniciais. A fotografia em preto e branco, as distorções de imagens, o efeito névoa/chuva, o *overacting* típico do cinema mudo – o período inicial do expressionismo – tornam-se, agora,



estilo.

O jogo de espelhos, o grande plano, as espirais, as escadas-metáforas marcam a descida ao submundo em **M**, onde a lei e a ordem são subvertidas às vésperas do nazismo. No **Anjo Azul**, a montagem de Von Sternberg conduz o espectador a um jogo de luz e de embaçamentos, da fumaça de charutos, no qual Marlene

Dietrich desempenha coreografia profundamente estudada e que resulta em fantástico efeito erótico.

Fugindo da crise e do nazismo, vários diretores, como Fritz Lang e Von Sternberg; técnicos, roteiristas, como Berthold Brecht, e atores, como Marlene Dietrich e Peter Lorre, foram para Hollywood, levando na bagagem a herança do expressionismo. Assim, John Ford incorpora uma estética expressionista, **The long voyage home** (1940); tal como Orson Welles, **Cidadão Kane** (1941). É, porém, com John Huston, em **Relíquia macabra** (**The maltese falcon**, 1941), baseado em novela de Dashiell Hammet e estrelado por Humphrey Bogart e Peter Lorre, que o expressionismo adquire formas de gênero 'novo' e tipicamente americano: o *cinema noir*.

O expressionismo ressurgiu, como influência, em obras, diretores e estilos variados. Ora é o tratamento que valoriza a temática e os personagens, ora são jogos de luz e cor (o exagero nas cores é, também, considerado recurso expressionista). De certa forma, o expressionismo influenciou o neo-realismo italiano e o cinema novo brasileiro. Alguns diretores, profundamente autorais, adotam aspectos expressionistas ou trabalham com citações do expressionismo, como Rainer Werner Fassbinder, **Lola** (1981) e **Querelle** (1982); Ingmar Bergman, **O ovo da serpente** (1978); Lars von Trier, **Europa** (1991) e Ridley Scott, **Blade Runner** (1982).



# Cinema Russo

## Do cinema revolucionário ao realismo socialista

Desde os primeiros momentos da Revolução Russa de 1917, percebeu-se, com Lênin e Trotski à frente, a importância da cultura e da arte para a proclamada construção do socialismo. O Proletcult, órgão dedicado à agitação cultural e que funcionaria entre 1917 e 1932, encarrega-se da discussão dos novos métodos a serem empregados na difusão cultural. Havia, entretanto, bom número de teorias e projetos diferentes em choque. Quando Lênin declarou que "... o cinema é, para nós, a mais importante das artes", pensava fundamentalmente em seu papel didático, num país, como a Rússia, de milhões de analfabetos. Assim, o cinema era pensado pela liderança revolucionária como arma de construção da nova ordem, o meio mais eficaz de propaganda do socialismo. Para os intelectuais envolvidos no Proletcult, por sua vez, não se tratava só de usar o cinema; seguindo Maiakovsky, acreditavam que não se podia apenas destruir a estátua do czar e substituí-la pela estátua do trabalhador. Era preciso pensar uma estátua diferente.

Como base de argumentação desses intelectuais de vanguarda, militantes da nova ordem, estava a crença futurista na necessidade de construir uma linguagem própria para o cinema, independente da literatura e do teatro, se possível destruindo a tradição narrativa e a cena única tipo teatro. Nas palavras de Marinetti, "... o cinema é uma arte em si. O cinema, sendo essencialmente visual, deve completar a evolução da pintura e destacar-se da realidade" (1915). Partindo de tais princípios, homens como Sergei Eisenstein (1898-1948) e Dziga Vertov (1896-1954) construíram nova teoria do cinema. O proposto agora – em total contraste com o grande cinema americano de D. W. Griffith e com o expressionismo alemão – é que o cinema renegue a herança do teatro

e construa uma linguagem própria.

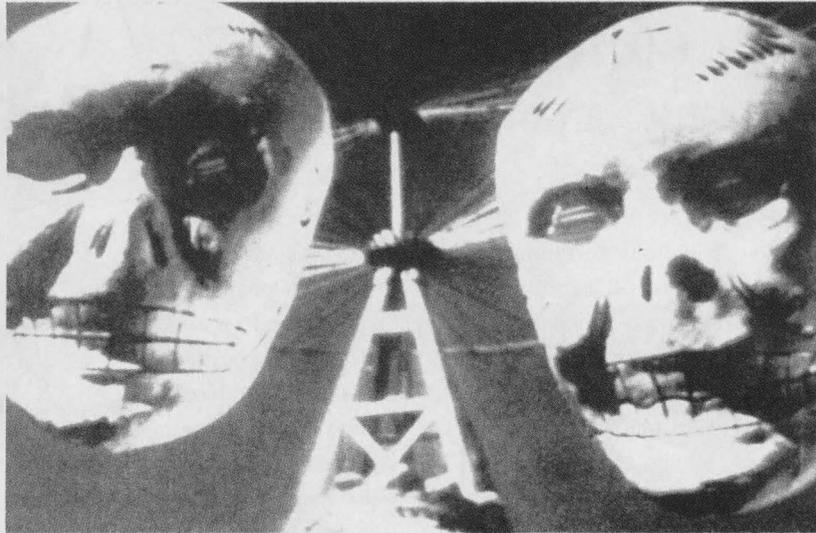
O chamado 'cubo cenográfico', herdado do teatro – espaço cênico do palco a ser preenchido pelos personagens –, impunha sucessões de cenas narrativas. Caberá a Sergei Eisenstein superar o primado da cena, propondo a fragmentação do espaço cênico em planos diferenciados, tomadas de ângulos e escalas diferentes. Toda esta diversidade seria, então, reunida conforme um plano de direção: é a montagem. O corte determina inúmeras possibilidades, podendo ir da continuidade até violentas rupturas, com imposições. Aí residiria um efeito didático maior que qualquer história narrativa tradicional. Por exemplo: ao tomar uma seqüência que deveria mostrar a exploração do trabalho pelo capitalista poderia mostrar o capitalista, gordo e

baixinho, seus lábios ávidos e superpor a imagem de um lobo! Assim, o cinema rompe com a cena contínua e compacta do teatro buscando uma linguagem própria, possibilitada por sua própria característica técnica. A montagem é a chave da nova linguagem!

**O Encouraçado Potemkin** (1925), de Eisenstein constitui-se em verdadeiro manifesto do cinema de montagem, marcando as



possibilidades múltiplas das novas idéias sobre o cinema. Aí, o ritmo e a mensagem do filme são viabilizados pelos cortes e pela montagem subseqüentes, escolhas críticas do diretor em busca de um efeito determinado. Eisenstein introduz, ainda, duas outras



novidades: de um lado, a tipagem, ou seja, a construção de tipos-ideais facilmente apreendidos pelo público – como o capitalista gordo, flácido e pusilânime e o proletário alto, seco e decidido, iluminando a antinomia explorador/explorado; de outro lado, usa amplamente não-atores, pessoas comuns, buscados na multidão: inicia-se, aqui, o uso de um recurso que será empregado, por exemplo, pelo neo-realismo italiano e o cinema novo brasileiro. Por sinal, é a multidão o personagem principal do filme, o herói coletivo que aprende e ensina simultaneamente a conquista da liberdade. Sua glorificação se dará na seqüência do massacre na escadaria de Odessa, fonte permanente de citações. Em **Outubro** (1928), une-se claramente o didatismo e a nova linguagem, consolidando o trabalho de Eisenstein.

Outro grande cineasta do período foi Vsevolod Pudovkin (1893-1953), tão convencido quanto Eisenstein de que a mensagem deveria ser resultado do corte e da montagem. **A Mãe** (1926), baseado na novela de M. Gorki, será uma possibilidade genial de comprovar a virtuosidade da montagem: em seqüência antológica, o gelo, rompendo-se no rio Neva, alterna-se com a explosão do proletariado: ambos rios/torrentes que se libertam.

O experimentalismo socialista alcança alto grau de abstração com Dziga Vertov (1895-1954), em especial em **Um homem com uma câmara** (1929). Neste filme, Vertov aprofunda o subjetivismo inerente

à montagem e rompe de vez com qualquer suporte não-filmico, como a literatura. O objetivo de Vertov era a construção de linguagem exclusivamente filmica, dependente do olho mecânico da câmera, mais perfeito e rigoroso que os olhos humanos.

Aos poucos os problemas vão surgindo: a morte de Lênin, o banimento de Trotski, a vitória de Stálin. A burocracia força o abandono do experimentalismo em favor do didatismo puro. Eisenstein dirá: "...estamos nos tornando clássicos!".

Os filmes de Georgi e Sergei Vassieliev, entre os quais **Tchapaiev** (1934), marcarão a passagem entre o cinema revolucionário e o didatismo do realismo soviético. Em **Tchapaiev**, dirigido por ambos, o objetivo é claramente propagandístico, com o axioma que a simplicidade e o realismo são mais diretos para um público de trabalhadores do que um cinema de criação.

Os dois últimos trabalhos de Eisenstein, **Alexander Nevski** (1938), e **Ivan, o terrível** (1934/44), marcam a crise do artista com a ditadura stalinista. Embora encomendados pelo Estado soviético visando o fortalecimento de uma consciência nacional – são sinais da II Guerra Mundial –, Eisenstein opta por uma reflexão sobre a legitimidade do poder, caminho arriscado na Rússia de Stálin. Coreografia rigorosa, quase um balé, a música de Sergei Prokofiev e a fotografia de Eduard Tissé compõem um mosaico operístico para ambos os filmes, com forte clima onírico. O poder soviético não mais louvará Sergei Eisenstein.



# Cinema italiano

## Do neo-realismo ao novo cinema político

A Alemanha nazista e a Itália fascista instrumentalizaram o cinema, atribuindo-lhe papel-chave na formação do que consideravam o homem ideal. Na Itália marcada por um cinema monumental e épico (como o famoso **Cabiria**, de Giovanni Pastrone, de 1913) e, simultaneamente, por uma tradição fortemente escapista – a fase chamada do 'telefone branco', marca da futilidade – opta-se, sob Mussolini, pelo cinema fortemente documental. Caberia ao cinema a glorificação do regime e a difusão dos seus feitos. Assim, qualquer experimentalismo impossibilitaria a verdadeira face propagandística do filme e dificultaria a compreensão de homens 'simples', como camponeses e operários. Coube ao Instituto Luce, responsável pelo cinejornalismo, a formação de dezenas de técnicos, roteiristas e diretores que iriam marcar o neo-realismo e sua estética jornalística. Por sua vez, a criação mais original e livre ficou isolada no chamado Centro Sperimentale de Cinema, onde sob influência do escritor Giovanni Verga e do filósofo Antonio Gramsci, critica-se o escapismo e o cinema muito elaborado, sofisticado e desligado da realidade italiana – denominado por seus críticos de caligrafismo –, ao mesmo tempo em que se propõe um cinema mais voltado para o cotidiano e os homens comuns.

Luchino Visconti (1906-1976), ainda sob o fascismo, com seu filme **Ossessione** (1942), inaugurou o neo-realismo, provocando a ira das autoridades fascistas, que proibem o filme. Entretanto, as bases de

nova poética do cinema estavam lançadas. Na obra, reúnem-se técnicas ousadas, como as longas tomadas que Visconti retoma de seu mestre Jean Renoir, com uma estética despojada e direta, aparentemente sem retoques, voltada para os pobres, miseráveis e marginais, marcados ao mesmo tempo pelo desespero e heroísmo.

Na Itália já libertada, em 1948, Visconti filma **Terra Trema**, com locações externas, nos próprios locais em que se desenrola a trama, e com a incorporação da população local como atores – é o desprezo pelos interiores cinematográficos e o formalismo de atores acadêmicos, vistos como insuficientes para viver um cotidiano desglamurizado. Faz-se marcante alguns dos traços do cinema de Eisenstein. A grande explosão do neo-realismo, sua linguagem jornalística dura e poética, surge, entretanto, no momento mesmo do fim da guerra, em **Roma, cidade aberta** (1945), dirigido por Roberto Rossellini (1906-1977). Saído do cinema documentário, Rossellini cria um clima documental – como na seqüência da prisão do líder

*partigiani* seguida pela morte da personagem de Anna Magnani –, com direção firme, baseada em longas tomadas. A receita é repetida em 1948 em **Alemanha hora zero**, mas é **Paisá** (1946), que resume todos os traços da poética neo-realista, agora transformado em escola (a presença do neo-realismo será forte no cinema novo brasileiro, em especial Rossellini, como por



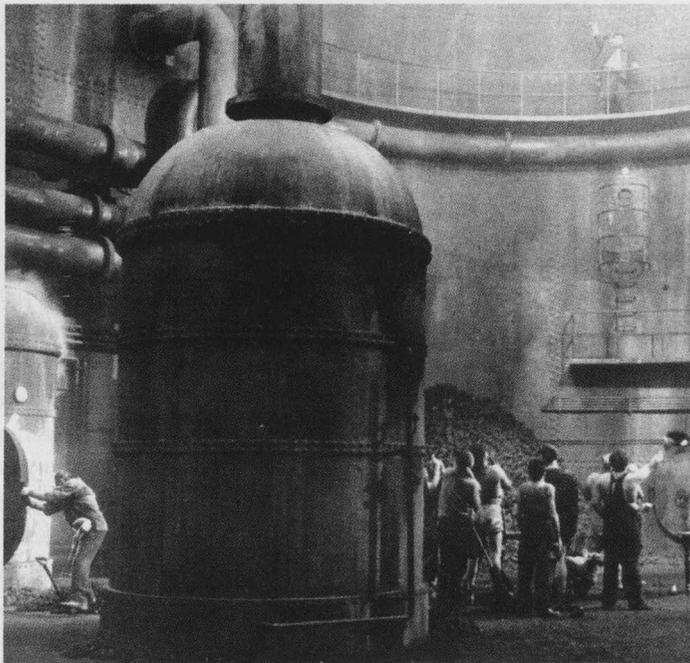
exemplo na obra de Jorge Bodansky).

**Ladrões de bicicleta**, de Vittorio de Sica, rodado em 1947, retoma as locações realistas e o uso de atores não-profissionais – como o fantástico garoto Enzo –, atingindo vasto público dentro e fora da Itália. Com De Sica (1901-1974), o novo cinema italiano obtinha o reconhecimento mundial e sua linguagem passa a servir de modelo para outros cinemas.

A restauração da Itália, sua incorporação ao modelo ocidental de desenvolvimento, os primeiros sinais da prosperidade e o fim das experimentações do pós-guerra marcam, também, o definhar do neo-realismo. **Umberto D**, do próprio De Sica, de 1952, com sua opção pungente pelos marginais e pelos grupos, que, na linguagem de Gramsci, “ficaram à margem dos novos métodos do progresso”, mostrará sinais evidentes de esgotamento dramático. Mesmo o público reagirá friamente. Malgrado algumas tentativas de retomada, o neo-realismo perde força na Itália, com o cinema retomando a comédia de costumes, os épicos de tipo “B” e, mais tarde, um vigoroso cinema político com Gillo Pontecorvo,

**A batalha de Argel** (1965), e **Queimada** (1969); Elio Petri, **A classe operária vai ao paraíso** (1971); Florescano Vancini, **O delitto Matteotti** (1973); ou os belos e sensíveis filmes de Lina Wertmuller.

Muito do cinema italiano atual se deve ao neo-realismo, como herança ou contraponto. Assim, a obra posterior de Fellini a **Estrada da Vida** (**La strada**, 1954), embora já não possa mais ser creditada inteiramente ao neo-realismo, guarda deste, notáveis elementos: o amor à figura do *clown* (entre os quais se destaca, com triste alegria de viver, Giulietta Masina)



e às narrativas em forma de fábulas.

É assim, por exemplo, com **A Doce Vida** (1960), filme-evento, antecipador de toda uma forma de ver e agir no mundo, próximo, pela sua temática, da Nouvelle Vague e do cinema de contracultura, embora extremamente original e autoral.

E assim continuará com **Amarcord**, **Ensaio de Orquestra** ou **La Nave Và**.

Por sua vez, Pier Paolo Pasolini construirá obra fortemente militante, em alguns momentos

mesmo variando do anarquismo ao marxista, destilando violenta crítica ao “sistema” e suas mazelas mais evidentes: a política, a religião e a família.

**Teorema**, que surge no ano “sem fim” de 1968, condensa mais que qualquer outra obra a rebeldia e originalidade de Pasolini e, de certa forma, faz os personagens de **La Dolce Vita** largamente ingênuos. No ano em que os jovens se rebelavam em todo o mundo, havia um filme para ser visto e este filme era de Pier Paolo Pasolini.

Com Luchino Visconti, o caminho é diferente: aparentemente repudiando seu realismo

desnudado da época de **Terra Trema**, Visconti opta por um cinema rebuscado e mesmo barroco, produzindo obras sofisticadas como **Morte em Veneza** (1971), **Violência e Paixão** (**Grupo di Famiglia in un Interno**) (1974). A contradição é, entretanto, apenas aparente. Visconti nega-se a retratar seus novos personagens, burgueses decadentes, com o mesmo desnudamento amoroso com que tratava seus camponeses e operários e torna a vida da burguesia italiana mais patética, posto que a retrata tão esplendorosa.



# Cinema francês

## O berço da nouvelle vague



Quase como reflexão sobre o cinema feito até então, com boa bagagem crítica, surge nos anos 50, na França, a chamada *nouvelle vague*. São homens preocupados com a linguagem do cinema, com a forma e que procuram incorporar a produção literária de ponta, como Marguerite Duras, para melhor expressar suas angústias face à vida moderna. François Truffaut, Louis Malle, Jean Luc Godard, Agnès Varda são alguns dos principais nomes do novo cinema francês, fortemente autoral, marcado por erotismo direto, embora sofisticado e muitas vezes perverso, ao lado de crítica social ferina.

Na *nouvelle vague*, devemos notar, desde cedo, um diálogo simultâneo com a vanguarda francesa dos anos 1921-1931, como através da fotografia impressionista e luminosa, de um lado, com o surrealismo, inaugurado desde 1928 no cinema com o **Cão Andaluz**, de Luis Buñuel, especialmente na filmografia de Jean Luc Godard e, de outro, com o melhor cinema hollywoodiano, como John Huston e Michael Curtiz.

O ambiente intelectual sofisticado francês permite amplo debate sobre o cinema soviético e muito especialmente o neo-realismo italiano, temas bastante freqüentes nas discussões travadas pelos jovens diretores.

Ocorre que grande parte do novo pessoal engajado em fazer cinema na França dos anos 50 tinha experiências ou passagens anteriores nas páginas da prestigiosa revista *Cahiers du Cinéma*, fundada por André Bazin e Jacques Doniol-Valcroze, em 1951. Assim, haviam escrito no *Cahiers* Godard, Truffaut, Chabrol e Eric Rohmer. O debate constante nas páginas da revista centrava-se sobre o cinema de montagem, recusado veementemente por Bazin, para quem uma teoria do cinema deveria basear-se “...no poder das imagens mecanicamente

registradas e não no poder apreendido do controle artístico – a montagem – sobre tais imagens”. Assim, Bazin influenciava seus jovens colaboradores muito mais em direção ao cinema verdade, como praticado pelo neo-realismo, do que em direção ao realismo mágico de Eisenstein. Através dos números iniciais do *Cahiers du Cinéma*, Bazin (que morrerá em 1954) popularizará o novo realismo filmico, sempre defendendo a idéia do cinema como arte do real.

Muito da temática, do ritmo e da fotografia da *nouvelle vague* dever-se-á às idéias de André Bazin. O protótipo deste novo cinema será, sem dúvida, **O Acochado** (1959), de Jean Luc Godard. Aí, o



ritmo é marcado pela velocidade, a cupagem, as improvisações com uma câmara leve e levada para todos os locais (algo que marcará o cinema novo brasileiro). O estilo aparentemente “desleixado” de atuação, aliado a busca permanente de uma liberdade não definida e fortemente anárquica, farão de Godard o próprio emblema do novo cinema francês, modelo de inúmeros jovens diretores e ídolo de uma geração rebelde e desprovida de normas e regras. **O Acossado** abre o caminho para uma produção diferenciada e rica: ainda em 1959 surgem **Hiroshima, meu amor**, de Alan Resnais (com diálogos de Marguerite Duras); **Os Incompreendidos** (**Les quatre cents coups**), de François Truffaut, e, em 1961, **Cleo das 5 às 7**, de Agnès Varda. São os grandes momentos da *nouvelle vague*, marcada pelo experimentalismo e por nova poética fílmica. Esta última será marcante na obra de Truffaut (1932-1984), talvez o mais “narrativo” de todos os diretores do gênero, muito especialmente na sua forma de tratar as crianças e seus sonhos, já presente em **Os Incompreendidos** (1959), e em **Idade da Inocência** (**L'argent de poche**) (1976) o tema das crianças estará presente, ainda, em outro grande diretor oriundo da *nouvelle vague* mesmo após seu esgotamento: Louis Malle. Aí teremos inocência poética e cruel, para quem as razões sociais são irrazões, como



**Lacombe Lucien** (1973) e **Adeus Meninos** (1987).

A paixão de Truffaut pelo cinema, reflexo do amor nacional, ficará evidente na experiência de metacinema de **A Noite Americana** (1973), onde o diretor se filma filmando; aqui Truffaut revela, sob forma de ficção, todos os pequenos e grandes mistérios do cinema (metáfora da “noite americana”), tornando-os ainda mais misteriosos.

Outro ponto alto da *nouvelle vague* é a obra de Alan Resnais que após o sucesso inicial de **Hiroshima, meu amor** prossegue em intensa pesquisa sobre o tempo e a memória coletiva. Dois grandes filmes marcam a experimentação de Resnais sobre a memória e a ambigüidade do tempo:

**O ano passado em Marienbad** (1961), e **Providence** (1977).

Em ambos, uma reflexão fortemente intelectualizada, que muitas vezes irrita público e crítica, procura inserir personagens num tempo não linear ou seqüencial e que se desdobra em vários outros tempos.

A *nouvelle vague* marcará sua época, como a filosofia da existência, a literatura de Camus e a música de Jacques Brel. Criará novos modelos de atores, como a figura de Jean-Pierre Léaud, e influenciará costumes e idéias, especialmente entre os jovens de esquerda – como, entre nós, a “geração Payssandú” (Payssandú, cinema de arte no Rio dos anos 60 e 70).

# Cinema brasileiro

## Da chanchada ao cinema novo

A chanchada predominou entre as produções cinematográficas nacionais, nas décadas de 30 e 50. A mistura de tramas policial, amorosa e comédia, intercaladas por números musicais, foi capaz de atrair milhões de brasileiros ao cinema. Apesar dos críticos da época considerarem-na 'chula' e 'vulgar', seus artistas eram assediados na rua e a família inteira ia ao cinema para assistir filmes com Oscarito, Grande Otelo, Eliana, Dercy Gonçalves, José Lewgoy, Wilson Grey, Zé Trindade, Cyll Farney, Anselmo Duarte, entre outros, que se tornaram artistas famosos.

Tal popularidade pode ser explicada pela forte identificação existente entre os personagens das chanchadas e seu principal público: as classes de média e baixa renda urbanas. Identificação facilitada graças à apropriação que esses filmes faziam de elementos do carnaval, do rádio e do teatro de revista. Usando a comicidade, comentavam, satirizavam e criticavam de forma veemente certos aspectos da sociedade brasileira, como a falta d'água, de luz, de feijão, de dinheiro, a burocracia e o empreguismo no serviço público.

A Cia. Atlântida Cinematográfica, sediada no Rio de Janeiro, foi a grande produtora das chanchadas nos anos 50, fase de seu apogeu, quando produziu cerca de 70 delas. O improviso marcava as produções: no vestido das atrizes, o papel celofane substituíra a seda, e no teto do estúdio, sem qualquer tratamento acústico, havia sempre um observador para avisar a aproximação de um avião, o que suspendia as gravações. Isso



não impedia que surgisse nas telas um Rio de Janeiro cosmopolita e amigável, ainda que cheio de problemas, recebendo os visitantes de braços abertos, com uma vida noturna agitada, onde Copacabana e seu famoso Palace Hotel pontificavam.

Watson Macedo, José Carlos Burle e Carlos Manga, os maiores diretores das chanchadas, eram admiradores do cinema norte-americano e terminavam por, antropofagicamente,

parodiarem o objeto de culto. Forma, talvez, de se vingarem da enxurrada de filmes oriundos de Hollywood que saturavam nosso mercado. Carlos Manga, prolífico diretor chanchadesco, continua em ação até hoje na televisão. **Matar ou correr, Nem Sansão nem Dalila, O homem do Sputnik**, estão entre suas produções mais populares, que permitem conhecer algo sobre esse tipo de filme.

No início dos anos 60, modernização, industrialização, nacionalismo, desenvolvimentismo estavam na ordem do dia, procurando dar conta das transformações que o país vinha sofrendo há 30 anos. O campo expulsava a população, alimentando com mão-de-obra barata a indústria que crescia, e a má distribuição da terra acirrava a questão agrária. As cidades inchavam sem conseguir empregar todos que a elas chegavam. Miséria no campo; nas cidades, desemprego e favelização contrastando com um país com indústria automobilística e de eletrodomésticos.

Era preciso inventar um novo país onde não existisse miséria,





exploração, analfabetismo e mortalidade infantil. Um grupo de jovens formados em cineclubes, admiradores do cinema europeu e de origem universitária resolve usar a câmara como lápis, como arma, para descrever-denunciar a situação brasileira, buscando conscientizar a população e levá-la a lutar por mudanças. Inspirado no neo-realismo italiano e no cinema de Eisenstein, nasce o Cinema Novo. **Cinco vezes favela** (1962), filme do Centro Popular de Cultura (CPC), da União Nacional dos Estudantes (UNE), pode ser considerado seu marco de fundação. A situação dos favelados explode na tela: o trabalho infantil, a especulação imobiliária expulsando os moradores do morro, o perigo constante para quem mora em barracos erguidos em local de risco.

Os diretores 'cinemanovistas' querem que seus filmes levem a uma reflexão sobre a sociedade brasileira. Afinados com pensamentos de esquerda e acreditando no poder da imagem em movimento, partem para o sertão nordestino dispostos a revelar um Brasil ausente dos grandes centros.

Em 1963, surgem **Vidas secas**, de Nelson Pereira dos Santos, **Deus e o Diabo na terra do sol**, de Glauber Rocha e **Os fuzis**, de Ruy Guerra. Equipamentos de filmagem leves e de fácil manuseio permitem que os cineastas improvisem, ousem, deixando de lado a técnica convencional, indo em busca da imagem nervosa, atuante e autêntica. Glauber lança seu manifesto "Estética da fome", propondo um cinema que incorpore a precariedade.

O golpe de 64 e suas conseqüências, como o AI-5 em 1968, a censura e a perseguição a seus opositores, leva cineastas ao exílio ou à procura de um cinema possível. No final dos anos 60, o Brasil não tem mais lugar para o Cinema Novo.

#### Sugestões para leitura:

BORGES, Jorge Luís e Cozarinsky, E. *Do Cinema*. Lisboa, Livros Horizonte, 1983.  
GEADA, Eduardo. *O poder do cinema*. Lisboa, Livros Horizonte, 1985.  
ANDREW, J.D. *As principais teorias do cinema*. Rio de Janeiro, Zahar, 1989.

#### L E G E N D A S

##### PÁGINA 50

foto 1. "O homem que matou o fascínora" de John Ford, EUA, 1962.  
foto2. "E o vento levou" de Victor Fleming, EUA, 1939.

##### PÁGINA 51

foto1. "Sunset Boulevard" de Billy Wilder, EUA, 1950.  
foto2. "Psicose" de Alfred Hitchcock, EUA, 1960.  
foto3. "Intolerância" de D.W. Griffith, EUA, 1916.  
foto 4. "King Kong" de Merian C. Cooper, Ernst B. Schoedsack, EUA, 1933.

##### PÁGINA 52

foto1. "Metrópolis" de Fritz Lang, Alemanha, 1926.  
foto2. Cartaz do filme "Metrópolis" de Fritz Lang, Alemanha, 1926.  
foto3. "O Anjo Azul" de Josef von Sternberg, Alemanha, 1930.

##### PÁGINA 53

foto1. cartaz  
foto2. "Encouraçado Potemkin" de Sergei Eisenstein, Rússia, 1925.

##### PÁGINA 54

foto1. "Que viva México" de Sergei Eisenstein e Grigori Alexandrov, México, 1931/32.  
foto2. Seqüência do filme "O diário de Glumov", primeiro filme de Sergei Eisenstein, Rússia, 1923.

##### PÁGINA 55

foto1. "Morte em Veneza" de Luchino Visconti, Itália, 1970.  
foto2. "Film d'amore e d'anarchia" de Lina Wertmüller, Itália, 1973.  
foto3. "A Estrada da vida" de Federico Fellini, Itália, 1954.

#### D A S F O T O S

##### PÁGINA 56

foto1. "E la nave va" de Federico Fellini, Itália, 1983.  
foto2. "Casanova" de Federico Fellini, Itália, 1976.

##### PÁGINA 57

foto 1. Seqüência do filme "A bout de souffle" de Jean-Luc Godard, França, 1960.  
foto2. "Viva Maria" de Louis Malle, França, 1965.

##### PÁGINA 58

foto1. "Hiroshima - mon amour" de Alan Resnais, França, 1959.  
foto2. François Truffaut na revista *Cahiers du Cinéma*.  
foto3. "San toit ni loi" de Agnès Varda, França, 1985.

##### PÁGINA 59

foto1. Othon Bastos em "Deus e o diabo na terra do sol" de Glauber Rocha, Brasil, 1964.  
foto2. Oscarito em "Cupim" de Carlos Manga, Brasil, 1959.  
foto2. Grande Otelo em "Macunaíma" de Joaquim Pedro de Andrade, Brasil, 1969.  
foto3. Dercy Gonçalves em "Uma certa Lucrécia" de Fernando de Barros, Brasil, 1957.  
foto4. Anselmo Duarte em "Terra Violenta" de Edmond Bernardy, Brasil, 1948.

##### PÁGINA 60

foto1 "O pagador de promessas" de Anselmo Duarte e Dias Gomes, Brasil, 1962.  
foto2. "Vidas Secas" de Nelson Pereira dos Santos, Brasil, 1963.

# Figos e vespas sobrevivem juntos

*Fruta e inseto dependem um do outro há 100 milhões de anos*

Cerca de 30% das espécies de figueiras encontradas no país estão hoje ameaçadas de extinção. Por isso e por sua importância na alimentação de grande número de animais silvestres, é preciso conhecer melhor essas plantas, que dependem da ação das vespas para a sua reprodução. Pouco se sabe sobre a biologia das figueiras, caracterizadas pelo agrupamento das flores masculinas e femininas numa inflorescência – popularmente confundida com um fruto – denominada sicônio, ou figo (figura 1).

Mesmo isoladas do ambiente externo por essa estrutura, as flores precisam ser polinizadas para produzirem frutos e sementes. Sabe-se que é praticamente impossível ocorrer autopolinização dentro do figo, já que as flores masculinas só ‘amadurecem’ e produzem os grãos de pólen um mês depois da época em que as flores femininas precisam ser polinizadas. Se há essa defasagem na maturação das flores femininas e masculinas, como acontece a polinização?

A resposta está na participação de um agente externo: as vespas-do-figo (nome que abrange diversas espécies do gênero *Pegoscapus*), microhimenópteros com cerca de 1,5 mm de comprimento. O

figo, que tem paredes resistentes, não é inteiramente fechado, apresentando abertura em forma de umbigo e pouco evidente, denominada ostíolo, coberta por finas escamas superpostas. Através do ostíolo, a vespa fêmea, usando as mandíbulas para atravessar as escamas, entra no figo (figura 2) e inicia o processo de polinização. Essa fêmea é denominada ‘vespa-fundadora’, por começar nova prole.

Em geral, a polinização das flores é consequência casual da busca de alimento pelos animais (abelhas e beija-flores, por exemplo). No caso das vespas-do-figo, porém, ocorre interação biológica mais complexa entre duas espécies, uma animal e outra vegetal. O figo é o único substrato em que essas vespas põem seus ovos. Dentro dele, os descendentes da ‘fundadora’ nascem, se alimentam, crescem e se acasalam. Assim, para assegurar sua sobrevivência, as vespas-do-figo dependem das figueiras. Para estas plantas, a ação polinizadora das vespas também é fundamental. Enquanto põe seus ovos no ovário de parte das flores existentes dentro do figo, a vespa-fundadora espalha (figura 3) o pólen que trouxe do figo onde nasceu,

fecundando as flores femininas e garantindo a produção de frutos e sementes – e a sobrevivência das figueiras. O figo comercial (*Ficus carica*), espécie trazida do exterior, não se reproduz por semente, no Brasil, por não existir aqui sua vespa colonizadora (*Blastophaga psenes*).

Ao nascer, as larvas das vespas começam a consumir os frutos em formação, mas isso não prejudica a figueira, porque dentro de cada figo existe grande quantidade de flores femininas, e a vespa põe ovos em aproximadamente metade delas. Como todas as flores são polinizadas, inclusive as que não receberam ovos, mais ou menos a metade delas desenvolverá frutos – cada flor dá origem ao fruto denominado aquênio, e o conjunto de aquênios forma o figo maduro. Após a desova (e a polinização), a vespa-fundadora morre, ainda dentro do figo.

Durante cerca de um mês as larvas da vespa crescem no figo, que também se desenvolve. As vespas machos tornam-se adultas e emergem antes das fêmeas. Os machos, com corpos delicados e mandíbulas poderosas, não possuem asas. Eles dirigem-se aos frutos em



**Figura 1.** Ramo de um tipo de figueira silvestre (*Ficus enormis*) com um figo verde e outro maduro.



**Figura 2.** Vespa-do-figo (*Pegoscapus* sp.) fêmea, entrando em um figo (*Ficus luschnathiana*) pelo ostíolo.



**Figura 3.** Vespa fêmea depositando seus ovos e polinizando as flores de figueira (*Ficus luschnathiana*), dentro do figo.



**Figura 4.** Vespas fêmeas emergindo de flores femininas e coletando pólen nas flores masculinas de *Ficus enormis*.

formação onde estão as vespas fêmeas, que ainda não emergiram, e fecundam essas fêmeas ainda dentro do seu abrigo. Após a fecundação, as fêmeas, com suas próprias mandíbulas, alargam a abertura feita pelos machos no topo do fruto e emergem (figura 4). De imediato, ainda dentro do figo, essas fêmeas dirigem-se às flores masculinas, já maduras e com pólen, e coletam os grãos, depositando-os, com a ajuda de suas pernas dianteiras, em cavidades situadas na parte inferior do tórax (figura 5).

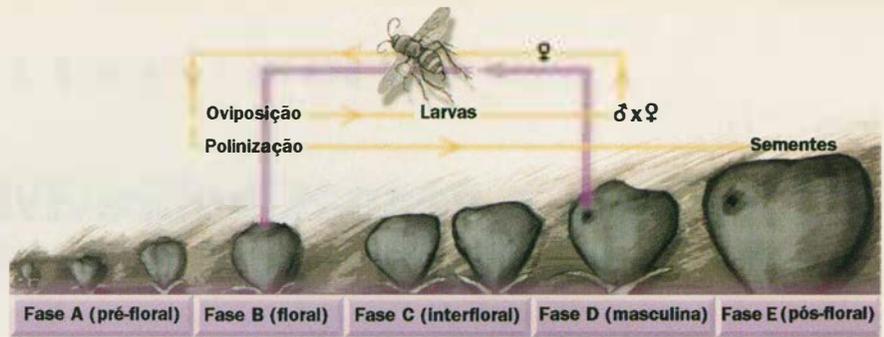
Enquanto as fêmeas recolhem o pólen, alguns machos usam suas mandíbulas para escavar pequeno buraco na parede do figo. As fêmeas, já carregadas com pólen, saem por esse orifício e voam à procura de figueiras que apresentem figos no estágio certo de seu ciclo (com flores femininas maduras) para pôr seus ovos. Os machos morrem dentro do figo em que nasceram. Como as fêmeas vivem pouco tempo, precisam encontrar uma figueira em poucas horas para reiniciar o ciclo biológico vespa-figueira (figura 6).



**Figura 5.** Vespa fêmea com a cavidade do tórax repleta de grãos de pólen (corados em vermelho).

### Ajuste milenar ameaçado

A planta e o inseto ajustaram seus ciclos de reprodução há muito tempo. Estima-se que as figueiras dependam da vespa-do-figo para sua polinização há cerca de 100 milhões de anos. Esses vegetais produzem suas inflorescências durante o ano inteiro, permitindo que as vespas fêmeas encontrem figueira com figos na fase apropriada (feminina) em qualquer



**Figura 6.** Esquema dos ciclos de desenvolvimento do figo e da vespa-do-figo. Na fase pré-floral, o figo que brotou das axilas das folhas se desenvolve. Na fase floral feminina, a vespa-do-figo entra, põe seus ovos e poliniza as flores femininas. Na fase interfloral, as larvas se desenvolvem. Na fase floral masculina, as vespas adultas eclodem (os machos fecundam as fêmeas e fazem na parede do figo o buraco através do qual as fêmeas sairão, após coletar pólen). Na fase pós-floral, o figo amadurece, muda de cor e é dispersado por animais frugívoros.

época. Em florestas de área reduzida, entretanto, o número de figueiras pode ser insuficiente para a produção de figos ao longo do ano, o que pode levar ao desaparecimento temporário das vespas polinizadoras – situação observada, por exemplo, na mata da Reserva de Santa Genebra, em Campinas (SP), com 250 ha. Em reservas florestais de pequeno porte e com poucas figueiras, portanto, a delicada e complexa interação entre figueiras e vespas pode estar ameaçada.

Os figos são importantes para grande número de espécies de animais, além das vespas polinizadoras. Outras espécies de vespas não polinizam as figueiras, mas também utilizam os figos para pôr seus ovos e criar suas larvas. Alguns artrópodos predadores, como besouros, libélulas e aranhas, alimentam-se das vespas que saem dos figos. Algumas espécies de formigas invadem o figo, após a saída das vespas fêmeas, para se alimentarem dos machos mortos. Ainda verdes, os figos são comidos pelos chamados predadores de sementes, como o periquito tuim (*Forpus xanthopterygius*) e o macaco bugio (várias espécies do gênero *Alouatta*). Após a saída das vespas, o conjunto de frutos amadurece rapidamente e o figo muda de cor, tornando-se mais macio e com sabor adocicado.

Os figos maduros são consumidos por várias espécies de aves, como tucanos, sabiás, sanhaços e bem-te-vis. Entre os mamíferos, os consumidores mais importantes são várias espécies de morcegos, o bugio e o macaco-prego (várias espécies do gênero *Cebus*). A atividade

dos consumidores de frutos maduros é benéfica à disseminação das figueiras, espalhando os figos, com as sementes, e dando origem a novas plantas. Os figos caídos no chão podem ser levados por formigas saúvas do gênero *Atta* para seus ninhos, onde são provavelmente usados nas 'plantações' de fungos que servem de alimento a essas formigas, ou comidos por diversas espécies de moscas e besouros, por gambás (gênero *Didelphis*) e por ouriços-cacheiros (gêneros *Coendou* e *Chaetomys*). O desaparecimento das figueiras em determinada área, portanto, também prejudicará diversos organismos da floresta, além das vespas-do-figo.

Há no Brasil cerca de 90 espécies de figueiras, ou gameleiras. São arbustos ou árvores, todos do gênero *Ficus*, espalhados pelos mais diversos ambientes, principalmente em locais úmidos, como brejos, margens de rios, florestas úmidas e áreas alagadiças – o Pantanal, por exemplo. Com frequência, nascem e desenvolvem-se em muros antigos, mourões de cercas e forquilhas dos ramos de outras árvores, acabando por matá-las. Por isso, são também chamadas de mata-paus. Algumas espécies tornam-se árvores muito frondosas, garantindo sombra, às vezes, para rebanhos inteiros de gado, em pastos ou áreas abertas.

**Rodolfo Antônio de Figueiredo**

**Marlies Szazima**

**Ivan Szazima**

*Universidade Estadual de Campinas.*

# Novo radiofármaco alivia dores do câncer

*Em duas semanas, uma paciente idosa voltou a fazer ginástica*

O radiofármaco samário-153, usado no Brasil desde junho passado, mostra-se excelente alternativa para o tratamento de pacientes com diagnóstico tardio de câncer de mama e próstata. Como emite radiações beta, também alivia as terríveis dores provocadas pelas metástases ósseas, quando o câncer, já disseminado, concentra-se na estrutura esquelética e imobiliza o paciente.

O Brasil apresenta por ano 180 mil novos casos de câncer de mama e 130 mil de próstata. Quando o diagnóstico é tardio, em 85% dos casos o câncer já provocou as metástases ósseas.

Os resultados clínicos experimentais obtidos com o samário-153 foram apresentados por médicos e pesquisadores da USP e Unicamp no

Congresso Latino-Americano de Biologia e Medicina Nuclear, realizado recentemente em Salvador. Dos 40 pacientes submetidos à radiação, 80% tiveram as dores reduzidas substancialmente e voltaram a se locomover, alguns retomando suas atividades normais.

O samário-153 está sendo produzido experimentalmente pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo. O médico Cláudio Meneghetti, do Instituto do Coração, compõe a equipe de pesquisadores da USP e da Unicamp que vêm experimentando o novo medicamento. Ele explica que o radiofármaco é aplicado uma única vez, com uma carga máxima de dois miligramas. A emissão é milimétrica, acumulando-se apenas na região da metástase, sem atingir os tecidos adjacentes. Alguns dias depois a dor se

reduz substancialmente, podendo até desaparecer.

“Temos um caso de uma paciente, já idosa, que duas



Os pontos brancos em destaque indicam metástases ósseas em câncer de mama.

## Elementos irradiados

O reator nuclear de pesquisa do IPEN opera a uma potência de 2 MW. Ali são irradiados não apenas o samário-153, mas uma série de outros radioisótopos e radiofármacos com larga aplicação na medicina e na indústria. A instituição é responsável pela metade da demanda nacional desses produtos. O restante é totalmente importado.

Para irradiação do samário, o reator vem operando experimentalmente durante 15 horas contínuas, produzindo uma quantidade suficiente para o tratamento de oito a 10 pacientes. O processo começa com a adição de óxido de samário a um composto fosforado numa célula com proteção de chumbo. “Temos uma produção ainda limitada porque essa célula é pequena e com pouca blindagem”, informa

Constância Pagano, diretora da Divisão de Processamento de Material Radiativo do IPEN. A pesquisadora diz que a perspectiva é aumentar brevemente a operação para 48 horas consecutivas.

As principais fontes radioativas produzidas para aplicação industrial no IPEN são o cobalto-60 e o irídio-192. Os radioisótopos primários mais utilizados na medicina nuclear são o iodo-131, o fósforo-32 e o cromo-51. A primeira vez que a medicina brasileira empregou um radioisótopo foi na década de 50, quando fontes de iodo-131 auxiliaram o estudo da glândula tireóide. O iodo é absorvido por esse órgão, possibilitando a localização radiográfica de tumores cancerígenos.

semanas após a emissão de samário-153, voltou a fazer ginástica”, conta o médico. Ele diz que outra grande vantagem do medicamento é não apresentar efeitos colaterais significativos. Os registros indicam que apenas da segunda para a terceira semana há uma queda em torno de 20% do nível de plaquetas e leucócitos, que se recupera naturalmente.

Além da USP e da Unicamp, a Santa Casa de São

Paulo também está validando o uso do samário-153 para o IPEN, que ainda vai colocar o produto à disposição de hospitais e clínicas. Nos EUA, o medicamento começou a ser vendido em larga escala apenas no final do ano passado.

Meneghetti diz que os resultados das aplicações do samário têm sido muito bons do ponto de vista científico e representam grande esperança de aumentar e melhorar a sobrevida dos pacientes: “As

pessoas passam a ter mais ânimo para a vida.” Com os medicamentos convencionais, a luta dos pacientes começa com o consumo de analgésicos em grandes quantidades, que produzem efeitos colaterais indesejáveis, como úlceras e sangramentos. Esses medicamentos acabam perdendo eficácia, e analgésicos hormonais passam a ser adotados. Por fim, só a morfina suprime a dor.

Se os resultados do samá-

rio-153 forem confirmados, os médicos esperam que o IPEN possa aumentar a produção do medicamento e colocá-lo no mercado a preço acessível à maioria da população. Para isso, ressalta o médico, é fundamental que o medicamento também seja adotado pelo Ministério da Saúde, por meio do Sistema Unificado de Saúde.

**Itamar Cavalcante**

Ciência Hoje/São Paulo.

## Um Athaide novinho em folha

*Santa Ceia, jóia da pintura barroca brasileira, é restaurada*

Um dos mais importantes quadros do período colonial brasileiro, a *Santa Ceia*, do artista mineiro Manoel da Costa Athaide (1762-1830), acaba de ser restaurado pelo Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais Móveis (Cecor-UFMG) e deve voltar ao seu local de origem, o Seminário do Caraça, no município de Santa Bárbara, a 100 km de Belo Horizonte. Uma das mais conceituadas instituições de ensino humanista de Minas Gerais, o Caraça foi responsável, desde o início do século XIX, pela formação de muitos padres e leigos.

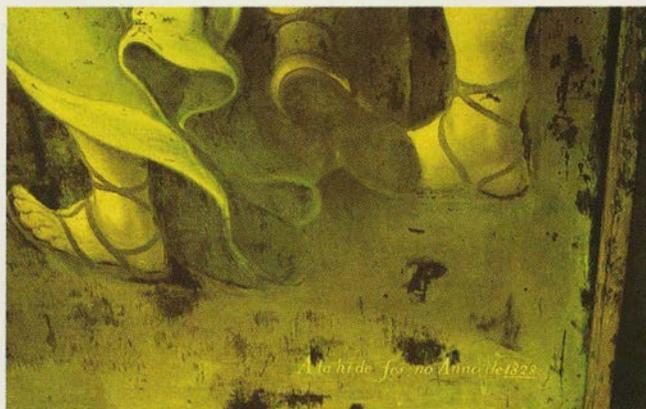
Com sujeiras, rasgos, abrasões na pintura, oxidação no verniz e deformações no suporte original, atela, de 4,20 m

por 2,70 m, chegou ao Cecor no início de 1994 e levou um ano e meio para ser restaurada. A equipe de trabalho, coordenada pela professora Beatriz Vasconcellos Coelho, teve que adaptar o ateliê do Centro às monumentais dimensões da obra e procedeu, antes da restauração, a minuciosos levantamentos fotográficos, estudos históricos, estilísticos e climáticos, além de extensa análise laboratorial (ver ‘Métodos e técnicas de análise’).

Para recuperar a *Ceia*, os restauradores costuraram as rupturas, fizeram enxertos nos pequenos buracos produzidos pelo ataque de insetos e microorganismos, reforçaram as bordas e consolidaram o suporte com um linho de me-



**Figura 1.** *Santa Ceia*, de Manoel da Costa Athaide, pronta para voltar ao Caraça.



**Figura 2.** Detalhe da *Santa Ceia* com a inscrição do ano em que foi pintada: dúvidas.

### Métodos e técnicas de análise

O estudo técnico dos materiais de uma pintura a ser restaurada começa pela remoção e catalogação de microamostras das cores e da estrutura da obra, envolvendo muitas etapas. Examinados num microscópio de luz polarizada e fluorescente, os cortes estratigráficos, montados num cubinho de resina, revelam a distribuição dos pigmentos utilizados pelo artista e o aglutinante que ele empregou. Os pigmentos, por sua vez, são identificados através de microscopia óptica, de testes microquímicos e espectrometria de energia dispersiva de raios X acoplada ao microscópio eletrônico de varredura.

Emprega-se também a técnica complementar da difração

de raios X e, para identificar os pigmentos verdes, a espectroscopia de absorção na região do infravermelho. As lacas vermelhas são identificadas por meio da cromatografia líquida de alta eficiência, e a análise de aglutinantes é feita através de testes de coloração e solubilidade.

Segundo a química Claudina Moresi, que cuidou das análises laboratoriais, os pigmentos empregados por Athaide em sua *Ceia* são o azul da prússia, o ocre amarelo, o branco de chumbo e o vermelhão; como aglutinante, ele optou por um óleo secativo. Esses pigmentos e esse aglutinante, empregados em várias de suas obras, são como uma marca registrada do artista.

clida especial (3,20 m de largura) que veio da Bélgica e permitiu um reentelamento sem emendas. Para recuperar as cores originais, foram extraídas as sujeiras e o verniz oxidado, restaurando-se, em seguida, a camada pictórica. As falhas de policromia foram reintegradas e, finalmente, aplicou-se uma camada de verniz especial para proteção. A moldura original também foi recuperada, complementando-se as áreas de cor e refixando-se os douramentos ainda existentes. A tela foi estirada em novo *chassis*, de forma a corrigir as distorções do original, que tinha pequena capacidade de movimentação.

“Tivemos muito trabalho,

compensado pelo prazer de ver a obra concluída”, confessa Anamaria Neves, da equipe do Cecor. Ela defende uma linha de restauração que põe em evidência, não o trabalho do restaurador, mas a obra do artista.

A *Santa Ceia* do Caraça, seguindo a tradição, sempre esteve exposta no refeitório. Ultimamente, no entanto, já muito danificada, ela havia sido transferida para a igreja. Agora, restaurada, discute-se o local onde agora ficará exposta. O refeitório não pode mais recebê-la, pois as reformas ali realizadas recentemente reduziram as medidas das entradas, impedindo a passagem da tela. O prédio novo, construído no conjunto do Caraça logo após o incên-

dio que o destruiu parcialmente em 1968, também tem problemas para abrigá-la. Por permitir a incidência direta de raios solares, suas laterais de vidro comprometem a integridade da obra. Seu destino, muito provavelmente, será o prédio da igreja, que, em virtude de suas dimensões, garante boa visibilidade.

Para a perfeita apreciação da *Ceia*, recomendam os especialistas, ela deve ser observada a certa distância, de modo que se possa perceber um de seus detalhes mais intrigantes: em qualquer ponto que esteja, o espectador é perseguido pelo olhar penetrante de Judas. Alheio ao que se passa na cerimônia comandada por Cristo, o apóstolo traidor interage com

quem observa a cena. Outro detalhe curioso é a presença das figuras que aparecem nas laterais da pintura, entre as quais duas mulheres. Tradicionalmente só os apóstolos figuram nas representações da *Ceia*.

A *Santa Ceia*, como mostra uma inscrição feita na tela, foi pintada por Athaide em 1828, pouco antes de sua morte. No entanto, diz a lenda, essa data teria sido anotada pelo pintor alemão Georg Grimm durante sua visita ao Seminário do Caraça em 1885. No livro *Caraça, sua igreja e outras construções*, publicado em 1983, o padre José Tobias Zico sustenta essa versão.

**Roberto Barros de Carvalho**  
Ciência Hoje/Belo Horizonte.

**C i ê n c i a H o j e B B S**

*O maior banco de dados de divulgação científica do Brasil*  
2 linhas 24 horas • (021) 295-6198

**INFORMAÇÕES PELO TELEFONE (021) 295-4846**

# Informação para uma sociedade mais justa

*Simon Schwartzman<sup>1</sup>*

O Encontro Nacional de Produtores de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) estará organizando no final de maio de 1996, no Rio de Janeiro, é parte central do trabalho de reformulação do sistema estatístico, geográfico e cartográfico nacionais. Este trabalho inclui a modernização administrativa e institucional do Instituto, o estabelecimento de novas relações de parceria e colaboração entre o IBGE e outros produtores e usuários de informações no país e no exterior. Inclui ainda a própria redefinição do papel das agências produtoras de informações de interesse social e econômico na sociedade brasileira.

Com algum atraso, o IBGE busca acompanhar uma tendência que vem ocorrendo com os sistemas estatísticos de todos os países:

- a orientação cada vez maior para o atendimento aos usuários, antes limitados às agências governamentais federais, e que hoje incluem amplo público formado por universidades, empresas, organizações governamentais, partidos políticos, imprensa e muitos mais;
- a busca de meios mais rápidos e eficientes de coleta e disseminação de informações, reduzindo o tempo entre a coleta e a disponibilização dos dados, e adotando técnicas mais amigáveis e simples de acesso às informações;
- a redução de custos, pelo uso intensivo de técnicas modernas de amostragem e processamento de dados, e maior aproximação com outros produtores e usuários de informações no próprio processo de estabelecimento de prioridades e análise dos resultados.

O IBGE não poderia fazer esta reformulação isoladamente. Por isso, o encontro está sendo organizado com a participação ativa de grande número de associações científicas e profissionais, como a Associação Brasileira de Estudos Populacionais, a Associação Brasileira de Estatística, as associações nacionais de pós-graduação e pesquisa em Saúde Coletiva, Economia, Geografia, Ciências Sociais e Planejamento Urbano e Regional, além da Sociedade Brasileira de Cartografia e inúmeras instituições de pesquisa governamentais e não-governamentais.

Essas instituições representam parcela significativa de outros produtores de informações e dos usuários desses dados. Ninguém espera que, desse encontro, resulte novo plano de trabalho detalhado para o IBGE, ou sejam definitivamente resolvidas eventuais divergências ou

problemas técnicos, científicos ou institucionais que hoje afetam a produção de um ou outro dado. Espera-se é que aumente o conhecimento e a transparência a respeito do trabalho do IBGE e de outras instituições produtoras de informações de interesse social e econômico, e que o encontro possa sinalizar novo patamar no relacionamento permanente e contínuo que deve existir entre essas instituições e a sociedade brasileira, dentro do objetivo comum de contribuir para o desenvolvimento de um país cada vez mais justo.

A escolha do tema da justiça social para o encontro vem da certeza de que esta é a questão central que deve preocupar e ocupar a sociedade brasileira nas próximas décadas, e afetar profundamente o trabalho de produção do conhecimento das instituições de pesquisa.

Não é preciso muito refinamento estatístico para sabermos da gravidade do problema: o Brasil tem um dos piores índices de desigualdade social de todo o mundo, e grande parte da população ainda se mantém à margem do processo de modernização das últimas décadas, que concentrou dezenas de milhões de pessoas nas periferias dos centros urbanos, com poucas chances de incorporação efetiva a uma economia cada vez mais complexa e tecnologicamente sofisticada.

Como reverter ou minorar essa situação, nas esferas da economia, da organização do Estado, da educação, da cultura, da saúde, do planejamento urbano, do uso dos recursos naturais disponíveis, em um contexto irreversível de globalização e modernização da economia?

Não há respostas simples. Essas questões mobilizam interesses contraditórios e têm reflexos imediatos na produção e interpretação das informações estatísticas e espaciais disponíveis. Dados sobre desemprego, pobreza absoluta e relativa, preços, condições de saúde da população, distribuição de gastos públicos, degradação ambiental, desigualdades entre grupos sociais e regiões, entre tantos outros, todas essas informações têm repercussões diretas nas decisões dos agentes governamentais e das empresas, nos movimentos sociais, no debate político e nos focos de atenção dos meios de comunicação de massas e da opinião pública.

Essa angústia quanto ao papel crucial das informações estatísticas e espaciais aparece muitas, vezes, principalmente na imprensa, como problema de 'falta de estatísticas', ou de 'erros' na produção de alguns dados mais importantes, que estariam impedindo a elaboração de políticas econômicas, sociais e ambientais mais adequadas.

Sobre o primeiro aspecto, é evidente que, se o IBGE não tivesse passado pelas crises orçamentárias e institucionais que afetaram de maneira tão profunda a administração pública brasileira nos últimos anos, o país poderia dispor de melhores informações do que tem até agora. Mas é difícil identificar áreas em que políticas não foram encaminhadas simplesmente por falta de informações.

A realidade é que, desde a década de 80, os problemas de curto prazo, e sobretudo a inflação, ocuparam quase que toda a capacidade de ação dos governos e dos grupos sociais envolvidos na defesa de seus níveis de renda, deixando pouco espaço para outras ações.

Apesar das dificuldades, o IBGE foi capaz de manter, ao longo de todo esse período, a produção de índices mensais de preços, que floresceram também em outras instituições, respondendo a uma demanda social articulada por esse tipo de informações. Outros dados mais estruturais, de longo prazo, acabaram ficando em segundo plano.

Sobre os 'erros', há que distinguir entre a informação falsa, gerada pela manipulação ou uso incompetente dos dados, e maneiras alternativas de coletar, processar e analisar informações<sup>2</sup>. A principal garantia contra o primeiro tipo de erro é a competência, a reputação e a seriedade profissionais dos produtores de informação. Felizmente o IBGE tem sido imune a esse tipo de problema ao longo de seus quase 60 anos de existência.

O segundo tipo de 'erro', no entanto, é mais complexo, e pensar sobre ele nos ajuda a entender melhor o trabalho de coleta e processamento das informações estatísticas e o relacionamento profundo que existe entre a produção de dados, que se supõe deva ser técnica, científica e objetiva, e os diferentes interesses e motivações da sociedade, que estão associados a valores e preferências muitas vezes em conflito.

Basta pensarmos por um minuto no sentido de termos expressões como 'desemprego', 'população ativa', 'pobreza', 'déficit habitacional', 'raça', 'saúde', 'cesta básica', 'criminalidade', 'analfabetismo' e tantos outros, usados quotidianamente nas estatísticas e nos meios de comunicação de massas, para nos darmos conta de que todos eles permitem definições diferentes e processamentos também distintos, fazendo dos conceitos estatísticos construções intelectuais em que valores, teorias e procedimento técnicos se unem de forma inseparável, e que condicionam, por sua vez, outros valores, procedimentos e atitudes.

Exemplo que mostra a complexidade da questão é o dos dados sobre escolaridade. Por muitos anos, trabalhou-se no Brasil com a chamada 'pirâmide educacional', que comparava o número de alunos existentes em cada série escolar com os da série seguinte, a partir das estatísticas fornecidas pelas escolas, o que levava à noção de que o Brasil apresentava grandes taxas de abandono escolar, sobretudo entre a primeira e a segunda séries da educação fundamental.

A análise dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios do IBGE, feita por Phillip Fletcher, Ruben Klein e Sérgio Costa Ribeiro, mostrou que a 'pirâmide educacional' ocultava, na realidade, números extremamente altos de repetência, e que o abandono escolar era muito menor do que se supunha nas primeiras séries, só se tornando mais acentuado no final do primeiro ciclo. Essa reinterpretação das estatísticas encontrou a princípio muita resistência, mas está contribuindo para alterar o foco principal da atenção dos especialistas em educação dos problemas de vagas e de abandono escolar para os problemas de qualidade do sistema, que estão levando a um profundo redirecionamento das políticas educacionais nos diferentes níveis de governo.

A nova preocupação com os problemas de qualidade e aproveitamento escolar, dramatizados pelos altos índices de repetência, permitiu

que crianças que abandonam a escola no final de um ano para se matricular no ano seguinte na mesma série como novos deixassem de ser contadas duplamente (abandono em um ano, novos no ano seguinte) e passassem a ser contadas como repetentes, corrigindo assim um erro de interpretação usual no passado.

Esse exemplo ilustra o profundo relacionamento existente entre os aspectos técnico-profissionais, científicos, políticos e institucionais que se dão na produção das informações de interesse social e econômico. Novas visões levam a novas maneiras de ver dados antigos, novos procedimentos de pesquisa, novas informações; e estas, por sua vez, abrem espaços para novas políticas e para a manifestação de novos interesses e preocupações.

Fundado nos anos do Estado Novo, o IBGE foi pensado, por muito tempo, como agência de produção de informações para o planejamento governamental, que deveria ser feito de forma centralizada, por tecnocracia competente e treinada nas técnicas mais modernas de administração pública e política econômica. Ao longo dos anos, esse ideal de planejamento centralizado e tecnocrático passou por altos e baixos, sem nunca ter chegado a se implantar de forma convincente.

O IBGE, ao longo desses anos, também teve seus altos e baixos, e sua própria razão de ser inicial foi aos poucos sendo enfraquecida, sem ter sido, no entanto, substituída. Hoje, parece claro que o papel de uma instituição governamental de produção de informações estatísticas e espaciais deve ser, sobretudo, o de atender aos interesses da sociedade como um todo, da qual o governo federal, naturalmente, é parte importante, mas não exclusiva.

Essa mudança de papel deverá ter profundas repercussões tanto na maneira pela qual a instituição funciona quanto no próprio conteúdo de seu trabalho. A qualidade técnica e profissional de seu trabalho deve ser acentuada, não para se substituir aos interesses e preocupações dos diferentes grupos da sociedade, mas para dar maior embasamento e contorno às suas ações. Sua autonomia e imparcialidade institucional deve ser acentuada, mas também seu vínculo com os usuários e demandantes de seus produtos.

A sociedade deve saber o quanto custa produzir os dados que solicita e se quer pagar por eles. Temos pela frente um grande processo de mudança, que agora se inicia.



1. Presidente do IBGE.

2. Além desses, existem, naturalmente, os erros estatísticos normais, de tipo probabilístico, que definem os níveis de certeza, ou confiança, das informações.

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

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

**Editores:** Ennio Canclotti (Departamento de Física do CCE/UFES), Ronald Cintra Shellard (Departamento de Física/PUC-RJ e CBPF), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Vivaldo Moura Neto (Instituto de Física/UFRRJ), Francisco Carlos Teixeira da Silva (IFCS/UFRRJ), Giulio Massarani (Programa de Engenharia Química/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 Almeida (Instituto de Física/UFRRJ), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UFRRJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

**Diretor:** José Monserrat Filho.

**Coordenação Executiva:** Cilene Vieira.

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

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

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

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

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



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

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

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

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

Regionais: **AC** - Departamento de Filosofia/UFAC, CEP 69008-970, C. Postal 491, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r.191/192 (Marcos Inácio Fernandes); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Afrânio Jorge, s/nº, CEP 57072-900 - Maceió - AL, tel.: (082) 223-5613 / 326-1730, fax: (082) 221-2501 / 221-3377 (Winston Menezes Leahy); **AM** - INPA, Alameda Cosme Ferreira, 1756, CEP 69083-000, Manaus, AM, tel.: (092) 236-0009 (Vera Maria Fonseca de Almeida e Val); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Campus Universitário da Federação, CEP

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

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

**Conselho Científico:** Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas - USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Física/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia USP), Crodovaldo Pivian (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmo Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/Unifesp), Fernando Gallembeck (Instituto de Química/Unicamp), Francisco WeFort (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 Nussenzeveig (Instituto de Física/UFRRJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Osvaldo Porechat Pereira (Departamento de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB), 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 (Departamento de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), C. Postal 486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel. e fax: (031) 443-5346.

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

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

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

E. Costa Pereira (auxiliar). Coordenação científica: Celso Dal Ré Carneiro (Unicamp), Paulo Cesar Nogueira e Soraya Smaili (Unifesp) - USP, Prédio da Antiga Reitoria, Av. Prof. Luciano Gualberto, 374, trav. J. 4º andar, salas 410/414, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo, SP, telefons: (011) 818-4192/814-6666.

**Correspondentes - Porto Alegre:** Ludwig Backup (Departamento de Zoologia, UFRGS), Av. Paulo Gama, 40, CEP 91004-900, 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 Queiroz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

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

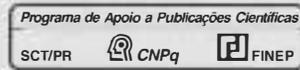
**Assinatura para o exterior (11 números):** US\$ 100 (via aérea).

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

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

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

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



40210-350 - Salvador, BA, tel.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483, fax: (071) 235-5592 (Alberto Brum Novaes); **CE** - UFCE/ Campus do Pici, C. Postal 12155, CEP 60020-040 - Fortaleza, CE, tel.: (085) 281-6179 (José Borzacchiello da Silva); **Curitiba** (seccional) - Departamento de Genética/Setor de Ciências Biológicas/UFPR, Caixa Postal, 19071, CEP 81504-970 - Curitiba, PR, (Euclides Fontoura da Silva Júnior); **DF** - Departamento de Física/UnB/IE, Campus Universitário/Asa Norte, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 348-2746/348-2188/273-4780 (Tarcísio Marciano da Rocha Filho); **ES** - Departamento de Física e Química/UFES, Campus Universitário de Goiabeira, CEP 29069-900, Vitória, ES, tel.: (027) 335-2477, fax: (027) 335-2337 (José Plínio Baptista); **Londrina** (seccional) - Fundação IAPAR, C. Postal, 1331, CEP 86001-970 - Londrina, PR, tel.: (043) 3261525 r. 256 (Paulo Varela Sendin); **MA** - UFMA, Campus Universitário Bacanga, Ed. Castelo Branco, térreo, Biologia, CEP 65020-900, São Luiz, MA, tel.: (098) 232-3350/232-3385 222-8682, fax: (098) 222-3186/221-5285 (Maria Marliete Ferreira Correia); **MG** - Fundação Ezequiel Dias, Rua Conde Pereira Carneiro, 80, CEP 30510-010, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 332-2077, fax: (031) 332-2534/371-2077, r. 280 (Maria Mercedes Valadares Guerra Amaral); **MS** - Departamento de Comunicação e Arte UFMS, Caixa Postal 649, Campus Universitário, CEP 79070-970, Campo Grande, MS, tel.: (067) 787-3311, r. 233, fax: (067) 787-3093/787-1035 (Eron Brum); **PB** - Centro de Ciências e Tecnologia/Departamento de Engenharia Elétrica/UFPB, R. Apriégio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 343-1000, r. 340, fax: (083) 341-4795 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - R. D. Magina Pontual, 260/204, Boa Viagem, Recife, PE, tel.: (081) 441-4577, r. 418, (Rosângela Piula T. Lessa); **PI** - Departamento de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64051-400, Teresina, PI, tel.: (086) 232-1212, r. 283, fax: (086) 232-2812 (Paulo Romulo de Oliveira Frota); **Pelotas** (seccional) - Departamento de Matemática/UFPElotas, CEP 96100, Pelotas, RS, tel.: (0532) 23-0882, (Lino de Jesus Soares); **PR** - Departamento de Biologia Celular e Genética/UFPR, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900,

Maringá, PR, tel.: (044) 262-2727, r. 342, fax: (044) 222-2654 (Paulo César de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de Matemática/UFRRJ, Caixa Postal 68530, CEP 21949-900, Rio de Janeiro, RJ, tel.: (021) 260-1884 (Arnaldo Nogueira); **RN** - Departamento de Arquitetura/UFRRN, C. Postal 1699, CEP 59072-970, Natal, RN, tel.: (084) 231-1266, r. 306, 2.31-9047, fax: (084) 231-9048/9749 (Ari Antônio da Rocha); **RO** - Departamento de Educação Física/UFRO, Campus Universitário, BR 364, km 9,5, tel.: (069) 216-8558, CEP 78904-420 - Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-9108 (Célio José Borges); **RS** - UFRGS, R. Eng. Luis Englert, s/nº, Campus Central, CEP 91040-040, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 227-5529 (Maria Suzana Arrosa Soares); **Rio Grande** (seccional) - Departamento de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 474, CEP 96201-900, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 20200, r. 24, fax: (0532) 302126 (Nornton Mattos Giannuca); **Santa Maria** (seccional) - UFSM, R. Floriano Peixoto, 1750, sala 308, CEP 97015-372, Santa Maria, RS, tel.: (055) 222-3444, r. 231, 222-6699 (fax); (Eduardo Guilherme Castro); **SC** - Departamento de Ciências Farmacéuticas/CIF/CCS/Universidade Federal de Sta. Catarina, Campus Trindade, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, tel.: (048) 31-9350, fax: (0482) 34-1928 (Cláudia Maria Oliveira Simões); **SE** - UFSE, Campus Universitário, UFS, Jardim Rosa ELZE, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 241-2848, r. 335 (Antônio Pociano Bezerra); **SP** - (subárea I) - Departamento de Biologia Instituto de Biociências/USP, C. Postal 11461, CEP 05199-970, São Paulo, SP, tel.: (011) 818-7559, lab. 818-7583, (Luiz Carlos Gomes Simões); **SP** - (subárea II) - Departamento de Ciência Tecnologia Agroindustrial/ESALQ-USP, Av. Pádua Dias, 11, C. Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP, tel.: (0194) 29-4150/29-4196/29-4323, fax: (0194) 22-3650 (Luiz Gonzaga do Prado Filho); **SP** - (subárea III, seccional de Botucatu) - Departamento de Genética/UNESP, CEP 18618-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 21-2121, r. 229/220461 (Dêrtia Vallalba Freire-Maia); **SP** - (subárea III) - DCCV/FCAU/UNESP, Rod. Carlos Tonani s/nº, km 5, CEP 14870-000 - Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-2500, r. 219 220, fax: (0163) 22-4275 (Áureo Evangelista Santana).

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

## Neste caderno:

### **Relatório de Avaliação da CAPES - 5ª Parte**

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

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

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

---

Coordenação: José Monserrat Filho

E N T O M O L O G I A		A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
USP/RP	Entomologia	A			

E X T E N S Ã O R U R A L		A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFMS	Extensão Rural	75		B-	
UFV	Extensão Rural	68		A-	

F A R M Ã C I A		A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
USP/RP	Fármacos e Medicamentos	88		C+	
USP	Farmácia (Análises Clínicas)	72	89	A	B
USP	Fármaco e Medicamentos	78	87	A	B
USP	Tecnologia Bioquímica e Farmacêutica	73		C+	
USP	Toxicologia		78		D
UFRJ	Farmácia Hospitalar	88		D	
UFPB	Produtos Naturais, Farmacêuticos e Químicos	78		B+	
UFPE	Ciências Farmacêuticas	76		B	
UFRGS	Ciências Farmacêuticas	70	92	A	CN
USP	Farmácia (Análises Toxicológicas)	72		B-	

F A R M A C O L O G I A		A			
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
EPM	Psicobiologia	86	86	A	A
UFC	Farmacologia	78	91	B+	CN
Unesp/BOT	Ciências Biológicas (Farmacologia)	88		C+	
UFRN	Psicobiologia	85		B	
USP/RP	Ciências Biológicas (Farmacologia)	70	70	A	A
FFFCMPA	Farmacologia	88		D	
Unicamp	Farmacologia	89		B	

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

EPM	Farmacologia	70	70	A	A
USP	Farmacologia	78	82	A	A
UFRJ	Ciências Biológicas (Farmacologia e Terapia Experimental)	74	-	C	-
UFSC	Farmacologia	91	-	B	-

F	I	L	O	S	O		F	I	A
					M	D			
Instituição	Curso				Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93		
PUC/Camp	Filosofia				76	-	C		
PUC/RJ	Filosofia				73	85	A	A	
PUC/RS	Filosofia				74	-	B-		
UFMG	Filosofia				74	93	A	CN	
UFSCar	Filosofia e Metodologia das Ciências				88	-	B-		
UERJ	Filosofia				92	-	CN		
UFMS	Filosofia				73	-	C		
UFSJ	Filosofia				84	-	E		
UGF	Filosofia				76	79	D+	E	
UFPE	Filosofia				79	-	D		
PUC/SP	Filosofia				77	-	B-		
UFRJ	Filosofia				76	80	A	A	
UFPA	Filosofia				79	-	C+		
UFRGS	Filosofia				81	88	A	A	
Unicamp	Lógica e Filosofia da Ciência				77	77	A	A	
USP	Filosofia				71	71	A	A	

F	I	S	I	C	A
Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
UFPA	Física	73	80	B	D
UFPE	Física	73	75	A	A
UFPR	Física	84	-	B	-
UFES	Física	92	-	CN	-
UFPA	Física	87	-	E	-
USP/SC	Física	75	75	A	A
ITA	Física	61	69	B	C
Unesp/Guar	Física	90	90	CN	CN

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

PUC/RJ	Física	65	68	A	A
Unicamp	Física	70	70	A	A
UFAL	Física da Matéria Condensada	92	-	CN	-
UFMG	Física	66	74	A	A-
UFF	Física	77	85	A	B
UnB	Física	69	90	C	CN
USP/RP	Física Aplicada em Medicina e Biologia	86	-	C	-
CBPF/CNPq	Física	62	62	A	A
UFBA	Física	75	-	C	-
UFC	Física	76	89	B	CN
USP	Física	70	70	A	A
IFT	Física	71	71	A	A
UFSCar	Física	88	91	A	CN
UFSC	Física	88	-	A	-
UFRGS	Física	68	64	A	A
UFRJ	Física	72	78	A	B
UFRN	Física	86	-	B	-

Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
USP/RP	Fisiologia	70	70	A	A
UFRGS	Ciências Biológicas (Fisiologia)	75	87	A	B
UFMG	Ciências Biológicas (Fisiologia)	72	-	A	-
UFES	Ciências Fisiológicas (Fisiologia Cardiovascular)	89	93	B+	CN
UFSCar	Ciências Fisiológicas	93	-	CN	-
USP	Ciências Biológicas (Fisiologia)	73	73	A	A
Unicamp	Ciências Biológicas (Fisiologia)	75	91	B	CN
UFPE	Ciências Biológicas (Fisiologia)	73	-	C+	-

Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFMS	Distúrbios da Comunicação Humana	92	-	CN	-
EPM	Distúrbios da Comunicação Humana	82	82	A	A

Instituição	Curso	Ano de início		Ano/Nível/Conceito 92/93	
		M	D	M	D
UFPB	Genética	86	-	C	-
UFPE	Genética	92	-	CN	-
UFPR	Genética	69	-	A-	-
UFRGS	Genética e Biologia Molecular	68	63	A	A
UFRJ	Ciências Biológicas (Genética)	76	78	B	B
UFSCar	Genética e Evolução	91	91	B	CN
Unesp/Bot	Ciências Biológicas (Genética)	83	83	B	B
Unesp/SJRP	Ciências Biológicas (Genética)	83	83	B+	B
Unicamp	Ciências Biológicas (Genética)	80	80	A	A

**ASSINE CIÊNCIA HOJE DAS CRIANÇAS PARA SEU FILHO.  
AMANHÃ ELE VAI LHE AGRADECER.**

A CIÊNCIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA



A TECNOLOGIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA

# TECHNOLOGIA

ESTE SUPLEMENTO É PARTE INTEGRANTE DE CIÊNCIA HOJE NUMERO 110 VOLUME 11. NÃO PODE SER VENDIDO SEPARADAMENTE

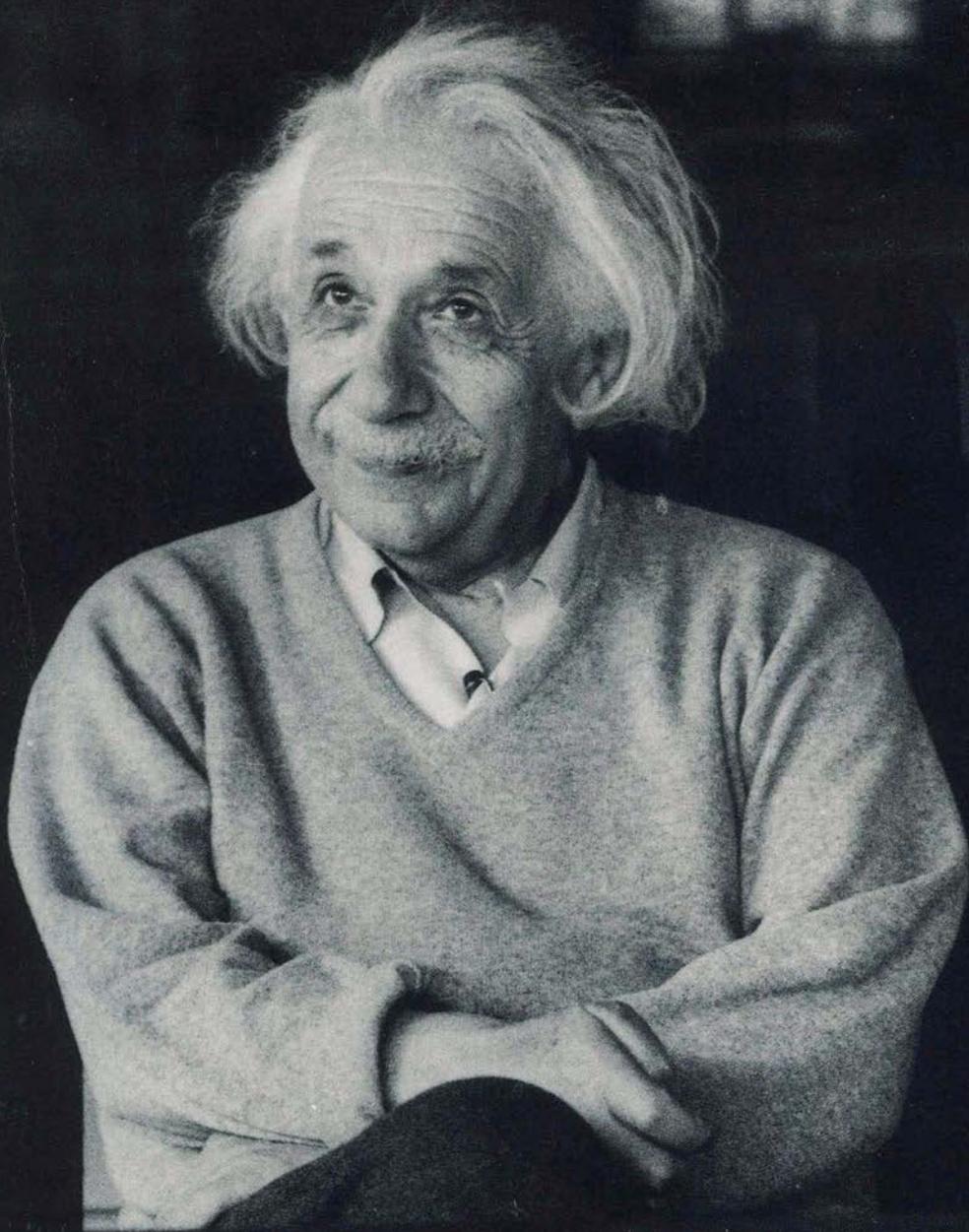
CIÊNCIA HOJE

*Bambu*  
*material*  
*de múltiplas*  
*aplicações*

...



**Silo barato  
e eficiente**



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

**FBB**  
**FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL**

APOIAR A CIÊNCIA É GARANTIR O FUTURO.

**USOS ALTERNATIVOS  
DO BAMBU**RICARDO MENANDRO  
REVISTA CIÊNCIA HOJE**1****FÁCIL DE CONSTRUIR  
E OPERAR**RICARDO CAETANO REZENDE  
JUAREZ DE SOUZA E SILVA  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**4****EXPEDIENTE**EDITOR CIENTÍFICO: GIULIO MASSARANI;  
COORDENAÇÃO: HELENA LONDRES;  
EDIÇÃO DE TEXTO: RICARDO MENANDRO

# USOS ALTERNATIVOS DO BAMBU

**Pesquisas sobre novos tipos de conexões  
ampliam as possibilidades de emprego  
desse material em estruturas**

Parentes da grama dos campos de futebol, do capim dos pastos de fazendas e de cereais importantes para o homem, como trigo, arroz e milho – todos são gramíneas –, os bambus (subfamília Bambusoideae) crescem em todo o mundo, nas áreas de clima tropical e subtropical. Mais de mil espécies são descritas pela literatura científica, das ornamentais, de pequeno porte, até as gigantescas, como o bambu da Malásia (*Dendrocalamus giganteus*), que pode atingir 40 m de altura e 30 cm de diâmetro (é possível fazer baldes com seus gomos). Usados pelo homem, desde tempos remotos, na construção de moradias, móveis, cercas, esteiras e objetos de uso pessoal ou decorativos, e até como alimento (os brotos de algumas espécies), os bambus atraem cada vez mais o interesse de pesquisadores e revelam novas e importantes utilidades.

Uma das mais promissoras aplicações desse material está na construção de estruturas. O bambu parece ter sido criado exatamente para cumprir uma função estrutural, já que, com seu *design* natural de

gomos ócos ligados por nós e sua constituição fibrosa, alia leveza e alta resistência. Seu único ponto fraco é a baixa resistência a tensões que ocorram no sentido das fibras, capazes de provocar rachaduras longitudinais nos gomos, aumentando os riscos de quebra ou de ataque por inimigos naturais, como brocas e outros insetos. No entanto, a escolha de espécies mais resistentes e tratamentos adequados (no corte e na secagem) podem reduzir bastante esses riscos. Atualmente, a espécie *Gradua angustifolia* (figura 1) encontrada em alguns países das Américas, especialmente na Colômbia, é o melhor bambu para a construção de estruturas. Além da maior resistência às pragas que enfraquecem o material, essa espécie apresenta paredes mais espessas em seus gomos. Vários bambus comuns no Brasil, porém, podem ser empregados em alguns tipos de estruturas.

O bambu é atualmente a base de um trabalho pioneiro no país, desenvolvido pelo Laboratório de Desenho Industrial do Departamento de Artes da Pontifícia Univer-



**FIGURA 1. A ESPÉCIE GUADUA ANGUSTIFOLIA, POR SUAS DEFESAS CONTRA PRAGAS E SUA CONSTITUIÇÃO MAIS RESISTENTE, É CONSIDERADA O MELHOR BAMBU PARA A CONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS.**

sidade Católica do Rio de Janeiro, sob a direção do professor José Luiz Ripper. Em lugar de desenvolver projetos de modo teórico, o Departamento procurou aproximar o curso da realidade, buscando contatos com indústrias e outras entidades interessadas em projetos nessa área. Tais contatos mostraram-se mais promissores no caso de entidades de natureza social, como a Associação Brasileira de Beneficência e Reabilitação (ABBR), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e outras. Até o momento, indústrias privadas não manifestaram interesse.

O Laboratório de Desenho Industrial já participava de um projeto, do Departamento de Engenharia Civil da mesma universidade, sobre a utilização do bambu na construção civil. Dentro desse projeto,

cabia à área de *design* desenvolver tecnologia para as conexões entre as peças das estruturas (um dos principais problemas que impedem o maior uso do bambu). Com os contatos entre o Departamento de Artes e entidades sociais, a equipe do Laboratório passou também a projetar equipamentos de uso pessoal para deficientes físicos, adequados às condições psicomotoras de cada usuário – com o apoio do Centro de Vida Independente (CVI), organização internacional que tem como finalidade criar meios para que os deficientes possam integrar-se da melhor forma possível à vida normal. Por ser leve, de baixo custo e alta resistência, o bambu foi escolhido como matéria-prima para a construção desses equipamentos, como

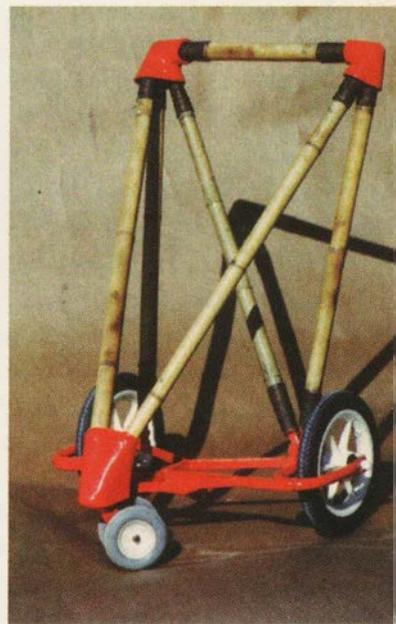
já ocorre em outros países. Na Índia, por exemplo, o bambu é empregado até na fabricação de órteses.

Os principais equipamentos desenvolvidos pela equipe de oito pessoas do laboratório, nessa área, são os andadores, destinados a pessoas com problemas de locomoção. Existem andadores industrializados, mas em geral são fabricados com materiais caros, como o duralumínio, e apresentam um desenho padronizado, embora as deficiências psicomotoras sejam muito variadas. Os modelos produzidos no Laboratório de Desenho Industrial – instalado com auxílio da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e integrado por bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – ainda são projetados sob medida, dependendo da capacidade motora de cada beneficiado, mas a busca de soluções específicas tem permitido o aperfeiçoamento das estruturas, além de estimular a utilização do bambu, superando resistências.

A equipe obteve sucesso em diversos casos, como o de uma jovem que não se adaptava com os andadores disponíveis no mercado, mas conseguia locomover-se bem empurrando um carrinho de supermercado. A partir dessa constatação, da própria usuária, o Laboratório desenhou e produziu um andador com estrutura de bambu (figura 2), com excelentes resultados. Outros aparelhos desenvolvidos no Laboratório são deslizadoros, que auxiliam a

locomoção de deficientes em áreas como as praias (fabricados em madeira e bambu, após muitos testes de deslizamento, esses aparelhos evitam que equipamentos como as cadeiras-de-rodas sejam levadas para a areia). A intenção do trabalho com bambu é tornar os equipamentos mais acessíveis aos usuários, especialmente os de baixa renda, mas ainda não há planos para industrialização, inclusive em função do sistema adotado (de estudo caso a caso).

As pesquisas do Laboratório de Desenho Industrial sobre a construção de estruturas de bambu mostraram que essa matéria-prima apresenta grande potencial para emprego em coberturas e domos geodésicos, de baixo custo, fácil transporte (em função da leveza) e montagem rápida



**FIGURA 2. O ANDADOR, COM ESTRUTURA EM METAL E BAMBU, FOI PROJETADO E CONSTRUÍDO PELO LABORATÓRIO DE DESENHO INDUSTRIAL.**

(figura 3). As possibilidades de uso, porém, podem ser ampliadas com a melhoria da resistência, através de métodos mais aperfeiçoados de extração, secagem e proteção contra inimigos naturais e contra o ressecamento excessivo, que enfraquece as fibras. Os bambus devem ser extraídos em épocas certas, quando, por razões biológicas, têm menos água em sua estrutura interna. O processo de secagem (ou cura) também exige cuidados, pois o ataque de brocas e outros inimigos é maior nesse período, e o teor de umidade precisa ser bem definido, para maximizar a resistência. A secagem pode ser acelerada com técnicas naturais (como manter a folhagem por algum tempo após o corte, para apressar a perda de água) ou artificiais (como o uso do calor). Vários países realizam pesquisas sobre o uso e o processamento do bambu, mas muitos aspectos dessas questões ainda necessitam de maiores estudos.

O desenvolvimento das conexões, com outros materiais ou com outras peças de bambu, é um ponto-chave nas pesquisas que vêm sendo realizadas no Rio de Janeiro. A equipe do Laboratório de Desenho Industrial testou diversos tipos de juntas já utilizadas em estruturas de bambu. Algumas delas têm uma história curiosa: a idéia de passar finas hastes de metal (como os aros das rodas de bicicletas) através dos nós de varas de bambu para fixá-las (com porcas especiais) a outras varas, usadas por Santos Dumont em seus dirigíveis e

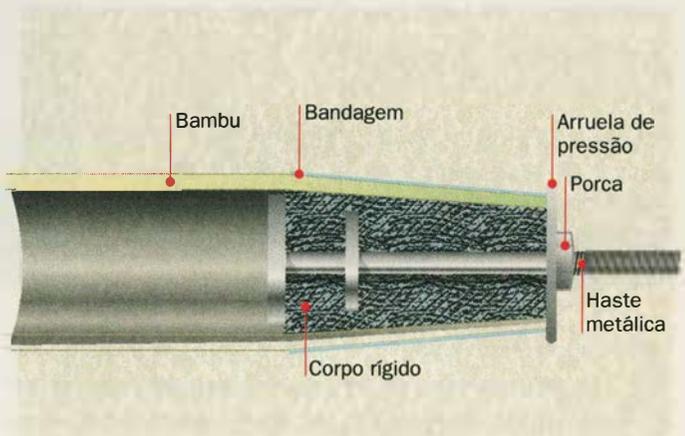
aviões. Em busca de conexões que unissem baixo custo, maior resistência e menos tensões sobre as peças estruturais, várias outras idéias foram testadas: amarração com cordas, encapsulamento das extremidades do bambu em tubos plásticos ou metálicos, colas especiais etc.

Os pontos de fixação de cada peça são muito exigidos, e as trações que tais pontos sofrem provocam diferentes esforços. A melhor conexão, portanto, é aquela que minimize e distribua esses esforços, através de encaixes especiais que não exijam soldas ou outros processos inadequados ao bambu e ainda permitam o uso de soluções consagradas, como os parafusos. Com base nessas premissas, e após muitos testes, a equipe do Laboratório – em trabalho conjunto com o pesquisador Luís Eustáquio Moreira, da Universidade Federal de Minas Gerais – desenvolveu uma junta especial, em que as extremidades dos colmos de bambu são adaptadas para prender uma peça rígida (de madeira ou outro material), e esta serve de base para a conexão com outras partes da estrutura.

Nessa junta (figura 4), as paredes dos gomos, nas extremidades dos colmos, recebem cortes rigorosamente calculados, para formar colunetas. Estas são curvadas para dentro, atuando como um mandril, ao prender com firmeza a peça rígida, e depois revestidas por uma bandagem, que as imobiliza, impedindo deslocamentos em qualquer sentido, o que torna também rígi-



**FIGURA 3. DOMO GEODÉSICO COM PEÇAS DE BAMBU E CONEXÕES DE METAL, DESMONTÁVEL E COM PESO TOTAL EM TORNO DE 70 KG, ARMADO EM ÁREA DA PRÓPRIA UNIVERSIDADE.**



**FIGURA 4. DESENHO ESQUEMÁTICO DA JUNTA DESENVOLVIDA PELO LABORATÓRIO DE DESENHO INDUSTRIAL.**

do todo o conjunto. A peça rígida presa dessa forma é atravessada, no centro, por uma haste ou parafuso de metal, que permite as diferentes conexões. Para essa bandagem foram usados, nos primeiros protótipos, cordões de sisal e betume, por serem materiais também baratos e encontrados mesmo em áreas remotas, mas produtos sintéticos, inclusive fitas plásticas industrializadas, de grande resistência à tração, podem ser empregados com a mesma finalidade.

A nova junta mostrou re-

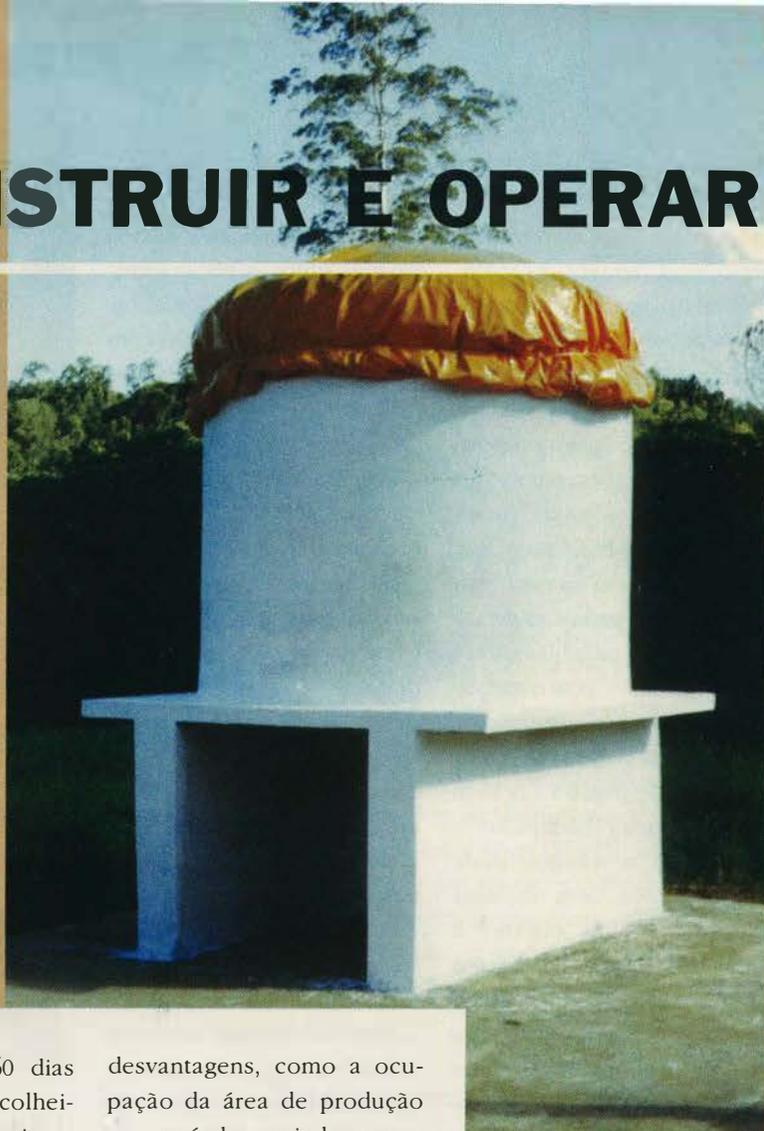
sultados tão promissores, tanto em estruturas de grande porte quanto em equipamentos de uso pessoal, que seus inventores já solicitaram a patente. A alta resistência foi comprovada em avaliações realizadas em aparelhos de testes de esforços mecânicos. Em função dessa resistência, somada ao baixo custo e à leveza da matéria-prima, o novo sistema de conexão pode contribuir para fazer do bambu, no futuro, um substituto para tubos ou vigas metálicas em diversos tipos de estruturas.

# FÁCIL DE CONSTRUIR E OPERAR

Modelo de silo de baixo custo que permite armazenar até 3,5 toneladas de grãos é alternativa para pequenos produtores

*Ricardo Caetano Rezende  
Juarez de Sousa e Silva*

Departamento de Economia Agrícola Universidade Federal de Viçosa - MG.



**FIGURA 1. O NOVO SILO, DE BAIXO CUSTO E FÁCIL OPERAÇÃO, PARA ATÉ 3,5 TONELADAS DE GRÃOS, DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE DE VIÇOSA.**

Embora não existam estatísticas oficiais, estima-se que apenas 5% da produção agrícola brasileira é estocada nas próprias fazendas. Isso ocorre, principalmente, porque a maioria dos produtores não dispõe de opções para instalar silos de baixo custo e fácil operação e não adota processos de secagem em suas propriedades. A secagem e a armazenagem, no entanto, são de grande importância nas regiões em que a agricultura e a pecuária visam à subsistência, algo comum no país: cerca de 80% da produção brasileira de milho, feijão e arroz são colhidos em áreas inferiores a 50 ha e com baixa produtividade.

Embora grande parte dessa produção permaneça na fa-

zenda pelo menos 60 dias após o ponto ideal de colheita, pouco incentivo técnico e econômico tem sido dado aos produtores no sentido de melhorar as condições locais de armazenagem. A adoção de técnicas mais adequadas de armazenagem é dificultada por vários fatores, destacando-se entre estes a tendência, de muitos técnicos e extensionistas, de tratar separadamente produção, secagem e armazenagem, quando pelo menos as duas últimas etapas devem estar integradas.

Atualmente, por exemplo, a maioria dos pequenos produtores armazena o milho em espiga e com a palha, realizando apenas um cultivo anual. Esses agricultores secam o produto na própria planta, prática que apresenta várias

desvantagens, como a ocupação da área de produção por períodos mais longos, a facilitação do ataque de insetos e fungos, a perda da matéria seca e a perda do poder germinativo (caso parte do produto seja usada para novo plantio).

Nas pequenas propriedades, o volume de produção e a parcela comercializável são em geral muito reduzidos, tornando ainda mais difícil – e incompatível com a capacidade de investimento desse produtor – o uso de técnicas modernas de secagem e armazenagem. Considerando todas essas condições, a Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, desenvolveu uma unidade armazenadora (figura 1) para até 3,5 toneladas de grãos, de baixo custo

e construção simples, já que todos os materiais podem ser encontrados em mercados próximos à fazenda.

O local de instalação do silo deve ser de fácil acesso e, de preferência, próximo à área de manuseio dos grãos. O ideal é que o silo seja construído em uma área coberta, para que possa ser enchido e descarregado em qualquer condição climática e para melhor proteção do silo e do produto armazenado. Mas a unidade pode ser instalada ao ar livre, desde que seja realizada a mesma preparação do local: o terreno deve ser plano (para não acumular água), limpo e arejado (evitando-se locais próximos de árvores). O piso deve ser cimentado ou receber uma boa compactação.

As paredes de sustentação do silo são construídas com tijolos maciços, assentados no sentido de sua largura e deitados. Com 20 cm de espessura, essas paredes têm dois metros de largura por um de altura, e a distância entre elas é de 1,8 m (figura 2). O traço utilizado para a argamassa tem 1,5 parte de cimento para seis partes de areia e duas partes de terra vermelha peneirada. Para o reboco, o traço é de 1-6-2 (cimento, areia e terra peneirada, respectivamente).

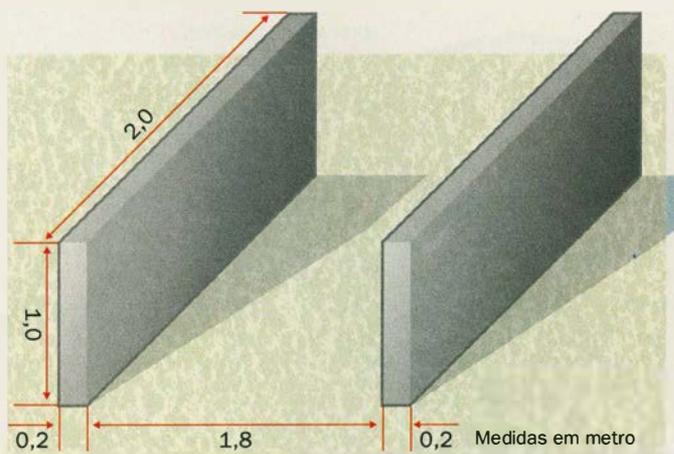
A laje, medindo dois por dois metros e com sete centímetros de espessura, é construída em concreto armado e tem um furo central de 15 cm de diâmetro. Para o concreto, o traço é de 1-2,5-2,5 (cimento, areia e brita número um, respectivamente). Essa laje, que pode ser construída sobre

o solo, em área plana, ou diretamente sobre as paredes, contém oito vergalhões de 9,53 mm de diâmetro por 1,9 m de comprimento e sete vergalhões de 3,4 mm de diâmetro por 95 cm de comprimento. Para a amarração, com arame recozido, a distância entre cada um dos vergalhões maiores é de 12 cm. Entre os menores, a distância é de 28 cm.

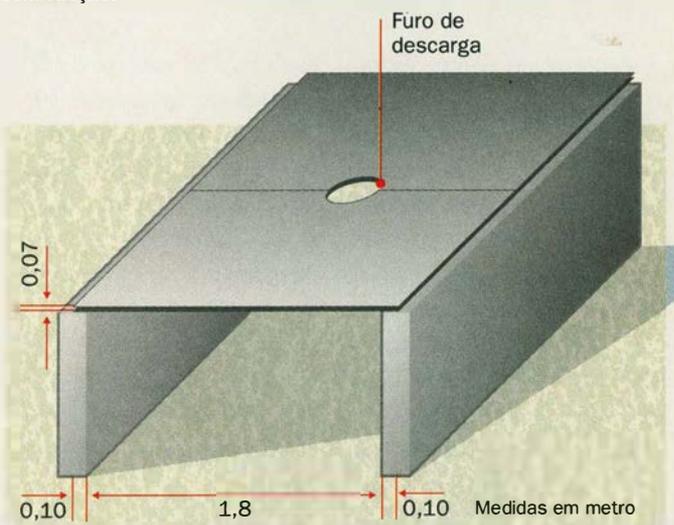
Cinco dias após a concretagem a laje (molhada duas vezes por dia nesse período) pode ser desenformada e, se for o caso, colocada sobre as paredes de sustentação (figura 3), ocupando apenas a metade da área de apoio de cada uma dessas paredes. A sobra na área de apoio permite a redução do custo da construção de novos silos, lado a lado. A argamassa para a fixação da laje tem o mesmo traço da usada para o assentamento dos tijolos.

O esqueleto de sustentação do silo é constituído basicamente de uma armação feita com tela comum para cercas. A tela recomendada é a de arame nº 14, com malha de 50 mm, medindo 1,7 m de largura e 5,7 m de comprimento. Com a tela aberta no solo, passa-se através de suas malhas (no sentido da largura) oito vergalhões de 6,35 mm (1/4") de diâmetro e 1,7 m de comprimento, cada um a 70 cm do anterior (o primeiro é colocado a 35 cm de uma das extremidades da tela). Os vergalhões sustentarão a armação de tela, quando for colocada sobre a laje.

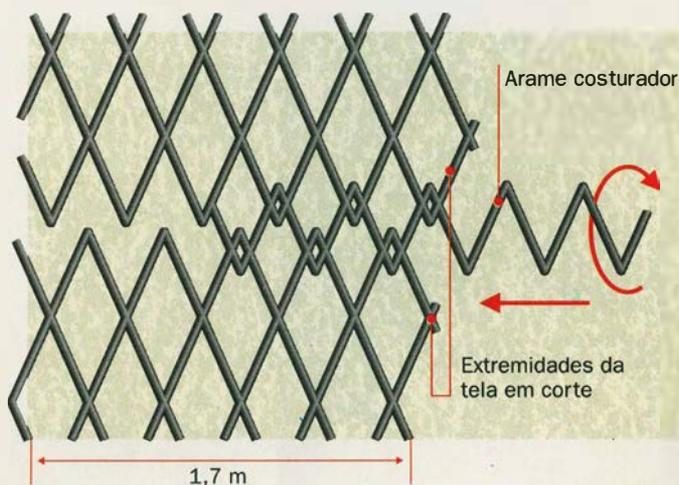
Colocados os vergalhões, as extremidades da tela são



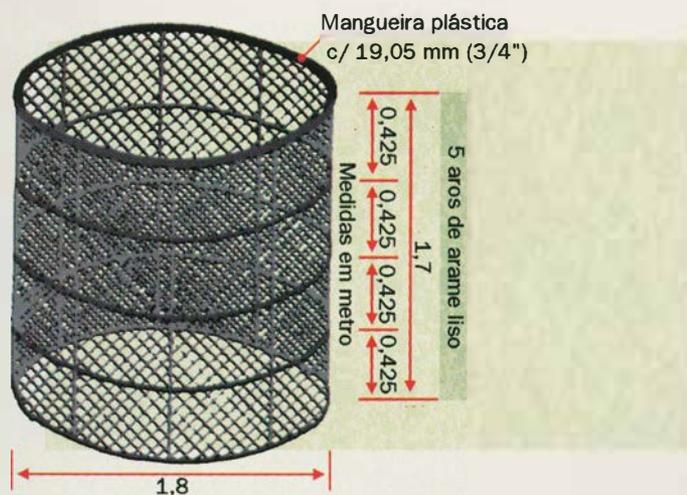
**FIGURA 2. ESQUEMA DAS PAREDES DE SUSTENTAÇÃO DO SILO, APÓS A CONSTRUÇÃO.**



**FIGURA 3. ESQUEMA DA BASE DO SILO, COM A LAJE JÁ COLOCADA SOBRE AS PAREDES.**



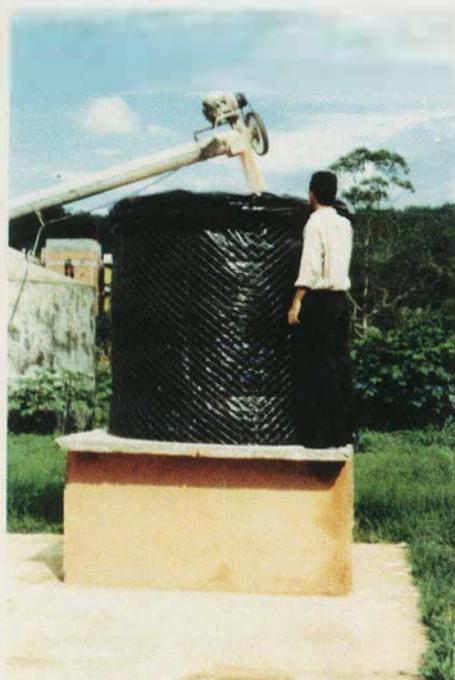
**FIGURA 4. ESQUEMA DA 'COSTURA' DAS EXTREMIDADES DA TELA PARA A FORMAÇÃO DO CILINDRO.**



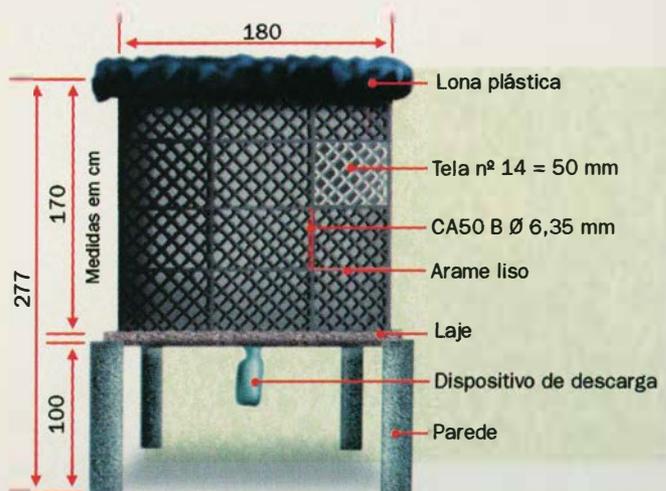
**FIGURA 5. ESQUEMA COMPLETO DA ARMAÇÃO TELADA DO SILO.**

‘costuradas’ – para isso, retira-se o último arame da tela, aproxima-se as extremidades de modo que as curvas externas das malhas fiquem alternadas e coloca-se novamente o arame retirado, ‘costurando’ as malhas nos dois lados (figura 4). As pontas desse arame devem ser unidas às pontas soltas nas extremidades da tela. Em seguida, passa-se cinco aros de arame

liso entre as malhas da tela, no sentido horizontal (dois nas extremidades superior e inferior e os demais a cerca de 42 cm uns dos outros), para dar ao conjunto o formato de um cilindro. Na amarração de vergalhões e aros à malha nenhuma ponta de arame pode ficar voltada para o interior desse esqueleto cilíndrico. Esse detalhe é muito importante, porque a lona plástica que envolverá o produto armazenado ficará por dentro do aramado. Qualquer furo ou corte nessa lona impedirá o isolamento do produto e prejudicará sua conservação.



**FIGURA 7. SILO JÁ MONTADO, ANTES DO REVESTIMENTO EXTERNO, RECEBENDO GRÃOS.**



**FIGURA 6. ESQUEMA DO SILO PRONTO PARA RECEBIMENTO DO PRODUTO.**

A armação do silo é concluída com uma mangueira de PVC de 19 mm (3/4") e 5,8 m de comprimento, que recebe um corte no sentido do comprimento e é adaptada à borda superior do aramado (figura 5), atuando como uma capa protetora. O dispositivo de descarga do silo, bastante simples, é feito cortando-se um pedaço de câmara de ar usada (pneu de caminhão), de 60 cm, sem furos ou cortes, e adaptando-se, a uma das extremidades desse tubo de borracha, um pequeno aro construído com vergalhão de 6,35 mm (1/4") de diâmetro e 80 cm de comprimento. Esse dispositivo será instalado no furo central da laje do silo.

A lona de revestimento interno impermeabilizará o silo, impedindo qualquer contato do produto armazenado com o meio ambiente, reduzindo seu metabolismo e evitando a proliferação de microorganismos e insetos. Para maior segurança, devem ser usadas duas camadas de lona plástica preta, cada uma com seis me-

tros por seis. Os passos para o preparo das lonas são os seguintes: a) abrir uma delas em local limpo, sem danificá-la; b) unir dois dos lados, interna e externamente, com fita adesiva, formando um tubo (sobrepor 10 cm de uma extremidade sobre a outra, para maior impermeabilização); c) repetir a operação com a segunda lona; d) introduzir uma lona dentro da outra, formando um tubo com parede dupla; e e) adaptar o dispositivo de descarga a uma das extremidades desse tubo, vedando bem essa junção.

Com todas as partes prontas, o silo pode ser montado. Para isso, a armação telada é colocada sobre a laje e o tubo de lona plástica é inserido nessa armação, revestindo-a por dentro. A extremidade do tubo com o dispositivo de descarga (que também deve ser bem vedado antes do enchimento do silo) deve ficar dentro do furo central da laje (figura 6). A sobra de lona na parte superior do silo pode ser cuidadosamente enrolada na borda deste (evitando-se

furos ou cortes): essa sobra será usada para garantir seu perfeito fechamento, depois de cheio. O tubo de lona deve ser bem ajustado à armação, para que não fique preso e seja danificado quando o silo estiver sendo enchido.

Os testes realizados durante o desenvolvimento do silo (figura 7) mostraram que este pode receber qualquer tipo de grão: milho, arroz, feijão, soja, café e outros. Mas dois aspectos devem ser rigorosamente observados: os teores de umidade e de impureza do produto. Para retirar o excesso de umidade natural no campo, qualquer grão, antes da armazenagem, deve passar por uma secagem prévia, em secadores ou mesmo ao sol, no terreiro. Os grãos não podem ser armazenados com teor de umidade acima de 12%, porque isso propicia o desenvolvimento de microorganismos, levando a fermentações e à perda do produto. Além disso, as impure-

zas – pedaços de palhas, cascas, folhas, pedras, pó e outras – favorecem os agentes de deterioração do produto. Para ser guardado com sucesso no silo, portanto, o produto deve estar seco, limpo e isento de contaminantes.

Para maior segurança e vedação, o silo deve ser totalmente cheio, formando um excesso arredondado na parte superior, o que aumentará a capacidade de armazenagem e facilitará o escoamento da água da chuva, caso o silo não tenha cobertura.

Após o enchimento, deve ser preparada a fumigação do produto, com pastilhas de fosfeto de alumínio (comumente encontradas no mercado pelo nome Gastoxin). Para isso usa-se um cano de PVC de 19 mm (3/4") de diâmetro e 1,8 m de comprimento, com vários furos laterais (de diâmetro tal que não permitam a passagem dos grãos mas liberem o gás fumigador) e vedado na extremidade inferior com um

tampão cônico (o que facilitará sua introdução na massa de grãos). Os comprimidos ou pastilhas, na quantidade recomendada pelo fabricante, são colocados no cano através da extremidade superior aberta, que deve ser vedada em seguida (para o silo proposto, devem ser usados quatro envelopes, do tipo 3T, de Gastoxin, seguindo-se todas as precauções recomendadas pelo fabricante no rótulo do produto, já que o fosfeto de alumínio é letal também para o homem). Encerrada a operação, o silo é vedado amarrando-se a lona preta como no fechamento de um saco. Acima da lona, deve ser colocado um lençol plástico, de coloração clara, que deve cobrir parte das paredes laterais e ser bem amarrado, para evitar a entrada de ar ou água.

Para a descarga do produto basta colocar um carrinho de mão ou outro recipiente sob o dispositivo de descarga e abri-lo. Quando o silo é des-

carregado apenas parcialmente, o dispositivo de descarga deve, em seguida, ser novamente vedado.

O silo deve ter sua parte externa revestida quando estiver completamente cheio e vedado – o conjunto lona-produto servirá como anteparo interno para a aplicação da argamassa, feita com traço de 1-6-2 (cimento, areia e terra peneirada, respectivamente). Essa argamassa, com cerca de 2,5 cm de espessura, deve receber quando pronta uma pintura à base de cal. A parede externa protegerá a lona, evitando sua perfuração por qualquer agente externo. Mais tarde, quando o silo for totalmente esvaziado, a lona plástica deve ser cuidadosamente removida para a aplicação do revestimento interno (idêntico ao externo). Com isso, o silo estará definitivamente construído e a lona plástica poderá ser recolocada, limpa e bem vedada, para uso futuro.

**• Ciência Hoje Hipertexto**  
**• Ciência Hoje das Crianças Eletrônica**

**Um mundo de ciência na tela de seu computador**

A CIÊNCIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA

**VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA**

**VIRE A REVISTA E RECOMECE A LEITURA**

A TECNOLOGIA, MUITAS VEZES, INVERTE O RUMO DA HISTÓRIA