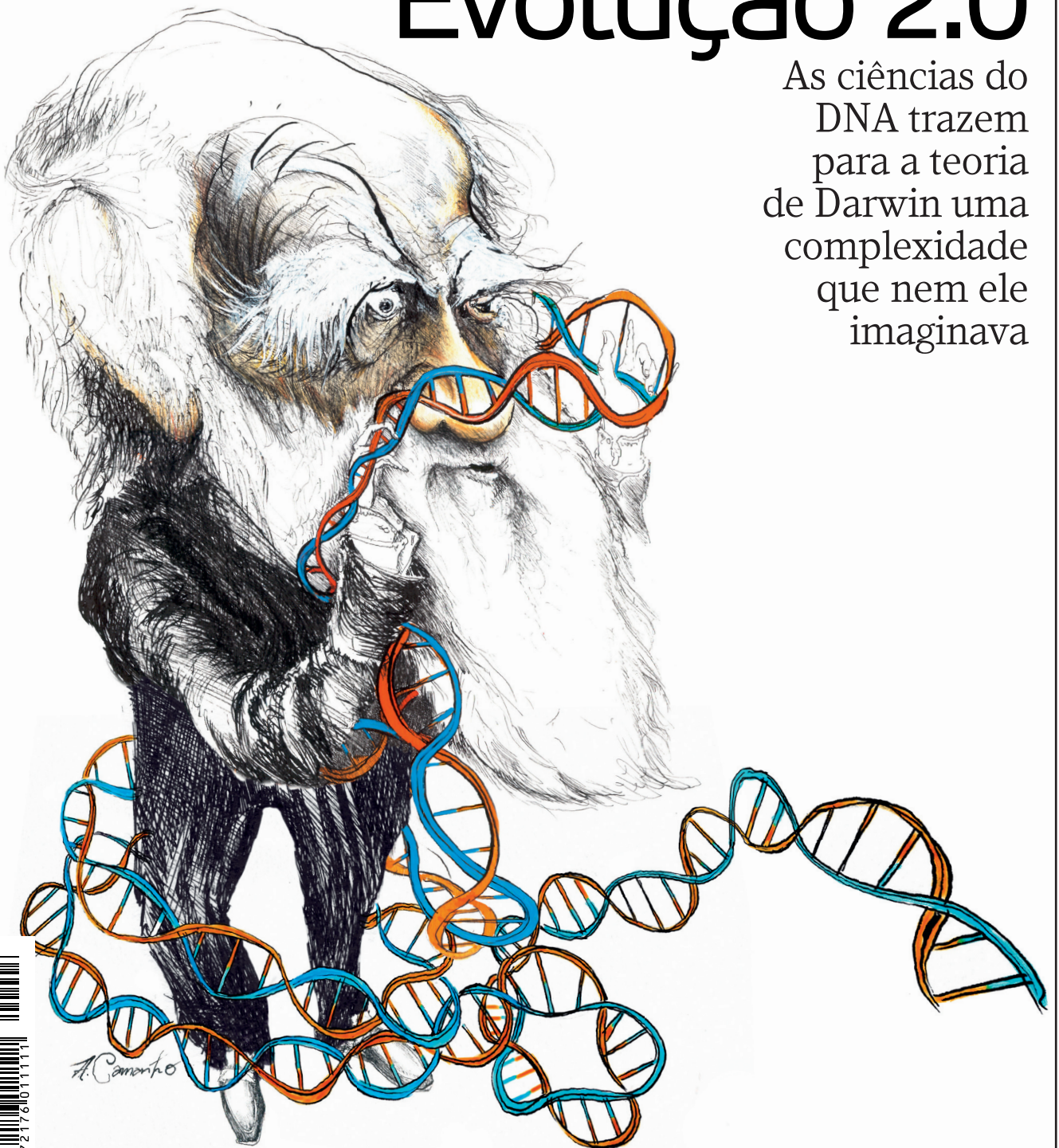


## Evolução 2.0

As ciências do DNA trazem para a teoria de Darwin uma complexidade que nem ele imaginava



COLEÇÃO  
*paradidáticos*

# Para entender a complexidade da vida moderna

Transgênicos, nanotecnologia, reforma agrária e indústria cultural. Temas complexos que desafiam cientistas e pesquisadores, mas que também são essenciais para entendermos a complexidade da vida moderna. Para dar conta de tantos assuntos,



a Editora Unesp preparou a **Coleção Paradidáticos**: livros com linguagem acessível e rápida leitura, por um preço que cabe no seu bolso. Agora, ficou mais fácil entender as questões centrais da ciência e da cultura contemporâneas. Sem perda de tempo.



Apenas

**R\$15,00**



Governador  
José Serra  
Secretário de Ensino Superior  
Carlos Vogt



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Reitor

Herman Jacobus Cornelis Voorwal

Vice-reitor

Julio Cezar Durigan

Pró-reitor de Administração

Ricardo Samih Georges Abi Rached

Pró-reitora de Pós-Graduação

Marilza Vieira Cunha Rudge

Pró-reitora de Graduação

Sheila Zambello de Pinho

Pró-reitora de Extensão Universitária

Maria Amélia Máximo de Araújo

Pró-reitora de Pesquisa

Maria José Soares Mendes Giannini

Secretária-geral

Maria Dalva Silva Pagotto

Chefe de Gabinete

Carlos Antonio Gamero



Presidente do Conselho Curador

Herman Jacobus Cornelis Voorwal

Diretor-presidente

José Castilho Marques Neto

Editor-executivo

Jézio Hernani Bomfim Gutierrez

Assessor editorial

Antonio Celso Ferreira

Superintendente administrativo e financeiro

William de Souza Agostinho

## unespciência

Diretor editorial Maurício Tuffani

Editora-chefe Giovana Girardi

Editor de arte Ricardo Miura

Editores-assistentes

Luciana Christante e Pablo Nogueira

Colunista Oscar D'Ambrosio

Repórter Igor Zolnerkevic

Repórter fotográfico Daniel Patire

Colaboradores Reinaldo José Lopes, Salvador Nogueira

(texto); Clodoaldo Meneguello Cardoso, Daniel Pinheiro,

Daniela Toviansky, Guilherme Gomes e Luiz Machado

(fotografia); Alexandre Camanho e Mario Kanno (ilustração)

Projeto gráfico Buono Disegno

(Renata Buono e Luciana Sugino)

Produção Mara Regina Marcato

Apoio administrativo Thiago Henrique Lúcio

Endereço Rua Quirino de Andrade, 215, 4º andar,

CEP 01049-010, São Paulo, SP. Tel. (11) 5627-0323.

www.unesp.br/revista unespciencia@unesp.br

### imprensa oficial

Diretor-presidente Hubert Alquéres

Diretor industrial Teiji Tomioka

Diretor financeiro Clodoaldo Pelissioni

Diretora de gestão de negócios

Lucia Maria Dal Medico

Tiragem 25 mil exemplares

É proibida a reprodução total ou parcial de textos e imagens sem prévia autorização formal.

## Tempo de uma nova revolução

Este é um mês de festa para a ciência. Há exatos 150 anos, o naturalista inglês Charles Darwin trazia a público seu *A Origem das Espécies*, com um conjunto de ideias – a teoria da evolução por seleção natural – que revolucionariam a biologia e toda uma noção vigente de mundo. De fato, como afirmou em 1964 o biólogo Theodosius Dobzhansky, “nada em biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução”.

Darwin já tinha perfeita noção disso enquanto trabalhava em seus projetos, como escreveu à mulher, Emma, em 1844. “Minha querida Emma, acabo de terminar o esboço de minha teoria sobre as espécies. Se, como creio, minha teoria for verdadeira, e se ela for aceita até mesmo por um só juiz competente, isso será um passo considerável para a ciência. (...) para a eventualidade de minha morte súbita, como meu mais solene e último pedido (...): que dedique 400£ à publicação dela e, além disso, que se empenhe pessoalmente (...) em promovê-la.”

A história mostrou que a importância atribuída pelo naturalista a seu próprio trabalho não era apenas vaidade. Mas a repercussão, aparentemente, foi maior do que ele imaginava. Em sua *Autobiografia*, publicada em 1887, cinco anos após sua morte, escreveu: “Com as modestas habilidades mentais que possuo, é realmente surpreendente, portanto, que eu tenha influenciado, em medida considerável, as crenças dos cientistas sobre algumas questões importantes”.

Suas proposições, complementadas posteriormente por seus seguidores, ainda são a explicação mais robusta para o surgimento das espécies, mas pesquisas em novas áreas, como genômica e epigenética, propõem que talvez seja a hora de as ideias de Darwin passarem por um upgrade, como mostra o repórter Pablo Nogueira na matéria de capa, a partir da pág. 18.

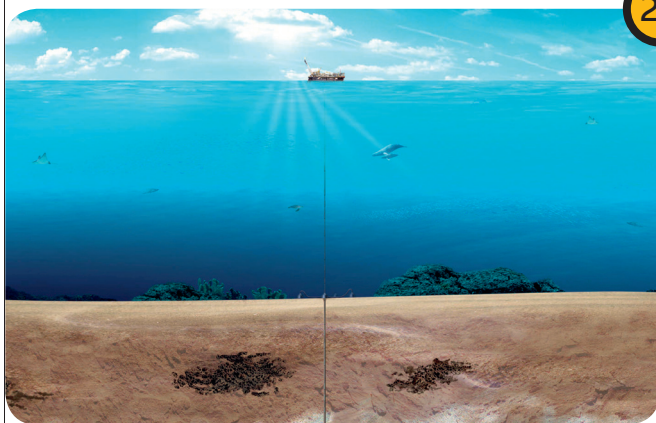
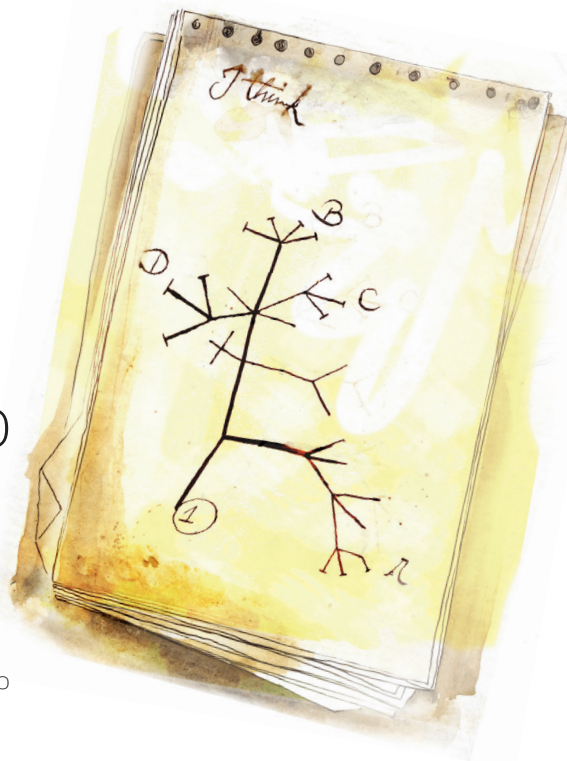
Que a produção não seja vista como um anticlímax em tempos de comemoração. Pelo contrário. Os estudos modernos cada vez mais confirmam que existe, sim, um processo evolutivo. Mas mostram também uma evolução que Darwin, com os recursos de que dispunha na época, simplesmente não tinha como ver.

 Giovana Girardi  
editora-chefe

carta ao leitor

18 Evolução da evolução

Na comemoração dos 150 anos de publicação de *A Origem das Espécies*, pesquisas sobre o funcionamento do DNA mostram que os caminhos que levam ao desenvolvimento de novos organismos são mais complexos do que Darwin pensou originalmente



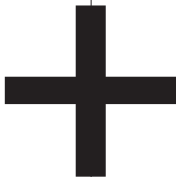
26 A nova era do petróleo

Extrair óleo e gás de grandes profundidades no mar, como no pré-sal, é um desafio para a geologia e uma preocupação ambiental em tempos de aquecimento global



32 Memória paulista

Câmpus de Franca digitaliza 95 volumes de documentos que registram a vida cotidiana em São Paulo e no Centro-Sul do Brasil Colônia



## 6 Perfil

Abraham Zimmerman: o físico que formou gerações no IFT

## 12 Como se faz

A rotina dos cientistas que investigam fraudes em bebidas

## 16 Estação de trabalho

A obstetra e suas bonecas que simbolizam fertilidade

## 36 Estudo de campo

Pesquisadores de Rio Claro são caçadores de dinossauros

## 42 Quem diria

As formigas que abriram mão do sexo para sobreviver

## 44 Arte

Gravuras como aquarelas, e aquarelas como gravuras

## 46 Livros

As cartas de Galileu que tentaram reconciliar ciência e religião

## 48 Click!

A flora do Cerrado enfrenta o desafio do desmatamento

## 50 Ponto crítico

O precário álibi antidarwinista



Calorosas boas-vindas à bem elaborada, bem ilustrada, informativa e muito útil e importante **UnespCiência**. Parabéns calorosos também

aos seus idealizadores e responsáveis, com votos de vida longa de sucesso para mais essa bela iniciativa da nossa querida Universidade.

**Ademar Freire-Maia, professor aposentado do Departamento de Genética do Instituto de Biociências de Botucatu**

Após ler a segunda edição da revista, queria parabenizar a todos que colaboraram em sua confecção pelo ótimo trabalho e pela escolha muito feliz dos temas. A conjugação desses dois fatores com certeza levou a um resultado que extrapola o simples objetivo de levar a informação pura e simples. Ela divulga o conhecimento e a ciência feitos pela universidade. Continuem assim, pois sabemos que mais lutas virão e mais vitórias também.

**Elio Hayasida, analista de informática da Reitoria da Unesp**

Felicitos a Reitoria da Unesp pela oportuna e competente iniciativa de lançar a revista de divulgação científica **UnespCiência**, para a qual, desde já, desejo vida longa. Conteúdo e diagramação do mais alto bom gosto.

**Cássio Leite Vieira, editor de Internacional da revista Ciência Hoje**

Parabéns à Universidade Estadual Paulista pela iniciativa de lançar a **UnespCiência**. Sem abrir mão do didatismo,

a revista foge do lugar-comum e das simplificações, tão costumeiros entre as publicações de divulgação científica que existem no mercado. Espero que vocês continuem sempre assim.

**Marcelo Ferroni, Editora Objetiva**

Quero parabenizá-los pelo lançamento da revista, mais uma publicação de qualidade que procura democratizar a informação e oferecer ao público leigo a possibilidade de travar contato com as histórias do universo da ciência e da tecnologia no Brasil.

**Francisco Bicudo, jornalista**

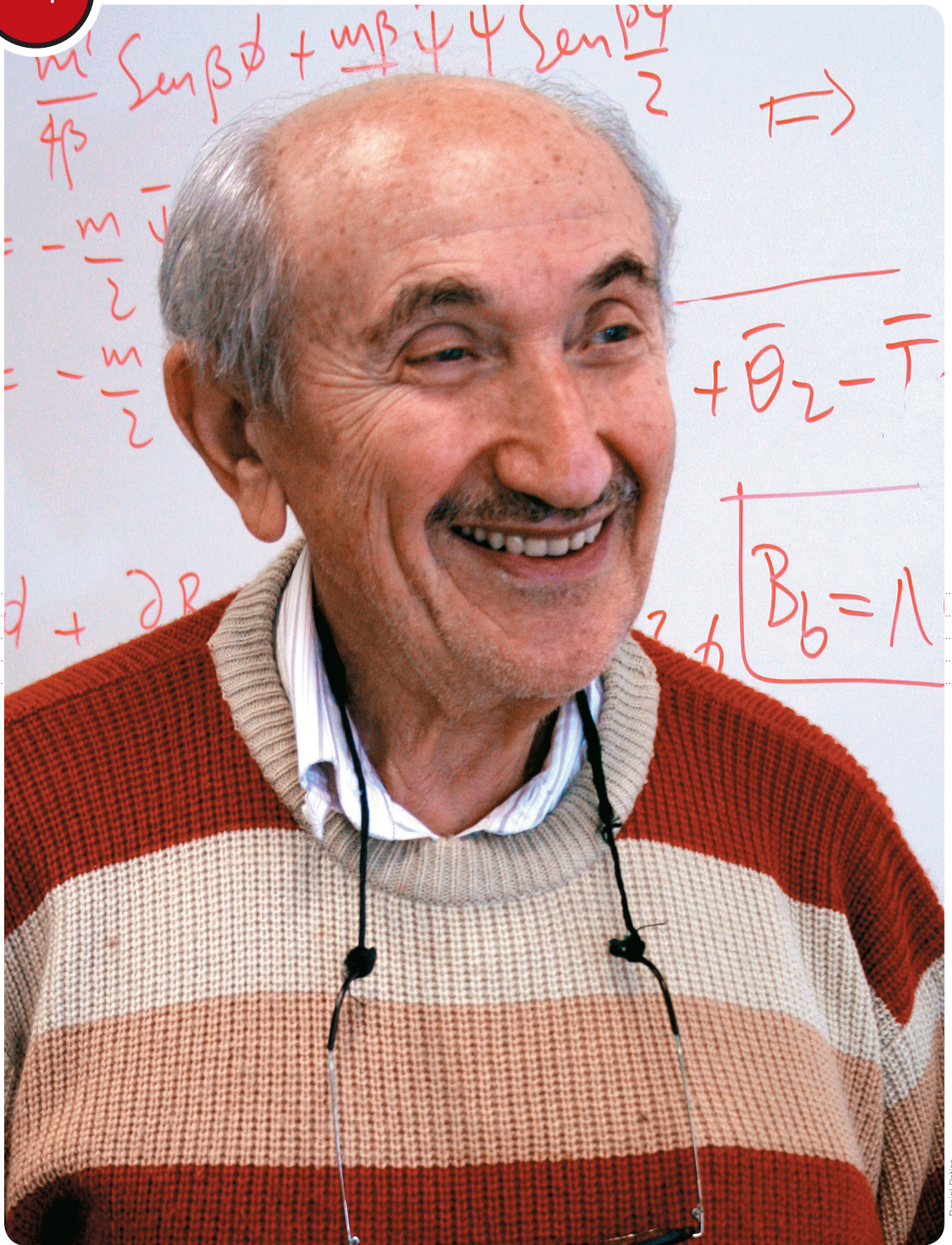
Excelente a reportagem "Droga para o 3º mundo" [edição nº 2, outubro]. Certamente, com essa divulgação do P-Mapa, pesquisadores outros poderão se interessar em estudá-lo e com isso alavancar esse processo complicado que é a produção industrial dessa substância. Irá ajudar muitas pessoas.

**José Américo de Oliveira, Faculdade de Odontologia, câmpus de Araçatuda**

## NA BLOGOSFERA

A matéria de capa da primeira edição [Os quatro séculos da ciência moderna] faz um review da ciência moderna de forma muito elegante e clara, discorrendo sobre a história e a filosofia da ciência nesses últimos quatro séculos, analisando o papel do homem nesse cenário e questionando o papel da religião diante desse contexto. Sem dúvida um ótimo artigo, que eu acho que vale a pena a leitura. **UnespCiência** tem tudo para se tornar uma referência nacional no cenário da divulgação científica brasileira.

**causarum-cognitio.blogspot.com (3/10/2009)**



Daniel Patrice

# Z. Abraham Zimmerman

## Formador de gerações e eterno aluno

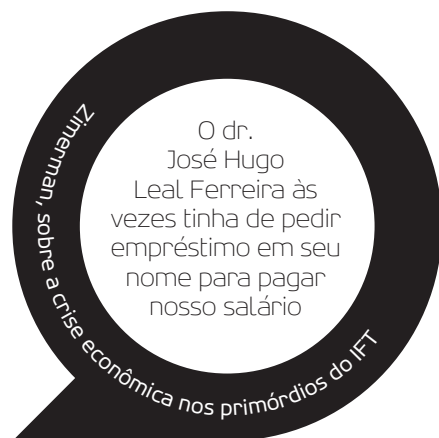
**História do cientista** se confunde com a do Instituto de Física Teórica, que ele ajudou a **consolidar** como um **centro de referência** de pesquisa e pós-graduação no Brasil

Igor Zolnerkevic ●

**E**nsino e pesquisa caminham juntos na vida de Abraham Hirs Zimmerman. Um dos criadores e professores mais ativos do curso de pós-graduação do Instituto de Física Teórica (IFT), ele lecionou para centenas de estudantes, contribuiu para a formação de gerações de pesquisadores e ajudou a erguer um dos principais alicerces do ensino avançado no país. Se hoje é possível obter um título de doutor em Física de nível internacional no Brasil, é graças ao esforço de pioneiros como Zimmerman. Aos 81 anos, ele persiste em uma rotina de professor e pesquisador que pouco mudou desde que começou a trabalhar no IFT em 1954, apenas dois anos após

sua fundação, mantendo um pique de dar inveja a muito aluno de graduação.

Embora aposentado desde 1995, ele vai todos os dias ao IFT, sendo o primeiro a chegar, às sete e quinze da manhã. Assiste a seminários – dos quais continua tomando notas em sua caderneta – e participa das discussões de seu grupo de pesquisa em Física-Matemática, formado por seus atuais alunos (um mestrando, um doutorando e um pós-doutorando) e os alunos de um de seus ex-alunos, José Francisco Gomes, hoje professor do IFT. “Em grupo, sua eficiência aumenta”, explica o sempre sorridente Zimmerman, que só neste ano publicou quatro artigos científicos em parceria com colegas.





## O que dizem

sobre Abraham Zimmerman

**José Francisco Gomes**  
professor do IFT

O vigor e a paixão pelo trabalho são as principais características de Zimmerman. Depois vem o bom humor. É impressionante sua abertura. Sobre qualquer problema que você quiser discutir ele conversa, sem preconceito. Se precisar orientar aluno ou participar de banca, ele vai. Para ele não interessa se o aluno é forte ou fraco, está disposto a orientar qualquer trabalho.

**Ronald Shellard**  
professor do CBPF  
(Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas)

Para a nossa geração, ele era o mito que tinha solução para todos os problemas. Ele deu uma direção, uma estrutura para a pós-graduação que foi essencial.

**José Fernando Perez**  
presidente da Recepta Biopharma,  
ex-diretor científico da Fapesp

Ele passava a visão de que aquilo [a teoria quântica de campos das partículas elementares] era fácil, que os problemas podiam ser resolvidos. Fomos privilegiados por ter aula com ele.

**Luiz Agostinho Ferreira**  
físico da USP de São Carlos

Zimmerman e os Leal Ferreira são a alma do IFT. Mas ele só foi diretor do instituto [em 1971, 1982 e 1983] porque o forçaram. Ele nunca teve ambição política, embora como cientista, apesar de não parecer, seja muito ambicioso.

Ao contrário da maioria dos físicos teóricos, que preferem calcular sozinhos em suas salas, Zimmerman gosta de trabalhar acompanhado, lado a lado com algum colega. Ele passa horas na escrivaninha a rabiscar equações, no verso das páginas de cópias das dezenas de dissertações e teses que examinou ou ajudou a orientar.

São ao todo 151 artigos publicados ao longo de sua carreira como pesquisador, tão interessante quanto a trajetória de educador. “Ele passou por todo o espectro da Física teórica”, conta Gomes. “Trabalhou com a fenomenologia de partículas elementares nos anos 1960 e foi um dos primeiros a trabalhar com supersimetria no Brasil nos anos 1980, em uma época em que a maioria tinha preconceito com o tema [a supersimetria é uma nova lei fundamental da Física, ainda não verificada e que será testada com o novo acelerador de partículas elementares, o LHC].”

O foco de suas pesquisas sempre foi a forma matemática das teorias, que tem explorado mais abstratamente nas últimas décadas. As “álgebras conformes infinitas”, que Zimmerman, Gomes e Luiz Agostinho Ferreira, da USP de São Carlos (outro ex-aluno de Zimmerman), estudam desde 1987, ajudam indiretamente a explicar mistérios da Física de partículas e otimizar a passagem de pulsos de luz por uma fibra ótica.

A comunidade científica reconheceu a dedicação de Zimmerman em 2007, quando a Academia Brasileira de Ciências (ABC) concedeu-lhe o título de comendador da Ordem Nacional do Mérito Científico. Aveso a homenagens – ele nem sequer compareceu à cerimônia de ingresso à ABC, em 1992 –, Zimmerman foi a Brasília receber a medalha de comendador das mãos do presidente Lula por insistência da esposa, *dona* Adélia.

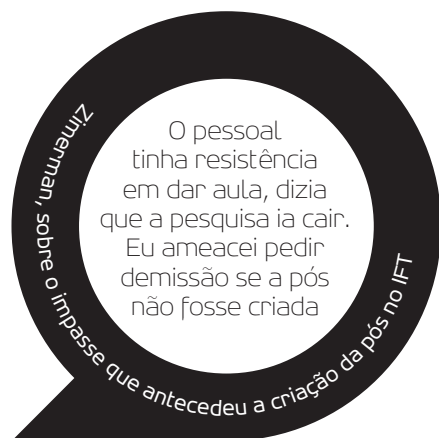
Antes disso, alunos e colaboradores passados e presentes já haviam lhe prestado um tributo quando ele completou 70 anos, em 1998. Eles organizaram uma conferência científica internacional, cujos trabalhos apresentados foram publicados em um *festschrift* (livro feito em homenagem a um acadêmico ilustre). E agora, para o desespero do tímido professor, mais uma homenagem vem por aí. O conselho do

IFT decidiu no mês passado que é hora de transformá-lo em professor emérito. O pedido será agora encaminhado para a Reitoria da Unesp.

Além de modesto, Zimmerman também é reservado, separando bem a vida profissional da privada. Não gosta de levar trabalho para casa, por exemplo. “No fim do dia, põe uma caneta em cima do papel onde parou e vai embora”, conta Agostinho. Também prefere almoçar sozinho, comendo um lanche rápido em sua sala. É a hora em que aproveita para navegar na internet, ler e escrever seus e-mails.

Todo ano, entre julho e agosto, recebe a visita de Henrik Aratyn, da Universidade de Illinois (EUA), com quem fez amizade quando trabalhou no Desy, em Hamburgo (Alemanha), o centro de pesquisa em Física de partículas mais importante da Europa depois do Cern, na Suíça. Zimmerman visitou o laboratório entre 1983 e 1984, a convite do ex-colega de IFT Hans Joos, hoje professor emérito do Desy. Aratyn era um jovem doutorando que Zimmerman ajudou a orientar. Além dos mesmos interesses de pesquisa, os dois compartilham a mesma origem: judaico-polonesa.

Ele e a família vieram para o Brasil em 1935, logo após a falência da fábrica de chocolate de um tio, da qual seu pai era fiador. Foram acolhidos por parentes no bairro do Bom Retiro, em São Paulo. “Meu pai era comerciante, começou como mascate, embora tivesse um bom nível cultural”, lembra. O garoto tinha de trabalhar de dia com o pai e estudava à noite



no Colégio Panamericano – antiga escola particular que deu origem mais tarde ao Colégio Bandeirantes. Aos domingos, ia à casa do colega Elly Silva para estudar. “Foi ele que me animou a fazer Física”, conta.

Silva e Zimmerman foram aprovados no vestibular da USP, que na época incluía exame oral, aplicado pelos próprios professores da então Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. Ali, tiveram a oportunidade de estudar com os pioneiros da ciência básica moderna no Brasil. E fizeram estágios em laboratórios de Física da USP, como o do acelerador de partículas Betatron. Zimmerman, entretanto, não se interessou pelo trabalho experimental tanto quanto seu colega Silva, que permaneceu no Betatron.

Ele queria mesmo era ser professor do ensino básico. Durante a graduação, deu aulas particulares e no cursinho da USP. Depois de formado, em 1952, chegou a ser contratado por um colégio, mas ao ganhar uma bolsa de aperfeiçoamento do CNPq, acabou optando por permanecer na universidade. Nessa época, ajudou a organizar seminários de Mecânica Quântica na USP, durante os quais fez amizade com outro rapaz interessado em Física teórica, chamado Jorge Leal Ferreira (1928-1995).

### Nos primórdios do IFT

Pouco tempo antes, o pai de Jorge havia liderado a fundação de um novo instituto de Física. Empresário bem-sucedido, com bons contatos na alta sociedade civil e militar, o engenheiro José Hugo Leal Ferreira (1900-1978) era um nacionalista que acreditava no potencial da ciência básica de desenvolver o país. Seu ideal era criar um ambiente onde cientistas pudessem pesquisar livres dos empecilhos burocráticos típicos das instituições públicas. O IFT nasceu assim, em 1952, em um antigo casarão na Rua Pamplona, a apenas duas quadras da Avenida Paulista.

Dois anos depois, Zimmerman foi convidado por Jorge para trabalhar no instituto. Em 1956, além dos dois, faziam parte da equipe do IFT o irmão mais velho de Jorge, Paulo Leal Ferreira (1925-2005), formado em Física na USP em 1946, e dois físicos alemães – o jovem doutoran-

**PATRONOS ILUSTRES**  
Hugo Leal Ferreira (mais à esquerda), Gert Molière (de bengala), Paulo Leal Ferreira (ao fundo) e Jorge Leal Ferreira, Zimmerman e Hans Joos (na ponta direita) recebem generais em 1954



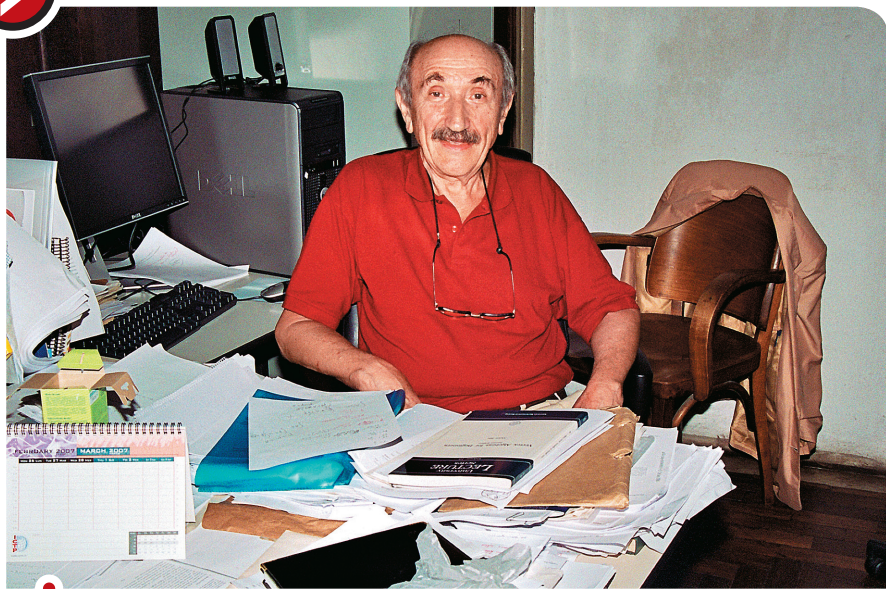
**ALMA DO INSTITUTO**  
Ao lado dos irmãos Leal Ferreira, em 1960. Os três dedicaram suas carreiras integralmente ao IFT



**BLOCOS FUNDAMENTAIS**  
Pessoal do instituto ao lado do casarão, em 1962, durante construção do prédio anexo que mais tarde abrigaria as salas dos alunos da pós-graduação, iniciada em 1971



Fotos: Arquivo IFT



#### AO TRABALHO

Zimmerman em sua sala no casarão do IFT, em 2007, quando recebeu o título de comendador da Ordem Nacional do Mérito Científico



#### ADEUS CASARÃO

Cinquenta e sete anos após sua fundação, o IFT mudou da Rua Pamplona, 145 (esquerda) para um novo prédio, inaugurado em janeiro de 2009



#### O PROFESSOR PEDE PASSAGEM

Todos os dias às sete da manhã, Zimmerman pode ser visto saindo do metrô Barra Funda, enfrentando o trânsito infernal da rua entre a estação e o novo câmpus da Unesp para chegar ao seu instituto

Fotos: Carol Diniz e Daniel Patrão

do Joos, com quem Zimmerman e Jorge escreveram seu primeiro artigo científico, e o orientador dele, o experiente Gert Molière, que veio ao IFT a convite dos Leal Ferreira. Na primeira década do IFT, os fundadores adotaram a política de atrair físicos renomados da Alemanha e do Japão para permanecerem de um a três anos na direção do instituto, orientando pesquisas e promovendo cursos e seminários com cientistas estrangeiros convidados. A ideia era colocar o IFT no mapa-múndi da Física.

A partir de 1961, por conta da inflação e da alta cotação do dólar, ficou difícil para o IFT trazer físicos do exterior para dirigi-lo. Era um sintoma de que a crise financeira crônica que o instituto sofria desde sua fundação se tornava aguda. A esperança original de que o setor privado patrocinaria o instituto se revelou ingênua. Na prática, o IFT subsistia com verbas federais, que mal davam para pagar o salário dos pesquisadores. “O dr. José Hugo Leal Ferreira às vezes tinha de pedir empréstimo em seu nome e pagava nosso salário do bolso dele”, conta Zimmerman.

#### “Pai” da pós-graduação

Em 1968, o instituto estava para fechar as portas. A única solução parecia ser a criação de um curso de pós-graduação, o que permitiria obter verbas extras da recém-criada Finep (Financiadora de Estudos e Projetos, órgão do governo federal de fomento à ciência e à tecnologia).

A atuação de Zimmerman foi fundamental para que isso desse certo. Alguns membros da fundação que sustentava o IFT não concordavam com a pós. “O pessoal tinha resistência em dar aula, dizia que o nível da pesquisa ia cair”, conta Zimmerman, então, ameaçou pedir demissão caso a pós não fosse criada. “Foi a coisa mais importante que fiz na vida insistir na criação do curso”, afirma. “Se fôssemos discutir muito, não ia sair nada.” O impasse acabou se resolvendo no melhor estilo “canetada”. “Felizmente, na época a maioria dos membros do IFT estava viajando e éramos só três: Silvestre Ragusa, Jorge Leal Ferreira e eu, que era o diretor-substituto. Decidimos, então, fazer a pós-graduação, que

começou em 1971”, conta.

“O Moacyr dos Santos [primeiro bibliotecário do IFT] nos dizia que o instituto era um mosteiro antes da pós-graduação”, lembra o físico Ronald Shellard, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, um dos cinco primeiros alunos de mestrado do IFT, que ingressaram em 1971. “A pós trouxe vida ao instituto.” O aluno, que lecionou no instituto mais tarde, entre 1978 e 1983, afirma que Zimmerman tinha um estilo distinto de ensinar. “Ele não dava aula expositiva, mas fazia a gente ler capítulos do livro e fazer os exercícios.”

Agostinho Ferreira recorda-se de um curso de Eletromagnetismo que Zimmerman deu durante seu mestrado, em 1979. Aos sábados, cada um dos oito estudantes da turma se encontrava individualmente com o professor para fazer junto com ele os exercícios do clássico livro didático de Física de Landau & Lifchitz. O processo levava o dia inteiro. “Em um semestre, ele fez todos os exercícios do Landau oito vezes”, conta Ferreira, ilustrando sua energia e dedicação.

“O estudante de Física tem de reconstruir as coisas que já foram feitas e muito bem, para depois poder criar”, explica o professor. Ele compara a formação do pesquisador com o aprendizado dos pintores. “Veja o exemplo de Picasso, que quando jovem copiou muitos quadros clássicos; dizem que as cópias dele são fantásticas.”

Na verdade, antes mesmo da criação da pós-graduação no IFT, Zimmerman e os demais pesquisadores do instituto atraíam alunos da USP, que na época, por conta da repressão do regime militar, carecia de professores. “Em 1969, o único curso de partículas elementares em São Paulo era o do Zimmerman”, lembra o físico e empresário José Fernando Perez, ex-diretor científico da Fapesp. “Entulhávamos o dauphine do Marcelo Gomes (também físico e professor titular da USP) e íamos para a Pamplona duas a três vezes por semana assistir ao curso do Zimmerman e de outros, como o do Paulo Leal Ferreira.”

Nos anos 1980, o financiamento da Finep diminuiu, e o IFT voltou a ter problemas para pagar o salário de seus professores. “Em 1985, a coisa estava tão ruim que o

instituto ia fechar”, diz Zimmerman. “Já estava pensando até em mudar de profissão.”

Na época, Elly Silva, seu antigo colega, havia se aposentado na USP e ido trabalhar como professor na Unesp de Rio Claro. Sabendo das dificuldades do IFT, Silva conversou com os irmãos Leal Ferreira e se dispôs a ajudar, apresentando uma proposta de associação com a Unesp ao então reitor Jorge Nagle, que aceitou prontamente. Pelo convênio, professores, funcionários e estudantes foram incorporados à Unesp, enquanto o imóvel do instituto continuou pertencendo à Fundação IFT.

### Orientador de si mesmo

Para ser contratado pela Unesp, o físico, que tinha apenas o título de graduação, teve de defender uma tese de doutorado, em 1987, tarefa que fez de um modo no mínimo peculiar – ele foi orientado por si mesmo. Na banca examinadora, apenas colegas e ex-parceiros da USP.

“A arguição foi mais uma homenagem”, conta Agostinho Ferreira. Na banca examinadora, Henrique Fleming, professor da USP, brincou dizendo que agora o placar estava “quatro a um”. Zimmerman havia participado da banca de mestrado, doutorado, livre-docência e de professor titular de Fleming.

Olhando em retrospectiva, a incorporação da Universidade ao final foi uma pequena interferência dentro da rotina quase religiosa cumprida ao longo das décadas em que diariamente caminhou pela manhã de seu apartamento no bairro de Higienópolis até o casarão da Pamplona, onde costumava chegar às vezes às cinco da manhã.

Nem mesmo a mudança do IFT, no início deste ano, para o câmpus da Barra Funda abalou seu ânimo. A diferença é que agora ele tem de pegar ônibus e metrô para chegar lá. “Nunca gostei de carro”, conta.

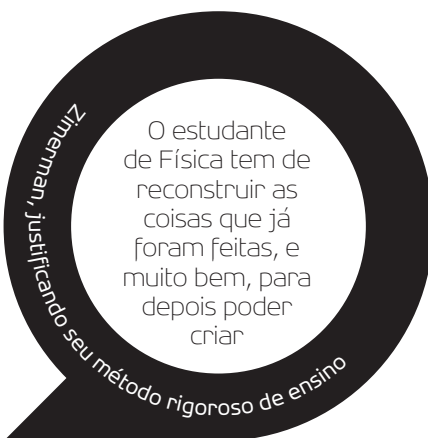
Todos os dias ele acorda às quatro e meia da manhã para fazer os exercícios que teve de aprender após uma queda em que quebrou o fêmur, seis anos atrás. Conseguiu voltar a andar três meses após o acidente com um trabalho de fisioterapia. “Não posso falhar com o exercício, ele é fundamental”, afirma, obediente.

Durante o período em que ficou de molho, dona Adélia pediu aos amigos Gomes e Agostinho que o visitassem para discutir um pouco de Física ao pé da cama. “Ele fica aflito quando não tem um cálculo para fazer, um problema para resolver”, justifica Agostinho.

Às seis da manhã toma um lanche, seis e meia sai de casa e às sete e quinze está no IFT, sem atraso, mesmo com o tráfego intenso da rua que separa a estação do metrô do câmpus. Logo de manhã, é meio difícil atravessar ali, mas ele não é de esperar que alguém o ajude. Ergue sua bengala pedindo passagem e vai.

Tanto quanto a vontade de ensinar, sua vontade de aprender impressiona colegas como Cassius de Mello, professor da Universidade Federal de Alfenas e ex-aluno do IFT, que divide sala com Zimmerman quando visita o instituto. “Apesar da enorme experiência, ele está sempre aberto a escutar, a verificar o que parece óbvio, mas pode não ser”, diz Mello. O físico não perde a oportunidade de aprender algo de novo, nem que precise voltar ao banco escolar.

Quando Agostinho retornou ao IFT após seu doutorado no Reino Unido, em 1985, resolveu dar um curso no IFT sobre as novidades matemáticas que aprendera por lá. “Professor, o que está fazendo aqui?”, assustou-se quando chegou na sala de aula e encontrou Zimmerman na primeira fila. “Vim assistir a seu curso”, o mestre respondeu. “E ele faz isso até hoje”, conta o ex-aluno, que viu recentemente Zimmerman assistir a um curso de Física de supercordas com a garotada.





# Quem mexeu na minha cerveja?

Luciana Christante ●

Atrás de fraudes do setor de bebidas, cientistas de Botucatu vão até o nível atômico dos produtos para desmascarar aqueles que vendem gato por lebre, ou, neste caso, milho por cevada



Fotos: Guilherme Gomes

**É** de se esperar que a cervejinha do happy hour venha da cevada, assim como o vinho tenha como matéria-prima exclusiva a uva. Mas nem todo produtor leva essa regra muito a sério, e toca a tomar cerveja de milho e arroz ou vinho de cana-de-açúcar pelo Brasil afora. Difícil de detectar pelos métodos químicos mais tradicionais, a fraude só começou a ser desmascarada recentemente, com o trabalho dos cientistas do Centro de Isótopos Estáveis Ambientais, do Instituto de Biociências da Unesp em Botucatu.

As análises feitas no laboratório chefiado por Carlos Ducatti, a serviço do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), são uma pedra no sapato para os que têm planos de lucro fácil.

O grupo desenvolveu métodos pioneiros no Brasil para identificar a origem do álcool em uma bebida. Em uma garrafa de

vinho, por exemplo, é considerada fraude se a adição de açúcar à matéria-prima for superior a 30% – o que pode ser detectado pela proporção entre etanol de cana e de uva no conteúdo alcoólico total do produto. A mesma lógica se aplica ao ácido acético do vinagre.

Na cerveja, a adulteração acontece quando o fabricante exagera na quantidade de milho ou arroz, substituindo o malte de cevada, que deve compor pelo menos 50% da matéria-prima, segundo a norma.

Apesar de não trazer riscos à saúde, o uso ilegal de matérias-primas mais baratas não só lesa os consumidores como compromete a qualidade dos produtos, além de prejudicar os empresários que trabalham corretamente, mas acabam perdendo competitividade, explica Ducatti.

Foi por isso que um grupo de fabricantes de vinagre o procurou, em 2004. Queriam

entender como seus concorrentes conseguiam vender o produto por um preço muito menor. “Constatamos que, em algumas marcas de vinagre, a única coisa de uva era a ilustração do rótulo”, relembra.

O episódio acabou desmascarando também práticas inescrupulosas entre vinicultores. As análises apontaram falsificação inclusive em vinagres produzidos dentro das normas. Constatou-se que o vinho usado como matéria-prima já vinha adulterado, com alto teor de álcool de cana. O Ministério da Agricultura se interessou pelo caso, e algumas indústrias de vinagre passaram a investir nas pesquisas para desenvolver uma metodologia específica para fiscalização desses produtos, atualmente em prática.

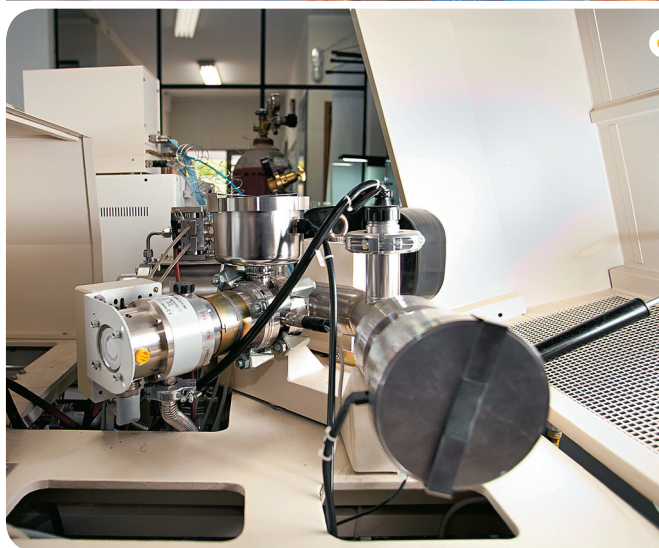
O Centro de Isótopos Estáveis Ambientais é o único laboratório brasileiro credenciado pelo ministério para realizar esse





tipo de análise. “Foi o que permitiu, nos últimos anos, colocar ordem no mercado brasileiro de vinhos e de vinagre”, afirma Waldemar Venturini, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, também em Botucatu, que é parceiro do grupo nas pesquisas sobre bebidas.

Depois do vinho e do vinagre, foi a vez de as cervejas produzidas no país entrarem na berlinda. Realizado há quatro anos com cervejarias de diversos estados, o levantamento revelou uma situação menos problemática. “De forma geral, nossa cerveja está dentro da lei”, diz Ducatti. “A adulteração foi exceção.” Em apenas 6% dos produtos analisados encontraram-se mais de 50% de etanol originário de cereais não-maltados, como milho e arroz. Ainda assim, pondera o pesquisador, esse percentual representava, na época, mais de 60 milhões de litros por ano.



**PARA PESAR ÁTOMOS**  
Primeiramente, o material passa por destilação (*no alto*), que geralmente resulta numa mistura de álcool e água. Depois, esse conteúdo é levado ao espectrômetro de massa (*ao lado*), onde é queimado e convertido em gás carbônico

### Iguais, mas diferentes

Quimicamente falando, o etanol produzido na fermentação da cana é idêntico ao etanol originário da fermentação da uva ou de qualquer outra matéria-prima. Para saber quem é quem, os cientistas baseiam-se em propriedades físicas da matéria que remontam às origens do Universo. Aí entram os isótopos estáveis.

Todos os átomos de carbono foram criados a partir do Big Bang. Mas, por uma pequena “falha de fabricação”, por assim dizer, nem todos têm a mesma massa. Precisamente 98,892% têm em seu núcleo seis prótons e seis nêutrons. É o chamado carbono 12, que por sua predominância na natureza representa o elemento na tabela periódica. A maioria dos átomos restantes, conhecidos como carbono 13, recebeu um nêutron a mais e ficou mais pesada.

Diferentemente do carbono 14 (dois nêutrons a mais) – que é radioativo e não entra nessa conta –, os carbonos 12 e 13 são estáveis, de modo que a proporção deles não se altera com o tempo. Essa mesma “falha” ocorreu com os átomos de nitrogênio, oxigênio e hidrogênio, que também têm isótopos estáveis.

Para entender as análises feitas em Botucatu é preciso ter uma noção geral de como as proporções desses isótopos se



Fotos: Daniela Toviansky

### MICROAMOSTRAS

Quantidades pequenas da amostra são injetadas dentro do equipamento que é capaz de medir as diferenças de massa entre os isótopos de carbono 12 e 13

modificam depois de passar pela maquinaria fotossintética das plantas, explica Ducatti, um físico que acabou tendo que aprender muito sobre fisiologia vegetal.

Os carboidratos produzidos pela cana, por exemplo, têm bem menos carbono 13 que sua matéria-prima, o gás carbônico captado pelo vegetal na atmosfera. Já no caso da uva, esse conteúdo é ainda menor. Isso ocorre porque as duas plantas têm ciclos fotossintéticos diferentes: no jargão da área, a cana é C4 e a uva é C3 (o código se refere ao número de átomos de carbono formados dentro do vegetal a partir do primeiro composto).

Em outras palavras, são vias bioquímicas bem distintas. “Se o álcool tem origem numa planta C3 (cevada, uva e arroz, por exemplo), ele vai ter uma assinatura isotópica característica, diferente do álcool que veio de uma planta C4 (como a cana e o milho)”, elucida o pesquisador.

Para azar dos adulteradores, a maioria das adulterações envolve um composto originado de uma planta de ciclo fotossintético diferente daquela que deveria ser a matéria-prima do produto. Mas há algumas exceções, como no caso da cerveja com álcool de arroz. A fraude é impossível de detectar pela análise dos isótopos de carbono porque tanto a gramínea como a cevada são plantas C3. “Nesse caso, temos que analisar a proporção isotópica de outro elemento, como nitrogênio ou oxigênio”, afirma Ducatti. A estratégia também teve de ser usada depois que fraudadores de vinho e vinagre (C3) começaram a usar álcool de laranja (também C3) em vez do etanol de cana (C4), para tentar passar impunes, conta o pesquisador.

O Centro de Isótopos Estáveis está equipado para analisar as proporções isotópicas de carbono e nitrogênio, mas em breve hidrogênio e oxigênio também serão contemplados com a expansão do laboratório que será financiada por um projeto temático da Fapesp e outro do CNPq em parceria com o Mapa. Na lista de compras, o equipamento mais cobiçado é o novo espectrômetro de massa (o atual já é bem antigo), peça-chave nesse tipo de análise.

Antes de levar a amostra ao equipamento, os pesquisadores fazem uma destilação

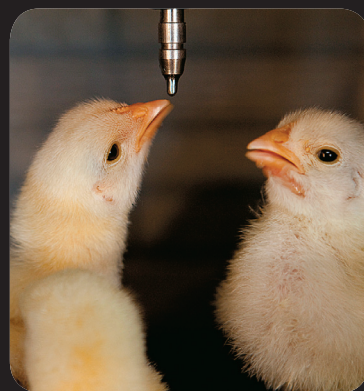
para extrair do produto apenas álcool e água, no caso do vinho e da cerveja, e ácido acético e água, no caso do vinagre. Na máquina, a mistura é queimada e convertida em gás carbônico. Um feixe de elétrons então ioniza o gás. Ao passar por um campo eletromagnético, os íons percorrem trajetórias distintas, dependendo de sua massa atômica, até caírem numa peça chamada copo de Faraday, onde recuperam o elétron perdido e geram uma corrente elétrica característica para cada isótopo.

### Farsa doce

Com as metodologias de análise de vinho, vinagre e cerveja já validadas, o novo foco do laboratório são os sucos de fruta. Aqui, a pesquisa é mais trabalhosa, explica Venturini, porque é preciso validar um método para cada fruta e para cada tipo de suco, que pode ser integral, adoçado, light, néctar ou polpa. O objetivo é detectar a presença de açúcar exógeno (geralmente sacarose ou glicose), que é vedada no caso dos sucos integrais e light. O pesquisador ressalta, porém, que nem sempre as alterações são resultado de fraudes deliberadas. “Elas podem indicar também falhas no processo de produção.”

Alunos de mestrado, doutorado e pós-doc estão avaliando produtos à base de pêssego, uva, caju, manga e goiaba. Estudos preliminares têm revelado problemas. Nos sucos de pêssego, por exemplo, de onze marcas analisadas, só três estavam em conformidade com a legislação. Na versão light, o resultado foi pior. Todas as marcas tinham açúcar adicionado, o que é preocupante, considerando os consumidores diabéticos.

Atualmente, o foco do laboratório são os sucos de fruta. O objetivo é detectar a presença de açúcar exógeno (geralmente sacarose ou glicose), que é vedada no caso dos sucos integrais e light. Análises preliminares já apontaram problemas



## Frango “verde”

Uma outra frente de trabalho dos pesquisadores do Centro de Isótopos Estáveis é tentar identificar a presença de proteína animal na ração consumida por frangos exportados pelo Brasil. A origem do alimento das aves vem sendo motivo de preocupação dos importadores, principalmente dos europeus (que compram frango) e dos japoneses (ovos), que temem a disseminação de doenças transmitidas por príons, a exemplo do que ocorreu com o mal da vaca louca no Reino Unido, em meados dos anos 1990.

“A fiscalização hoje é feita com a inspeção das granjas e análise microscópica da ração, para detectar material de origem animal. Mas é muito fácil fraudar esses processos”, explica Juliana Célia Denadai, aluna de pós-doc do laboratório. Ela e colegas tentam desenvolver um método de certificação, um selo verde para o frango nacional. Para isso, fazem ensaios com animais alimentados com ração de assinatura isotópica controlada, de modo a entender como ela se transfere para os tecidos.

# Marilza Vieira Rudge

Com mais de 8 mil partos na bagagem, a professora do Departamento de Obstetrícia da Faculdade de Medicina, em Botucatu, e pró-reitora de Pós-Graduação da Unesp gosta tanto de seu objeto de trabalho que passa seu tempo livre colecionando grávidas em miniatura. São estatuetas, bonecas e outros objetos que simbolizam a fertilidade feminina, comprados por ela em viagens pelo país e exterior ou presenteados por colegas ao longo dos 40 anos de profissão.

Se você conhece alguma sala engraçadinha, exótica, curiosa, mande sua sugestão para [unespciencia@unesp.br](mailto:unespciencia@unesp.br)  
Aceitamos denúncias anônimas.



## SANTINHA

A estatueta de Nossa Senhora do Bom Parto, protetora das grávidas, veio da cidade do Porto e foi presente de um colega português, em 2002



## PRODUÇÃO EM SÉRIE

Para Marilza, esta peça trazida de uma de suas viagens ao Nordeste ilustra um sério problema em muitas regiões do Brasil: a falta de planejamento familiar





Fotos: Daniela Toviansky

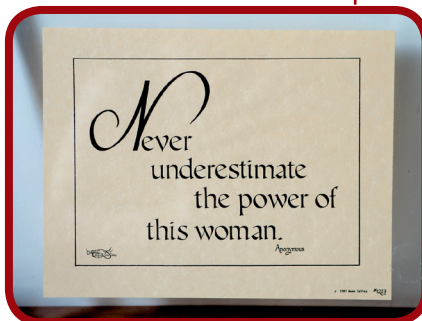
### RAINHA DO CANGAÇO

Em visita a Fortaleza, na década de 1990, a professora pediu a um artesão que fizesse uma mulher grávida. Ele a surpreendeu com a "mãe de Lampião"



### BARBIE-MÃE

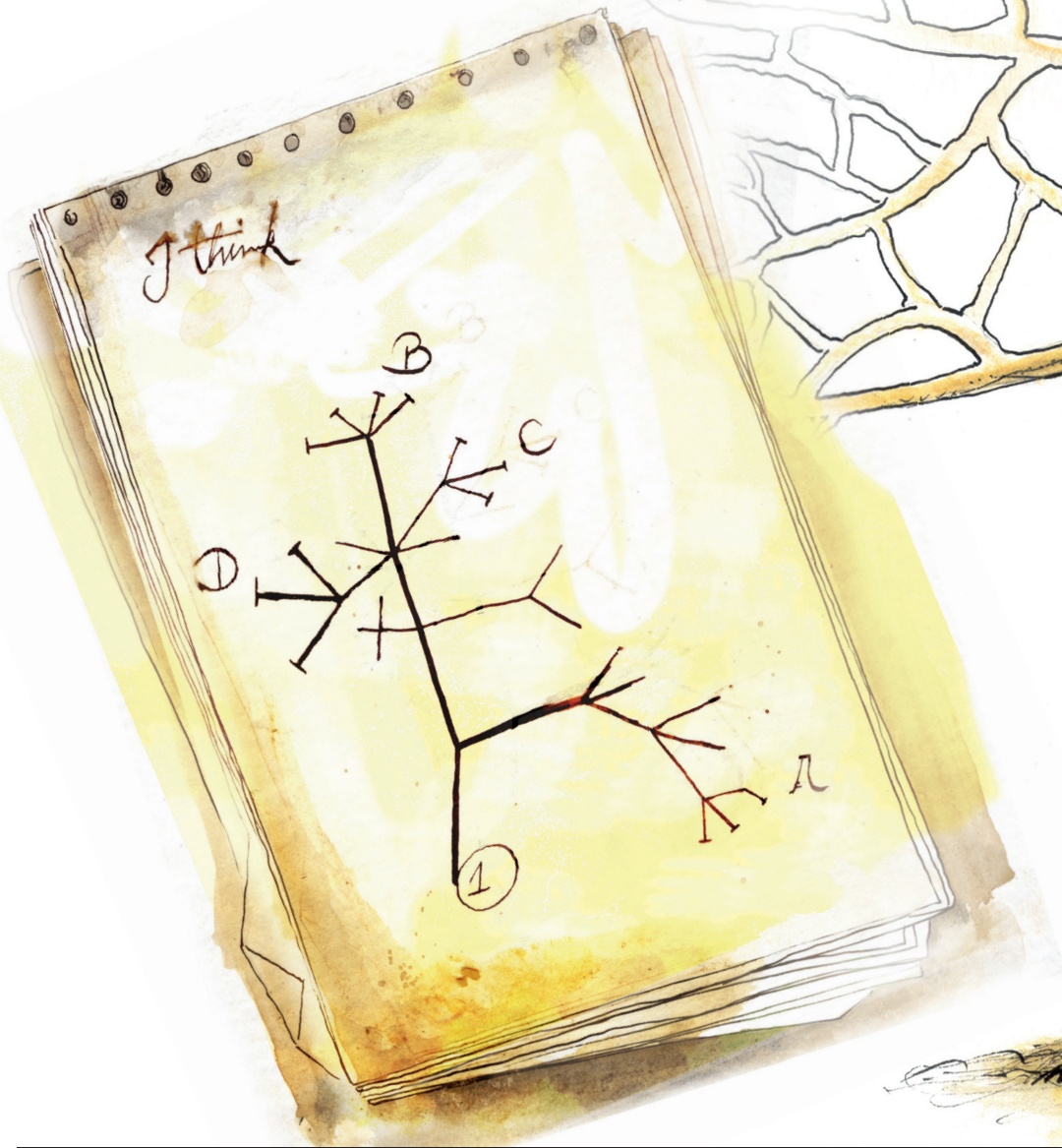
Apesar do preço salgado, ela não resistiu e comprou a boneca grávida num hotel de luxo em Campinas nos anos 1990, por ocasião de um congresso de Obstetrícia



### MULHER MARAVILHA

Tida pelos colegas como uma mulher energética, a professora achou que o quadrinho, comprado na Flórida, em 1988, a descreve bem

# O que nem Darwin





# imaginava

Um século e meio após a publicação de *A Origem das Espécies*, estudos do genoma e do impacto do ambiente sobre ele desenham uma *Arvore da Vida* bem mais complexa do que imaginou seu autor

Neste novembro as comemorações do bicentenário de nascimento de Charles Darwin (1809-1882) vão atingir seu ponto máximo. Foi neste mês, há 150 anos, que ocorreu a publicação da primeira edição de *A Origem das Espécies*, o livro que inscreveu o naturalista no hall dos grandes gênios da ciência. Embora ninguém questione a grandiosidade do feito intelectual de Darwin – afinal, conceitos como adaptação, evolução e seleção são alguns dos fundamentos da biologia moderna –, são cada vez mais expressivas as vozes que defendem que *A Origem...* não é a última palavra na tentativa de explicar os mecanismos pelos quais a vida se reinventa e se

diversifica. Observações feitas em novas áreas de investigação, como a genômica e a epigenética, não encontram paralelo no pensamento de Darwin. E há quem proponha que talvez seja necessária uma nova revolução conceitual na biologia.

Na verdade, o que se ensina hoje sobre evolução já é uma versão expandida e melhorada do pensamento do naturalista inglês. Darwin não conhecia, por exemplo, o trabalho do monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884), apesar de eles terem sido contemporâneos. Foi somente no início do século 20 que biólogos do Ocidente tiveram contato com os estudos de Mendel sobre hereditariedade, o que levou ao conceito de gene e ao surgimento da genética.



A fusão das ideias propostas pelos dois pensadores começou a ser elaborada na década de 1930 e recebeu o nome de Síntese Evolutiva ou neodarwinista. Em suas elaborações, os biólogos neodarwinistas reservaram para o gene um lugar central.

Mutações na sua estrutura levariam ao aparecimento da grande diversidade de características dos seres vivos, sobre as quais atua a seleção natural. A maior ou menor vantagem adaptativa conferida ao organismo por uma mutação resultaria na variação da frequência da mutação em uma população. Traços como o comportamento social e cooperativo em insetos, animais e até em humanos seriam apenas esforços dos organismos para assegurar a transmissão de suas fitinhas de DNA, mantendo elevadas as frequências daqueles genes. Essa visão, que muitos taxaram de “genocêntrica”, foi radicalizada pelo inglês Richard Dawkins, que afirmou nos anos 1970 que a preservação das sequências de bases nitrogenadas “é a razão última de nossa existência”, e que todos os organismos são só grandes “máquinas de sobrevivência” do próprio material genético.

### Papel dos genes

Provêm justamente do estudo dos genes – mais especialmente da genômica, a disciplina que estuda os mecanismos do genoma (o conjunto de genes) – as novidades que estão pondo em xeque algumas das ideias mais tradicionais sobre evolução. “Antes da genômica, havia poucas formas de pesquisar a evolução experimentalmente”, lembra Ney Lemke, professor do Instituto de Biociências da Unesp de Botucatu e pesquisador na área de redes biológicas. “Ficava-se restrito ao estudo de fósseis, a experimentos de reprodução dirigida e a pouca coisa mais.”

Hoje há várias formas de observar em tempo real o processo de variação e seleção que leva ao surgimento de novas variedades de organismos, como exemplifica o pesquisador. “Alguns experimentos cultivam colônias de bactérias tipo *Escherichia coli* [comumente encontrada no intestino humano] em laboratório por décadas, monitorando o aparecimento das mutações no genoma e as consequências que elas

acarretam para as sucessivas gerações. Isso permite acompanhar a evolução passo a passo e testar modelos para refutá-los ou confirmá-los. A pesquisa sobre evolução passa de um debate qualitativo e abstrato para o âmbito da avaliação quantitativa.”

A pesquisa genômica abriu os olhos dos pesquisadores para uma série de fenômenos de cuja existência nem Darwin nem seus seguidores suspeitavam (veja os quadros na página ao lado e nas próximas). São mecanismos como a transmissão horizontal de genes (THG), que consiste na troca de sequências de bases e de pedaços inteiros de genoma entre seres tão diferentes como vírus, bactérias, plantas e animais, incluindo o homem. Ou a metilação de DNA, que permite que indivíduos portadores das mesmas características genéticas apresentem aspectos bem diferentes. Também surpreendem as grandes diferenças de arranjos na estrutura do genoma que podem ser observadas em espécies que, evolutivamente falando, são muito próximas. E, como se não bastasse todo esse movimento, alguns geneticistas estão repensando até a própria definição de gene.

Quando o Projeto Genoma Humano foi iniciado, em 1990, acreditava-se que ele traria a chave para a compreensão do *Homo sapiens*. “Na época havia a crença de que a maior parte dos genes se destinava a codificar proteínas. Por isso, uma vez descoberto esse código, esperava-se que seria possível prever o desenvolvimento do indivíduo”, explica Gustavo Maia Souza, professor-colaborador da Unesp de Rio Claro. Ao longo dos anos 1990 foram

anunciadas descobertas de genes supostamente responsáveis por originar as mais diversas características, do alcoolismo à homossexualidade. O projeto chegou ao fim em 2003, e até 2008 resultados mais acurados continuavam sendo divulgados.

Mas, ao longo desses anos, uma reviravolta aconteceu. Em vez dos cerca de 100 mil genes estimados, os biólogos encontraram menos de 30 mil. Descobriu-se que mais da metade não codificava nenhuma proteína, sendo por isso batizada de “DNA lixo”. E mesmo a parte “funcional” do genoma se comportava de modo estranho, com alguns genes se mostrando capazes de codificar mais de uma proteína. Hoje sabemos que até a posição do gene pode influenciar sua capacidade de dar origem a uma proteína. E que o tal do DNA lixo tem o poder de regular os mecanismos de síntese proteica, estabelecendo os momentos e circunstâncias em que ela vai ocorrer.

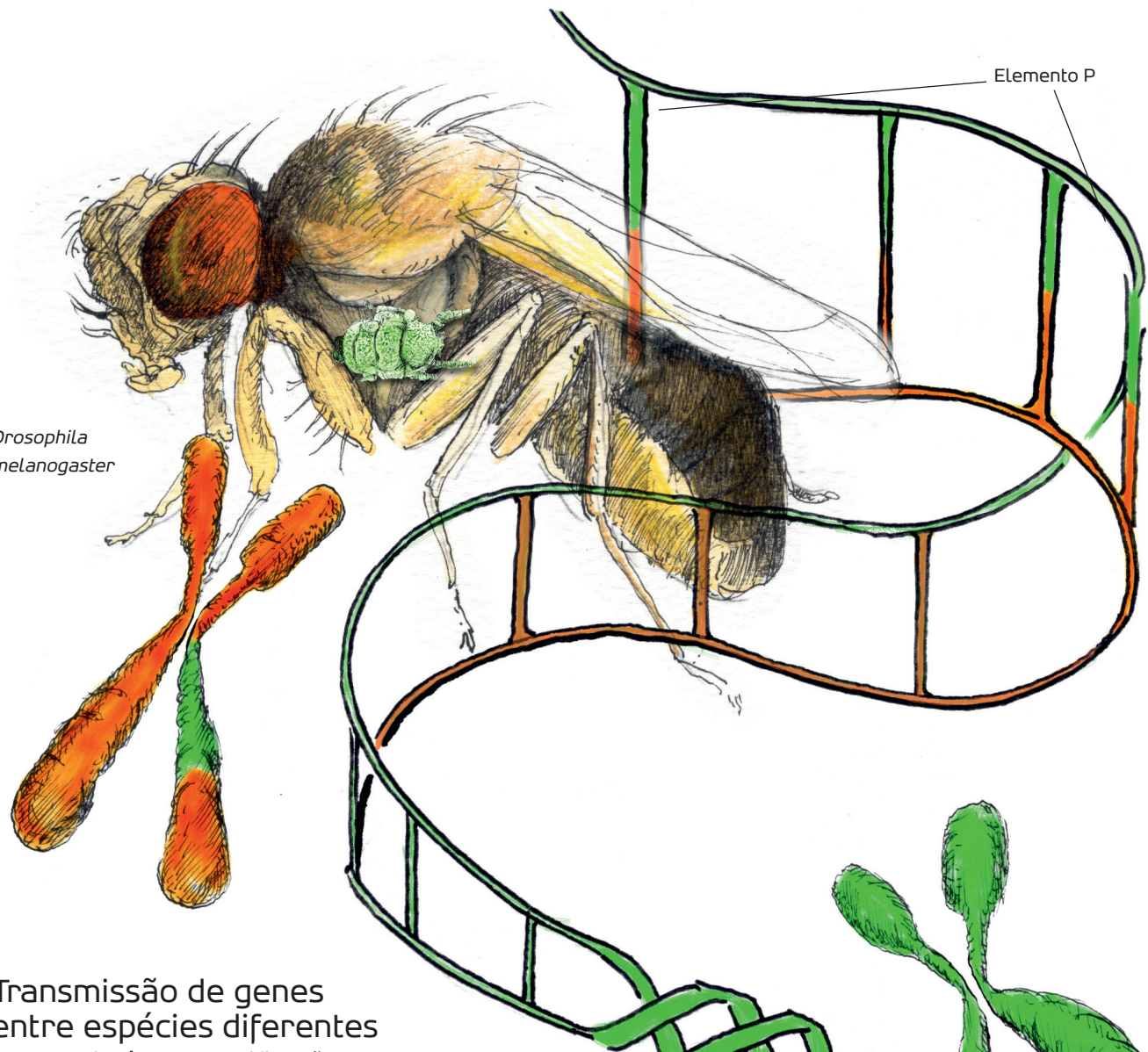
“Hoje os geneticistas falam na ação combinada de dezenas ou centenas de genes que interagem simultaneamente para afetar a expressão de uma única característica”, escreve a bióloga israelense Eva Jablonka em seu livro *Evolution in four Dimensions*. “Ficou para trás a época em que o genoma era visto como uma biblioteca de genes individuais – unidades autônomas que produzem sempre o mesmo efeito. E se o genoma é um sistema organizado, em vez de apenas uma coleção de genes, então o processo que gera variação pode ser uma propriedade do próprio sistema, que é regulada e modulada pelo genoma e pela célula”, diz ela.

### Árvore redesenhada

Tais descobertas estão sendo lentamente assimiladas ao repertório de noções sobre evolução. Uma das primeiras formulações esboçadas é uma crítica à chamada “árvore da vida” – o clássico gráfico que o inglês esboçou para explicar seu pensamento. Acontece que a colocação das espécies distintas em “galhos” divergentes sugere uma transmissão de genes apenas da espécie ancestral para a sucessora, pressupondo um isolamento entre os organismos que não é compatível com o que sabemos agora a respeito da troca horizontal de genes.

A descoberta de mecanismos como a **transmissão horizontal de genes** abalou um dos principais símbolos do darwinismo, a **Árvore da Vida**, que ele **desenhou para ilustrar** sua teoria de que todos os seres vivos provêm de um ancestral comum

*Drosophila melanogaster*

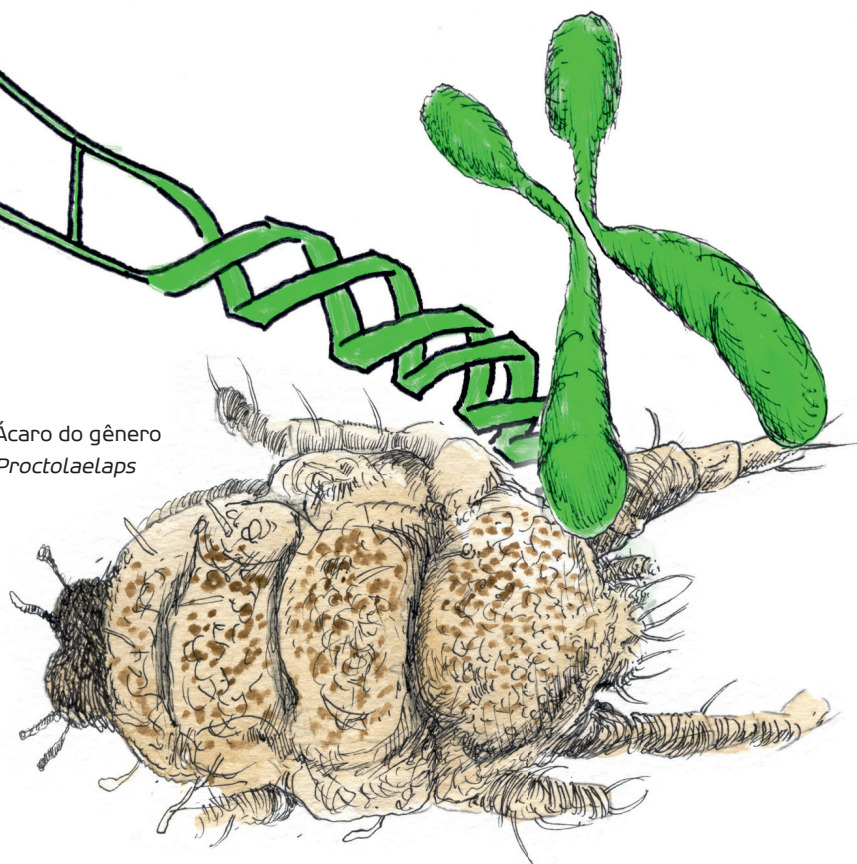


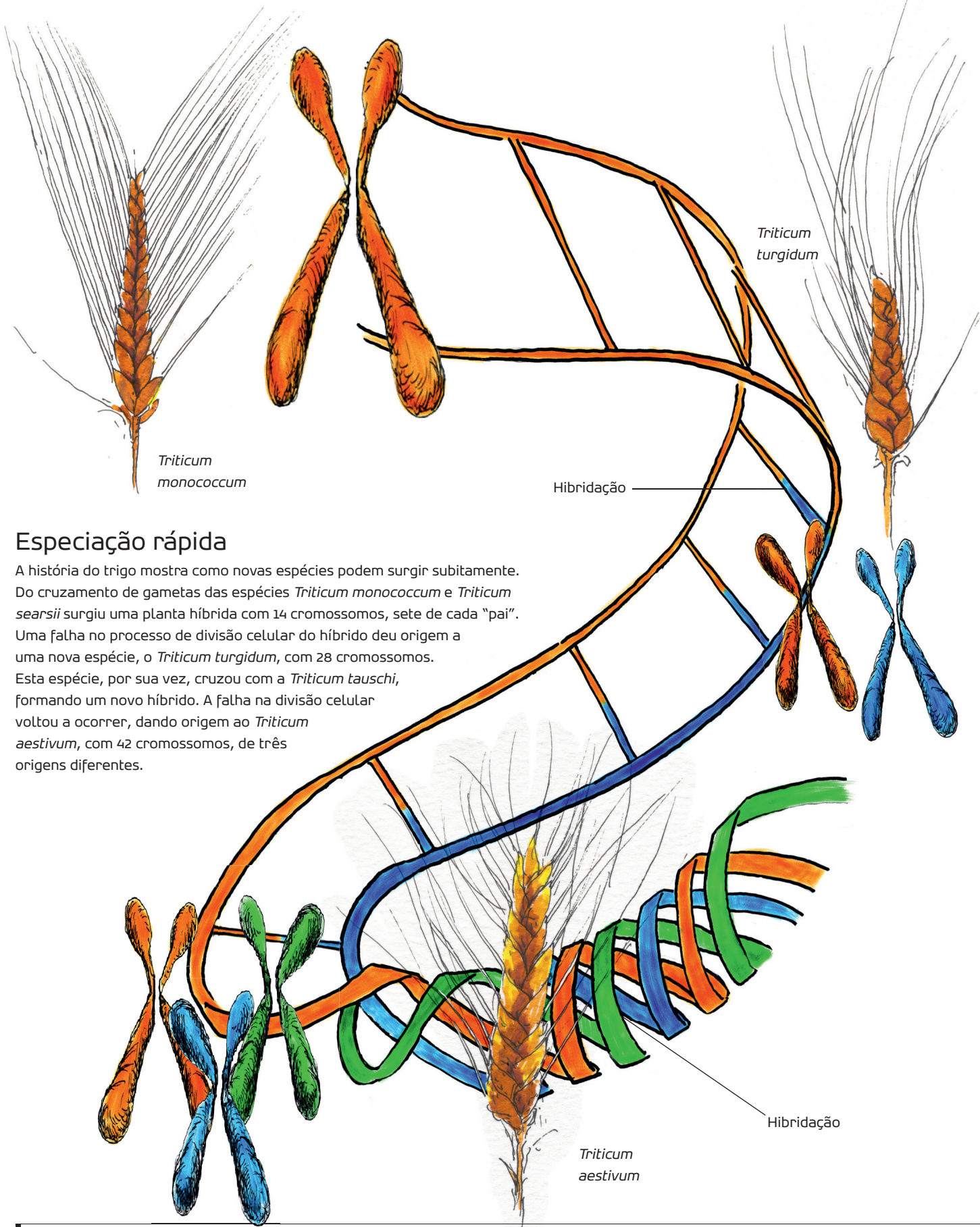
Elemento P

## Transmissão de genes entre espécies diferentes

As moscas do gênero *Drosophila* estão entre os animais mais pesquisados pelos cientistas, sendo muito utilizadas nos estudos de genética. As larvas dessas moscas são uma fonte de alimento para ácaros, que por essa razão costumam rondar os criadouros. Mas a interação entre as duas espécies pode ser mais complexa. Uma pesquisa feita com a *Drosophila melanogaster* encontrou no seu código genético o chamado "elemento P", uma sequência de DNA que tem a propriedade de ser deslocada para diferentes posições do genoma. Os pesquisadores acreditam que o elemento P encontrado ali estava originalmente no código genético de ácaros do gênero *Proctolaelaps*. A exata maneira como ocorreu a transmissão de genes entre uma espécie e outra ainda é desconhecida.

Ácaro do gênero *Proctolaelaps*





## Especiação rápida

A história do trigo mostra como novas espécies podem surgir subitamente. Do cruzamento de gametas das espécies *Triticum monococcum* e *Triticum searsii* surgiu uma planta híbrida com 14 cromossomos, sete de cada "pai". Uma falha no processo de divisão celular do híbrido deu origem a uma nova espécie, o *Triticum turgidum*, com 28 cromossomos. Esta espécie, por sua vez, cruzou com a *Triticum tauschii*, formando um novo híbrido. A falha na divisão celular voltou a ocorrer, dando origem ao *Triticum aestivum*, com 42 cromossomos, de três origens diferentes.

“Com certeza, no primeiro bilhão de anos após o surgimento da vida, a transferência horizontal de genes era algo muito frequente entre os seres vivos”, explica Aldo Mellender, geneticista e professor de História das Ideias sobre Evolução Biológica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. “E mesmo hoje continua havendo grande troca de material por essa via”, diz. “Fenômenos como o aumento de resistência entre bactérias do tipo *E. coli* se devem à capacidade que elas têm de trocar genes entre si”, complementa Lemke.

“A transmissão horizontal de genes implica que certas características de um organismo são oriundas de outras espécies que vivam no mesmo ambiente. A ideia da árvore da vida não se sustenta”, diz. Mellender concorda: “A imagem da árvore [original] ficou comprometida. Mais adequado é imaginar uma figura onde os vários galhos estejam ligados uns aos outros.” A ilustração que abre esta reportagem mostra à esquerda a árvore de Darwin e, à direita, a proposta para englobar a transmissão horizontal.

Outro conceito visado é o de que as transformações nos organismos são gradativas. Em sete oportunidades, Darwin escreveu que *natura non facit saltum* (a natureza não dá saltos). Os seres vivos passariam por pequenas mudanças. Se elas conferissem alguma vantagem adaptativa, seriam acumuladas ao longo do tempo, e o processo eventualmente levaria ao surgimento de novas espécies. Essa perspectiva foi questionada ainda no século 19 por ninguém menos do que T. H. Huxley, na época o mais destacado defensor das ideias de Darwin. Mas no século 20 o gradualismo foi abraçado pela síntese neodarwinista.

Somente nos anos 1970 o paleontólogo americano Stephen J. Gould (1941-2002) chamaria a atenção para o fato de que há poucos fósseis que retratam a transição entre espécies. Ele procurou formular uma nova teoria, denominada Equilíbrio Pontuado, que sugere que o surgimento de novas espécies ocorre de forma mais rápida. Hoje o argumento fóssil de Gould é complementado pelas evidências genômicas.

A transmissão horizontal faz com que alguns seres vivos subitamente incorporem ao seu genoma genes inteiros de uma

espécie diferente. “Também são comuns episódios onde se vê toda a reorganização da estrutura de DNA de um organismo”, diz Lemke. “A evolução embaralha o genoma, reorganiza, faz rearranjos complexos que podem ser comparados a saltos. É um processo muito maior do que só o acúmulo de pequenas mutações”, complementa.

Mellender afirma que mesmo a síntese neodarwinista já falava na possibilidade de eventos rápidos de especiação. E a genômica só tem reforçado a possibilidade. “Um exemplo que vemos de salto é o fenômeno da poliploidia entre os vegetais”, explica. Ele cita o trigo. Os ancestrais da planta tinham 14 cromossomos. Nas gerações seguintes, por problemas de divisão celular e hibridizações, acabaram surgindo indivíduos com 42 cromossomos, configurando uma espécie nova (veja ao lado).

Talvez a mudança conceitual mais significativa esteja no papel desempenhado pelo ambiente no processo de evolução. Para Darwin, as condições ambientais atuavam como uma peneira sobre os seres vivos em perpétua transformação, favorecendo algumas características surgidas e descartando outras. Mas os estudos em epigenética têm mostrado que, além de selecionar modificações em organismos, os fatores ambientais têm o poder de causá-las.

Um dos primeiros defensores desta ideia foi o biólogo inglês Conrad Waddington (1905-1975), que cunhou o termo epigenética. Em série de experimentos feitos nos anos 1940, ele expôs larvas de moscas drosófilas a elevadas temperaturas. Como resultado do choque térmico, 40%

Talvez a mudança mais conceitual proposta pelas novas pesquisas seja sobre o papel do ambiente no processo evolutivo. Em vez de atuar como mero filtro sobre as características, como proposto por Darwin, o ambiente teria o poder de causá-las

das moscas, ao se tornarem adultas, demonstravam uma diferença na aparência: não apresentavam mais o característico desenho de veias nas asas. Waddington então fazia com que as moscas com a modificação cruzassem entre si, e submetia a prole ao mesmo tratamento de exposição ao calor. A seguir, repetia o processo de selecionar os espécimes sem sinais de veias e de fazê-los cruzar entre si.

O resultado é que, em cada etapa, crescia o número de indivíduos que, embora possuísem a configuração genética para tal, não exibiam veias. Em menos de 20 gerações, eles chegaram a constituir 90% da população. Mais impressionante foi constatar que, a partir da 14ª geração, algumas moscas começaram a apresentar a modificação sem nem passarem pela exposição ao calor. Apenas pelo cruzamento, o biólogo obteve uma população com quase 100% dos indivíduos sem marcas nas asas. Em outras palavras, um traço adquirido havia sido assimilado e incorporado pelo mecanismo de hereditariedade, sem que houvesse mutações nos genes. Há ocorrências disso inclusive em humanos.

### “Reabilitação” de Lamarck

Essas descobertas de certo modo reabilitam ideias do francês Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829), que afirmava que características adquiridas por indivíduos em suas interações com o ambiente podiam ser transmitidas à prole. Ele propunha, por exemplo, que girafas têm pescoço comprido porque seus pais tiveram de se esticar para alcançar alimento nas árvores. Quando Darwin propôs que o ambiente era apenas uma instância de seleção de variações, Lamarck foi posto de escanteio.

O pensamento neodarwinista estabeleceu uma profunda separação entre os processos internos que geram o organismo e o mundo exterior. Reunir esses dois elementos é o desafio para os teóricos da evolução do século 21, que poderiam, num gesto surpreendente, adaptar algumas das ideias lamarckistas para a era genômica. “É possível que existam mecanismos lamarckistas que permitam a herança de mudanças genômicas induzidas por fatores ambientais. Mas até recentemente



a afirmação de que variações adquiridas poderiam ser herdáveis constituía uma heresia grave que não deveria ter lugar na teoria evolutiva”, escreve Eva Jablonka.

“Para o neodarwinismo, o organismo era um sistema fechado. Tudo o que acontecia nele era decorrência de um código informacional, o genoma”, diz Gustavo Maia Souza. “A epigenética abre o sistema, pois reconhece que os seres vivos, mesmo possuindo uma base genética, dependem também do contexto ambiental. O contexto onde aquele genoma está vai refletir em leituras distintas daquela informação.”

Souza acredita que as novas descobertas irão fazer crescer na biologia os estudos de sistemas complexos, justamente o tema da disciplina que ele ministra em Rio Claro. “Os estudos em epigenética chegam a ser revolucionários”, avalia Mellender. “Estão trazendo uma evidência tão forte que é difícil negar. Talvez por fruto da herança de Darwin, tenhamos dado ênfase demais a uma visão do ambiente agindo apenas como um filtro. Não está sendo fácil aceitar que ele possa ter um papel muito mais importante do que se pensava anteriormente.”

Para Souza, a mudança que se avizinha deverá ser ainda maior. “O pensamento clássico via os genomas como sistemas fechados, é determinista e reducionista: tal gene gera tal proteína”, diz. “A epigenética mostra que os sistemas biológicos, mesmo tendo uma base genética, são dependentes do contexto ambiental.” Com base nisso, ele defende a adoção de uma descrição dos organismos na qual eles sejam vistos como sistemas autoorganizados, de modo que a variabilidade de características dos seres vivos não se deveria à aleatoriedade, mas a propriedades físico-químicas intrínsecas dos organismos.

#### Ponto contra o criacionismo

É importante ressaltar que tais propostas de revisão crítica das ideias de Darwin em nada beneficiam adversários do pensamento evolucionista como os adeptos do criacionismo ou do Design Inteligente. Muito pelo contrário. Mellender explica que um dos argumentos do DI é que fenômenos como o movimento dos flagelos em micro-orga-

nismos se baseiam em interações moleculares tão complexas que não poderiam ter se formado gradualmente. Já teriam surgido “prontos”. Dá-se a este argumento o nome de complexidade irreduzível.

Mas pesquisadores da genômica já conseguiram formar redes de interação metabólicas altamente complexas, envolvendo mais de 20 mil proteínas. E elas foram formadas por pequenos acréscimos e perdas, exatamente da maneira prevista pelo princípio da seleção natural. Lemke diz que mesmo a nossa visão sobre o funcionamento dos flagelos mudou. “A genômica mostra de forma bastante clara que esse processo ocorreu ao longo de muito tempo. Temos inclusive uma ideia dos passos evolutivos. No caso da *E. coli*, por exemplo, podemos mostrar que as proteínas que compõem o flagelo ocorrem em outras espécies de bactérias, em muitos casos com funções levemente diferentes”, explica. “A ideia de complexidade irreduzível não encontra comprovação empírica”, diz Mellender.

Há quem sustente, porém, que nenhuma grande revisão da síntese neodarwinista seja necessária, pelo menos por enquanto. É o que pensa Guaracy Rocha, coordenador do curso de Ciências Biológicas da Unesp em Botucatu, que há 20 anos ministra a disciplina de evolução. “A essência do pensamento darwinista consiste em afirmar que os organismos se modificam, que essas modificações acontecem por um processo de seleção que atua entre as diversas variantes e que essas variações não ocorrem com fins específicos. Nada disso é contestado pelas descobertas feitas na genômica e na epigenética”, diz.

Apesar de proporem algumas mudanças aos preceitos de Darwin e seus seguidores, as críticas não dão suporte aos adversários do evolucionismo, como os adeptos do criacionismo. Pelo contrário, elas reforçam as previsões da seleção natural

Quanto à árvore da vida, Rocha concorda que a imagem não mais representa o conhecimento que temos hoje, embora ressalte que ela traduzia, e bem, o que se sabia na época em que foi proposta. Ele acredita que a principal contribuição trazida pelas pesquisas efetuadas nos últimos anos é a possibilidade de compreender melhor os mecanismos que levam à formação de novas espécies entre as várias formas de seres vivos – um problema, aliás, que Darwin não chegou a solucionar, apesar do título de seu livro. “Estamos vendo que o processo de surgimento de espécies novas entre os vegetais é totalmente diferente do que se pode observar em bactérias ou em vírus. Essa nova variante da gripe suína, por exemplo, surgiu da recombinação de três espécies anteriores de vírus, através de um mecanismo que décadas atrás a gente nem sequer suspeitava que existisse.”

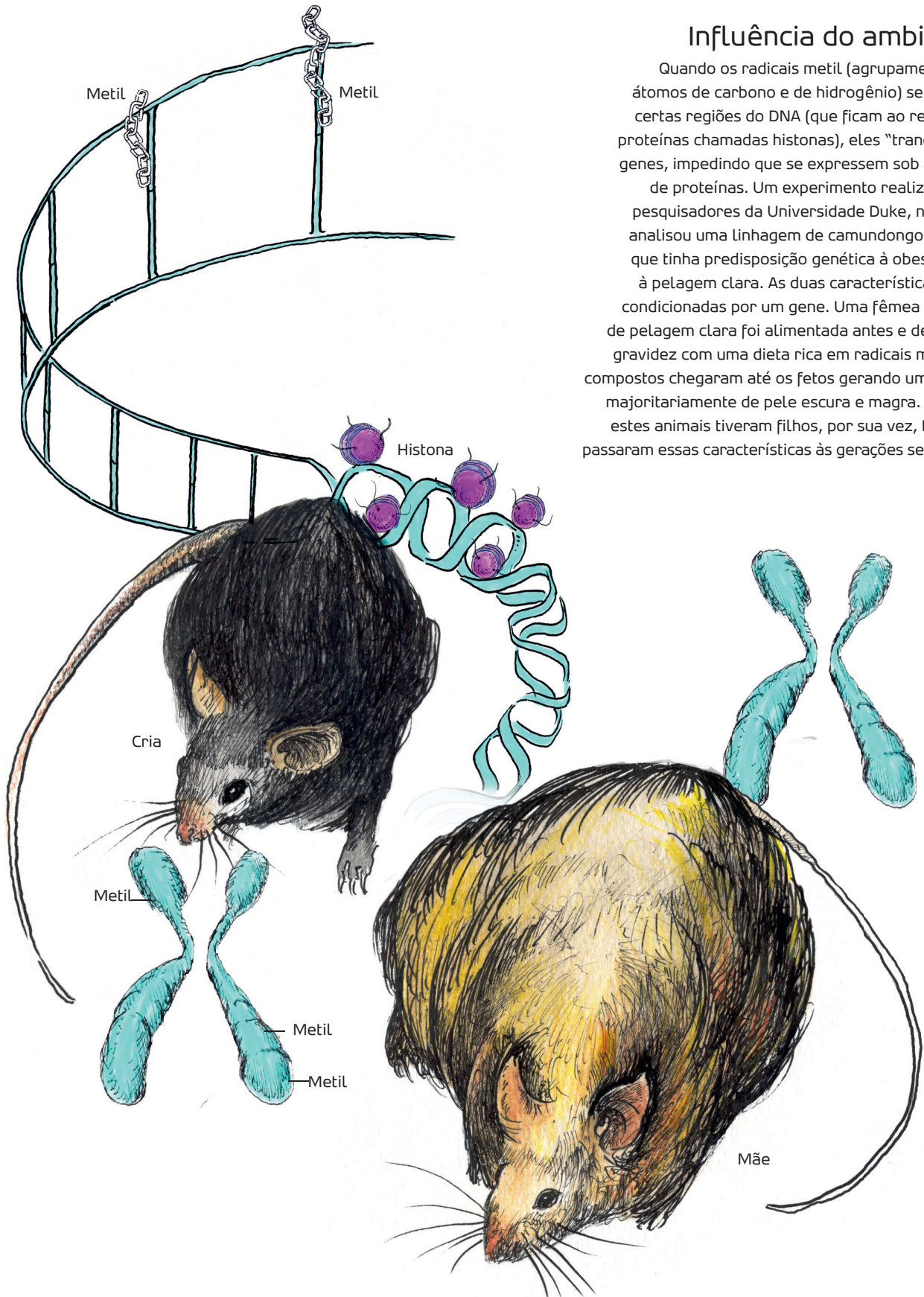
Ele afirma que Darwin tinha mais interesse por Lamarck do que se pensa hoje em dia, mas contesta a visão de que a epigenética possa levar a uma retomada das ideias do francês. “Já se sabia antes que a expressão do genoma resulta da interação entre este e o ambiente. Mas as mutações nos genes, que podem ou não ser inibidas por fatores ambientais, não surgiram especificamente para atender a nenhuma função. Elas foram produzidas e descartadas pela ação da seleção. E isso não é lamarckismo, é darwinismo”, diz.

Para os defensores de uma revisão da teoria, o problema é que ainda há lacunas a serem preenchidas, como afirma Souza: “Darwin demonstrou de uma forma muito bonita que existe um processo evolutivo. A questão é se ele é geral. As evidências da paleontologia demonstram isso. Agora como isso acontece é que é complicado. A seleção natural é um mecanismo forte, mas não de criação de espécies”.

Diante dessa diversidade de visões, é de se esperar, pelos próximos anos, discussões vigorosas entre as várias correntes, que talvez venham a culminar em uma teoria da evolução 2.0. Mas, independentemente de qual venha a se mostrar predominante daqui a 20 ou 30 anos, tanto umas quanto outras, na verdade, são expressões do profundo valor científico da obra de Darwin.

## Influência do ambiente

Quando os radicais metil (agrupamentos de átomos de carbono e de hidrogênio) se ligam a certas regiões do DNA (que ficam ao redor das proteínas chamadas histonas), eles "trancam" os genes, impedindo que se expressem sob a forma de proteínas. Um experimento realizado por pesquisadores da Universidade Duke, nos EUA, analisou uma linhagem de camundongos agouti que tinha predisposição genética à obesidade e à pelagem clara. As duas características eram condicionadas por um gene. Uma fêmea obesa e de pelagem clara foi alimentada antes e depois da gravidez com uma dieta rica em radicais metil. Os compostos chegaram até os fetos gerando uma prole majoritariamente de pele escura e magra. Quando estes animais tiveram filhos, por sua vez, também passaram essas características às gerações seguintes.



# Pré-sal:

## desafios científicos e ambientais

Modernas tecnologias levaram à descoberta de imensas reservas de petróleo no Brasil e no resto do mundo; extrair óleo e gás de grandes profundidades é uma difícil missão para geólogos e engenheiros e um dilema para um planeta em mudança climática

Nas décadas de 1970 e 1980, era comum ouvir que o petróleo do mundo iria se esgotar por volta do ano 2000. O Pró-Álcool, por exemplo, que hoje coloca o país em posição de destaque na corrida mundial por biocombustíveis, foi fortemente motivado por essa premissa, hoje aparentemente equivocada. Quase dez anos depois do que seria o triste fim dos combustíveis fósseis, o “ouro negro” tem aparecido em toda parte. A descoberta de imensas reservas de óleo e gás na Bacia de Santos (litoral paulista), em profundidades que variam entre 4 e 7 quilômetros abaixo da superfície da água, o chamado pré-sal, é um exemplo disso.

E o Brasil não está sozinho. Para provável desencanto dos que acompanham as discussões sobre aquecimento global e mudanças climáticas, pelo menos 200 novos campos foram descobertos só neste ano em diversos países, vários deles de grande porte e em águas profundas.

Quem apostava no esgotamento das

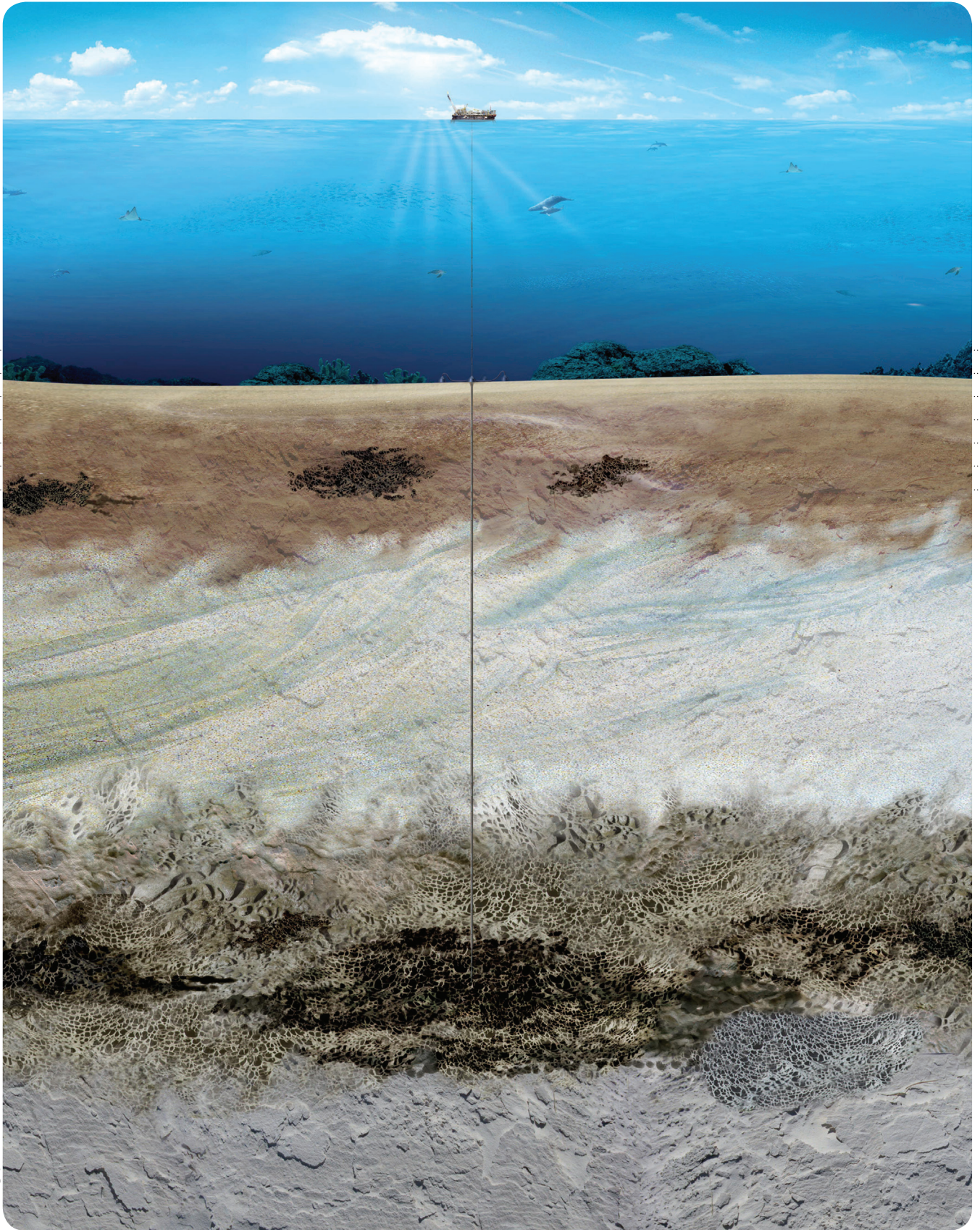
reservas de petróleo não contava com os avanços tecnológicos que viriam nas décadas seguintes. Naquela época, só mesmo quem tinha intimidade com o passado remoto da Terra poderia suspeitar de grandes quantidades de hidrocarbonetos (petróleo e gás) presas em rochas muito abaixo do leito marinho, à espera de meios adequados para sua detecção e extração. Eram os geólogos e geofísicos das companhias petrolíferas, que, por razões óbvias, trabalhavam sob estrito sigilo. Agora, suas previsões estão se confirmando.

Esse petróleo profundo não estaria vindo à tona se não fossem os aperfeiçoamentos numa tecnologia de prospecção que tem permitido “enxergar” mais nitidamente as partes menos acessíveis da litosfera: a sísmica de reflexão. “Seu princípio é semelhante ao do ultrassom usado na medicina”, compara João Carlos Dourado, professor de geofísica do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da Unesp em Rio Claro. É semelhante também ao sonar de morcegos, baleias e golfinhos. Ondas me-

cânicas, com frequências entre 10 e 200 hertz, são emitidas na superfície do mar e atravessam, além da lâmina d’água, as diversas camadas de rocha abaixo dela. Parte dessas ondas é então refletida, como um eco, e captada por sensores. Depois, softwares processam esses dados, convertendo-os em imagens, explica Dourado. O método, contudo, não é isento de impacto ambiental (veja quadro na pág. 30).

“Os avanços na sísmica de reflexão foram premissas básicas para o sucesso exploratório do pré-sal”, diz Marcos Francisco Bueno de Moraes, geofísico da Petrobras. No caso brasileiro, o grande desafio era conseguir visualizar através da camada de sal – situada mais de 1 km abaixo do leito marinho e com até 2 km de espessura – sob a qual se escondiam as jazidas.

Egresso do curso de geologia da Unesp em Rio Claro, Moraes especializou-se em geofísica e foi o responsável pela interpretação dos dados sísmicos que levaram à descoberta de Tupi, até agora a principal vedete entre os nove blocos exploratórios



Divulgação Petrobras

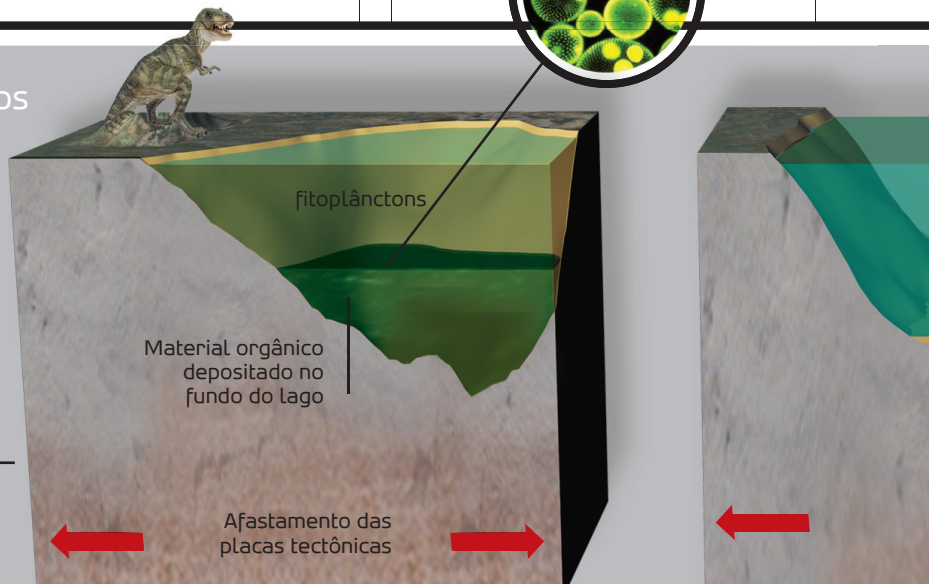


## De Gondwana à Bacia de Santos

A sequência de eventos geológicos responsáveis pela formação das jazidas descobertas recentemente na costa brasileira

### 1 TERRA EM MOVIMENTO

Há 130 milhões de anos, o deslizamento de placas tectônicas criou uma fenda no continente ancestral Gondwana, dando origem ao Atlântico Sul, à América do Sul e à África



### 2 LAGOS GRANDES E PRODUTIVOS

Inicialmente, essa fenda deu origem a grandes lagos. Em muitos deles, houve uma explosão de vida microscópica, na forma de fitoplânctons. Grandes quantidades de matéria orgânica se acumularam no fundo do lago

### 3 INVASÃO DE ÁGUA SALGADA

A fenda continuou a crescer, aumentando a largura dos lagos, até o ponto em que águas oceânicas começaram a invadir a região. Cianobactérias proliferaram no local. E grandes quantidades de sal se depositaram sobre o antigo lago

na Bacia de Santos e o primeiro a entrar em fase experimental de produção. Estima-se que, apenas nele, o volume recuperável de óleo e gás, isto é, a quantidade que se julga viável extrair, varie entre 5 bilhões e 8 bilhões de barris, o que eleva as reservas da Petrobras em pelo menos 50%.

Embora sua existência só tenha sido divulgada em junho de 2006, o potencial de Tupi já era conhecido pela companhia desde os anos 1990. Só faltavam os meios para confirmá-lo, explica o geofísico. Foi por isso que, segundo Moraes, com o fim do monopólio em 1997, a Petrobras teve o cuidado de adquirir, via licitações da Agência Nacional do Petróleo, a maior parte dos direitos de exploração do bloco (65%).

### Conspiração do petróleo

De forma geral, as bacias sedimentares da costa sudeste brasileira, como as de Santos, de Campos e do Espírito Santo, há tempos são vistas pelos profissionais do petróleo como áreas de grande potencial para exploração ultraprofunda. "Há milhões de anos, essas bacias eram grandes lagos, onde houve uma explosão de vida microscópica", explica Dimas Dias-Brito, professor de geologia da Unesp em Rio

Claro. Os geólogos farejam petróleo onde, em tempos remotos, houve acúmulo de matéria orgânica, principalmente se ela ficou longe do oxigênio e de bactérias que degradam hidrocarbonetos, como é o caso das bacias (veja infográfico acima).

Para entender como se formou o petróleo do pré-sal é preciso retroceder ao período Cretáceo, há mais ou menos 130 milhões de anos, quando os dinossauros perambulavam pela Terra e o planeta não era exatamente como o conhecemos hoje. O Atlântico Sul ainda não existia, porque a América do Sul e a África formavam um só bloco, com a Antártida, a Austrália e a Índia. Os geólogos chamam esse mega-

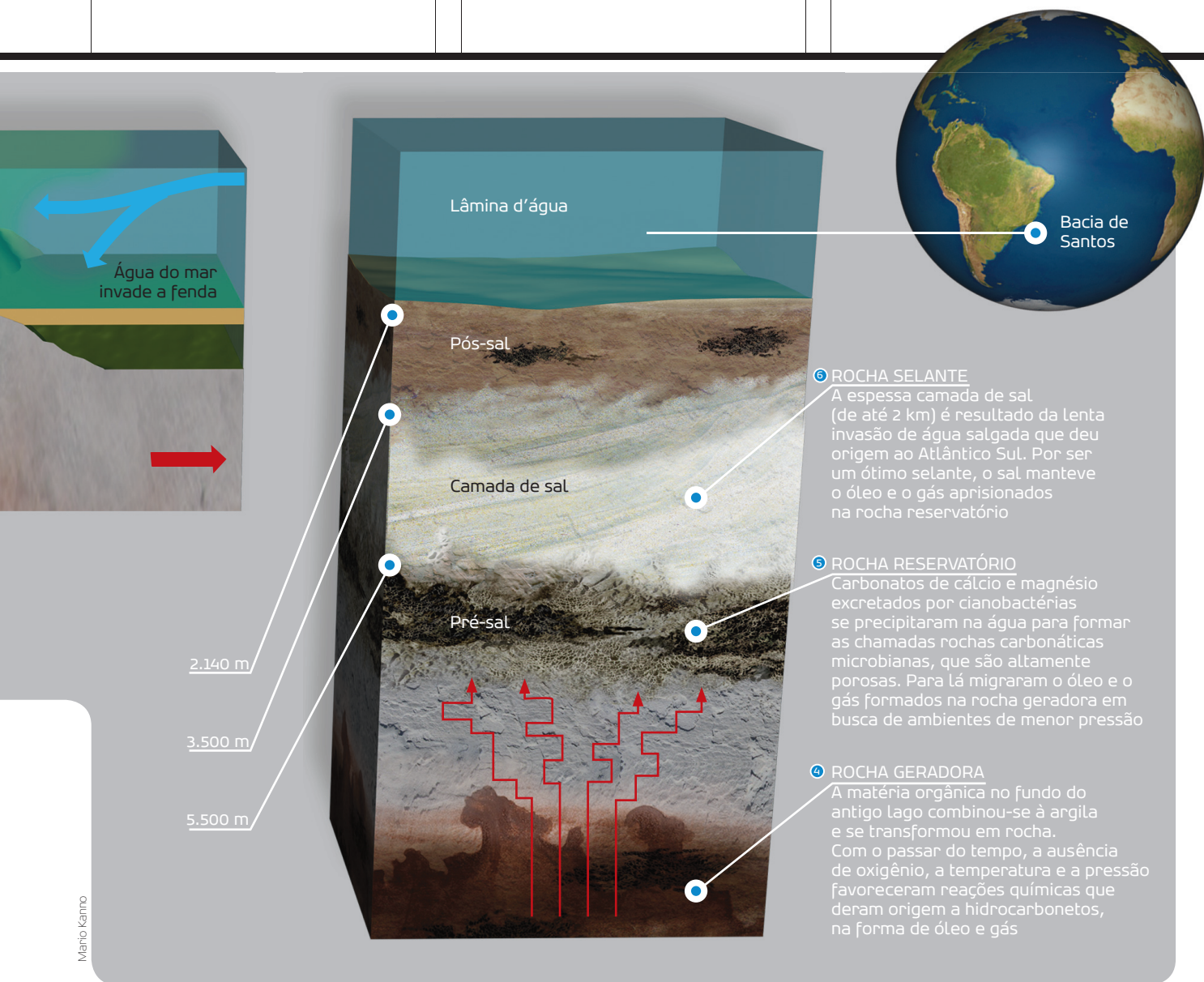
continente ancestral de Gondwana.

A paisagem começou a mudar quando as placas tectônicas sob Gondwana entraram em movimento, abrindo uma fissura entre o que hoje são as costas brasileira e africana. Inicialmente, essa fenda foi drenando os cursos d'água das redondezas, e, com a ajuda das chuvas, formaram-se enormes lagos. Fitoplânctons encontraram ali condições ideais para viver e se reproduziram de forma extraordinária ao longo de alguns milhões de anos, período suficiente para uma enorme acumulação de matéria orgânica morta, misturada a argila, no fundo dos lagos.

Conforme as placas tectônicas continuaram se afastando, a fenda cresceu em largura e os lagos foram ficando cada vez maiores e mais fundos. A abertura já era tanta que, a partir de um certo ponto, águas oceânicas começaram a invadir a região. E com o mar, veio o sal. Como quase tudo em geologia, o processo durou muitíssimo tempo: por volta de 20 milhões de anos.

Em algum momento desse período, provavelmente já na presença de água marinha, cianobactérias habitaram o local em grande quantidade. Como resultado de seu metabolismo, elas excretavam carbona-

Do ponto de **vista exploratório**, vencer a profundidade e, sobretudo, a **espessa camada de sal**, não é um desafio maior que o de conhecer as **rochas carbonáticas** microbianas, onde o **petróleo** do pré-sal está **alojado**



Mário Kanino

tos de cálcio e magnésio, que acabaram se precipitando para formar o que hoje se conhece como rochas carbonáticas microbianas. Depois, mais uma colossal quantidade de sal se depositou sobre esse material. Com a formação completa do Atlântico Sul, tudo foi parar a vários quilômetros de profundidade, numa configuração perfeita – e imprescindível – para a formação de campos de petróleo.

Em qualquer lugar do mundo, a formação de petróleo resulta de uma “conspiração”, como costumam dizer os geólogos. Ou seja, ela depende de uma sequência ordenada de eventos geológicos que dá origem a três camadas rochosas bem definidas. Por baixo, é preciso ter uma “rocha geradora”, onde ficou aprisionada grande quantidade de

matéria orgânica. É nela que se formam os hidrocarbonetos. Logo acima, há que se ter uma “rocha reservatório”, que, no caso da nova reserva brasileira, são os carbonatos microbianos altamente porosos para onde o óleo e o gás migram em busca de áreas de menor pressão. Finalmente, por cima das duas, é necessário algo que impeça o escape dos hidrocarbonetos, uma “rocha selante”, função que, no caso brasileiro, é cumprida pelo sal.

#### Desafio carbonático

Do ponto de vista exploratório, vencer a profundidade e, sobretudo, a espessa camada salina (que se deforma à medida que é perfurada) é, de fato, um grande desafio, mas não maior que o de conhecer

as características das rochas carbonáticas microbianas onde o petróleo do pré-sal está alojado. Segundo Dias-Bríto, embora sejam encontradas em diversas partes do globo, tanto no mar como em terra, a costa brasileira é o único lugar, pelo menos até agora, em que esse tipo de rocha guarda hidrocarbonetos. Logo, nem a Petrobras, nem ninguém, tem experiência no assunto.

Diferentemente da área do pré-sal, as demais reservas brasileiras de petróleo têm outra origem geológica, bem mais recente. Elas se localizam acima da camada de sal, e os hidrocarbonetos, na forma de óleo ou gás, estão alojados em arenitos turbidíticos, um tipo de rocha formada pelo movimento intenso de águas turvas, carregadas de areia e lama. É o caso dos reservatórios



da Bacia de Campos, na costa fluminense, exemplifica o geólogo da Unesp. “Essas correntes transportaram quantidades brutais de areia da plataforma continental para áreas profundas da bacia há 24 milhões de anos, o que provavelmente ocorreu por causa do rebaixamento do nível do mar.”

Conhecer melhor a rocha reservatório do pré-sal é um ponto crucial nos planos da Petrobras para que a exploração dos novos campos da Bacia de Santos ocorra com sucesso. Para isso, a empresa aliou-se ao Departamento de Geologia Aplicada do IGCE. Lá será criado um centro avançado de pesquisas e ensino sobre geologia do petróleo, o UNESPetro, com foco em rochas carbonáticas. A inauguração do prédio está prevista para abril de 2010. A estatal pretende investir mais de R\$ 10 milhões na iniciativa. Segundo Dias-Brito, que coordena o projeto, um dos alvos de investigação é a porosidade e permeabilidade dessas rochas e seus padrões de distribuição nos planos vertical e horizontal. “Isso é muito importante para simular o comportamento dos fluidos nesses reservatórios”, explica.

#### Efeito no clima

Além das rochas carbonáticas microbianas, há mais duas características – uma boa e outra ruim – que tornam o petróleo

do pré-sal especial. A primeira está no fato de ele ser de melhor qualidade que o das reservas pós-sal, uma vez que tem um maior teor de hidrocarbonetos mais leves – mais valorizados pela indústria petroquímica porque dão origem a derivados mais nobres.

Isso foi possível por conta da profundidade das rochas carbonáticas e da presença da camada de sal, que impediram a penetração de bactérias que degradam as frações voláteis dos hidrocarbonetos. Os arenitos turbidíticos da Bacia de Campos, por exemplo, não tiveram a mesma sorte. Por estarem muito mais próximos do leito marinho, os micro-organismos acabaram entrando nos reservatórios.

A má notícia é que com os hidrocarbonetos, há um alto teor de gás carbônico no pré-sal. O que, em tempos de aqueci-

mento global, é visto com maus olhos por ambientalistas – o CO<sub>2</sub> é o principal gás de efeito estufa. As razões ainda não são compreendidas e a questão deverá ser respondida com os avanços nos estudos sobre o pré-sal, acredita Dias-Brito.

A Petrobras, por sua vez, afirma que esse gás não será despejado na atmosfera. Uma das possibilidades em estudo é sua reinjeção no próprio reservatório, o que, de quebra, elevaria a pressão dentro dele aumentando o volume recuperável de óleo e gás, já que, com seu esvaziamento, a extração do que resta em seu interior fica cada vez mais difícil. Para isso, no entanto, a empresa precisa conseguir separar o CO<sub>2</sub> do gás natural – tarefa que não é nada simples e certamente aumentará o custo do produto final. O desafio é construir plantas compactas para fazer a separação, o que deverá ser feito em terra, pelo menos no projeto piloto de Tupi, segundo a assessoria de imprensa da companhia.

Mas ainda que todo o gás carbônico do pré-sal seja reinjetado no fundo da Terra, obviamente o destino do óleo e do gás que vêm dele é serem refinados, vendidos e queimados, gerando CO<sub>2</sub> que será liberado por escapamentos e chaminés na atmosfera. Justo quando em todo mundo há uma pressão para que se diminuam as emissões do gás por queima de combus-

Embora não seja fácil separar o CO<sub>2</sub> do gás natural extraído do pré-sal, a Petrobras afirma que o gás-estufa não será despejado na atmosfera. O processo deve ser feito em plantas construídas em terra

## Atividade sísmica também traz impactos

A atividade sísmica para prospecção de petróleo pode estar colocando em risco toda a fauna marinha. A falta de pesquisas sobre esse impacto, no entanto, torna o tema altamente controverso. Suspeita-se que o encalhe de golfinhos e baleias nas praias pode ter relação com os pulsos sonoros disparados pelos navios de sísmica. Tartarugas também poderiam ser afetadas, desviando-se de suas rotas de migração. Algumas evidências sugerem que a atividade tenha ainda efeitos negativos sobre a pesca comercial, por afugentar os peixes, além de possivelmente alterar seus padrões de acasalamento e desova.

Para realizar pesquisa sísmica na costa brasileira, as empresas precisam de uma licença ambiental do Ibama. Para isso, devem apresentar um estudo de impacto ambiental, seguindo as normas do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), que, desde 2004, são específicas para esse tipo de atividade. Há zonas de restrição, como as águas rasas (até 400 metros) e o entorno do Atol de Abrolhos, no sul da Bahia, que é área de proteção de baleias jubarte.



Phillip Hobbs-Andresen



#### DESAFIO GEOLÓGICO

Diferentemente dos arenitos turbidíticos que formam os reservatórios do pós-sal, as rochas carbonáticas microbianas ainda foram pouco estudadas

tíveis fósseis e se invista mais em fontes renováveis de energia.

Com a proximidade da COP-15, a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, que será realizada em dezembro em Copenhague com o objetivo do estabelecimento de metas para a redução dessas emissões, é o caso de questionar: qual será o impacto do pré-sal nas políticas públicas brasileiras sobre o clima?

Para Dias-Brito, apesar das grandes reservas identificadas recentemente, a perspectiva para as próximas décadas ainda é de escassez desse recurso, tanto pelo aumento do consumo mundial como pela rarefação na descoberta de novos campos. "Em 2030, o mundo estará mais dependente de petróleo do que hoje, conforme indicam entidades internacionais que lidam com o assunto", cita o pesquisador. Para ele, as descobertas brasileiras chegam num momento estratégico. "Com os recursos advindos da produção do petróleo do pré-sal, o Brasil poderá investir de forma consistente em programas tecnológicos para geração de energia 'limpa'. Isso nos permitirá ingressar de maneira mais robusta na fase pós-petróleo."

O físico José Goldemberg, professor da USP e especialista em recursos energéticos, discorda. Para ele, há o risco de desviar para o pré-sal investimentos que poderiam ser aplicados já em biocombustíveis e energia eólica, por exemplo. "Não podemos tratar esse recurso de forma exclusivista. Apostar todas as fichas no pré-sal é perigoso", diz.

Segundo ele, a ideia de que o petróleo está acabando é controversa. "O que está se esgotando é o petróleo 'fácil', restará o de difícil acesso, que exige tecnologia de vanguarda", acrescenta, citando como exemplo, além do pré-sal, as areias betuminosas da província de Alberta, no Canadá, onde está a segunda maior reserva mundial, depois do campo de Ghawar na Arábia Saudita. "A perfuração de um poço no pré-sal pode consumir entre US\$ 100 e US\$ 500 milhões, e a taxa de sucesso pode não ser tão alta."

Cedo ou tarde, no entanto, o petróleo deve acabar. E, diferentemente do que acontecia no passado, os novos donos desta riqueza já não podem simplesmente agir como senhores do mundo. O clima mudou e, daqui para a frente, eles terão de se justificar perante a sociedade.

## O pré-sal ponto a ponto

### DEFINIÇÃO

Segundo a Petrobras, o termo pré-sal se refere ao conjunto de rochas carbonáticas com potencial de acúmulo de petróleo, localizado sob uma espessa camada de sal e que ocupa uma área de 200 km de largura e 800 km de extensão (de Santa Catarina ao Espírito Santo), a 340 km da costa.

### CONCEITO AMPLIADO

Na prática, o termo tem sido usado para se referir aos nove campos da Bacia de Santos. Tupi é o maior deles, com volume recuperável de óleo e gás estimado entre 5 e 8 bilhões de barris. Em lara, a previsão varia entre 3 bilhões e 4 bilhões de barris. Os demais campos estão em avaliação.

### EM OPERAÇÃO

Tupi é o único campo em fase experimental de produção. As operações comerciais devem ter início até o final de 2010, com capacidade para processar 100 mil barris diários de petróleo e comprimir 4 milhões de metros cúbicos de gás. Isso elevará a produção da Petrobras em quase 70%.

### OUTROS ESTADOS

Já foi confirmada a existência de petróleo no pré-sal em dois campos na porção fluminense da Bacia de Campos e mais cinco na porção capixaba.

### INVESTIMENTO

O primeiro poço, perfurado em 2005, consumiu um ano de trabalho e US\$ 240 milhões. A Petrobras alega que, hoje, consegue perfurar um poço em até 80 dias, a US\$ 60 milhões. A empresa prevê investir US\$ 111,4 bilhões no desenvolvimento da produção no pré-sal até 2020 (US\$ 98,8 bilhões na Bacia de Santos e o restante, no Espírito Santo).



# Bandeirantes digitais

Pesquisadores de Franca e do Arquivo do Estado criam base informatizada com documentos raros, que retratam a história de São Paulo e do Centro-Sul do país no século 18



**C**om menos de 15 mil habitantes em meados do século 18, a acanhada cidade de São Paulo dos tempos coloniais tinha pouco a ver com a megalópole de mais de dez milhões de habitantes de hoje. Uma coisa, no entanto, não mudou: há dois séculos e meio, o lugar já era ponto de passagem obrigatório para quem queria se aventurar Brasil adentro, avalia a historiadora Denise Moura, da Unesp de Franca. “Assim como hoje, havia uma grande população em trânsito usando São Paulo para esse fim”, conta ela. Denise e colegas da Unesp e do Arquivo Público do Estado estão envolvidos num esforço para facilitar o acesso à história daquela São Paulo, digitalizando e organizando 95 volumes de documentos que datam prin-

cipalmente da época setecentista.

Engana-se, porém, quem imaginar que esses calhamaços, originalmente impressos no fim do século 19 e hoje de difícil acesso, tratam apenas da capital paulista, ou mesmo do território dentro das atuais fronteiras do Estado de São Paulo. Na verdade, explica a historiadora, quem examina esse material tem dados para reconstruir os eventos mais importantes em todo o Centro-Sul do Brasil, dos pampas gaúchos ao Mato Grosso. Todas essas áreas estiveram administrativamente subordinadas a São Paulo durante boa parte do período colonial. “É preciso lembrar que todo o processo de exploração territorial e povoamento de áreas como o oeste de Minas Gerais, Goiás, Paraná e Mato Grosso

partiu de São Paulo”, afirma. Os documentos também trazem dados interessantes sobre outras regiões do país. “Um exemplo é uma tentativa de regularizar o comércio de escravos de Angola, os quais chegavam para trabalhar no Nordeste via porto de Santos”, conta.

Quando foram transcritos e impressos pela primeira vez, os textos ganharam o título oficial de “Documentos Interessantes para a História e Costumes de São Paulo”. Ao menos parte dos registros originais do século 18, todos manuscritos, ainda existe. “Os originais foram preservados, pois são únicos. Como em alguns casos a transcrição foi feita há mais de um século, sabemos que alguns dos manuscritos se deterioraram desde então, em função



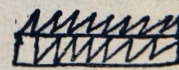


#### CONSTRUÇÃO DO CATÁLOGO DIGITAL

Equipe está digitalizando os 95 volumes de documentos e usando palavras-chave para organizá-los, de forma a permitir a busca informatizada

Dona Joana, e cria gado vacum, há de estrada duas legoas, e de distancia 1 e  $\frac{3}{4}$ , bom cam.º o mesmo de varjarias com seos arvoredos. Etc.

Da mesma faz.<sup>da</sup> da Volta ao Morro do Bom Jezuz da Lapa há na estrada sinco legoas, e de distancia 3 e  $\frac{3}{4}$ , bom cam.º da mesma sorte q' o de sima, e no mappa se vê, q' tem dous caminhos, este ultimo he o da beyra do Rio, e há varias empoeyras nelle. Etc. Tem este Morro ao pe de si hua grande empoeyra, ou lagoa grande, q' o Rio lhe mete agoa enchendo; e dentro do d.º Morro, que he todo penhascozo de pontas de pedra desta figura



e dentro tem hua grande lapa, aonde esta o altar do Senhor Bom Jezuz, e mais tres altares, e terá de comprim.<sup>to</sup> trinta e sinco passos, e de largo nove, ou des passos, e couza digna de admiração, Etc.

#### "PENHASCO COM PONTA DE PEDRA"

Autor usa recursos gráficos para descrever as dificuldades de um novo caminho para Goiás

da acidez da tinta com que foram redigidos", explica Carlos Bacellar, do Arquivo Público do Estado, que colabora com a equipe da Unesp no trabalho.

Mesmo no caso da versão impressa, no entanto, muitos volumes estão esgotados, outros estão deteriorados ou em bibliotecas espalhadas Brasil a fora, o que dificulta ou até impossibilita a consulta por parte de especialistas ou do público. "É uma documentação que está aí, que é conhecida, mas que poderia ser muito mais usada. O trabalho de digitalização vai democratizar e facilitar muito esse acesso", afirma Denise. A pesquisadora estima que o trabalho será concluído até o primeiro semestre de 2011.

Com a ajuda de cinco alunos bolsistas de graduação, a pesquisadora está digitalizando os 95 volumes de documentos e usando palavras-chave para organizá-los de forma a permitir a busca informatizada, como em qualquer buscador da internet. Isso é importante porque a documentação original não está organizada por assuntos nem dispõe de catálogos, o que gerava uma considerável dor de cabeça para os historiadores que tinham de lidar com ela.

A transcrição feita no fim do século 19, já depois da proclamação da República, respeitou, em linhas gerais, a grafia e as abreviaturas características do período

setecentista. "Não sei se é porque estou acostumada a lidar com uma variedade grande de documentos históricos, mas não considero que esses detalhes gráficos atrapalhem muito o nosso entendimento do material. É preciso levar em conta, por exemplo, a pontuação, que é usada de forma muito livre, de maneira bem diferente da nossa", diz Denise. "Às vezes você encontra aquele parágrafo imenso, interminável; em outros casos o documento é muito curto, como os chamados alvarás, as leis emitidas pela Coroa portuguesa."

Uma vez que o texto já não é o dos manuscritos originais, a pesquisadora admite que algum grau de "telefone sem fio" provavelmente aconteceu entre o primeiro texto e a transcrição e publicação no formato impresso. "Em alguns casos você vê o uso de reticências, provavelmente indicando que o responsável pela transcrição não entendeu parte do manuscrito e acabou pulando e abreviando um pedaço. É claro que ele acaba fazendo o trabalho do jeito dele. Mas essa é uma situação normal em qualquer pesquisa histórica: os documentos sofrem alguma alteração ao longo do tempo, e a gente precisa lidar com isso."

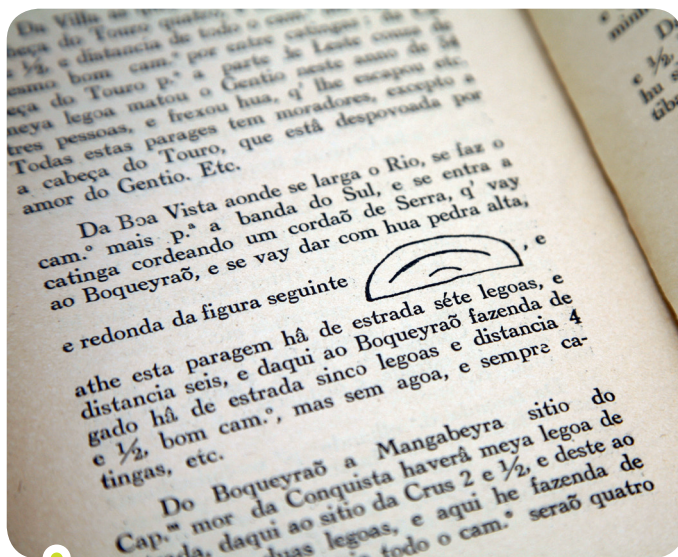
Mais interessantes são outros detalhes visuais nos volumes que estão sendo digitalizados, que dão uma ideia da grande variedade de material histórico no acervo.

"Temos muitos roteiros de viagem, que lembram diários de bordo, relatando a descoberta de um novo caminho para as minas em Goiás, por exemplo. O autor menciona os problemas que teve para chegar até lá, os rios por onde passou, e em certo ponto desenhou até um mapinha lá do jeito dele, que acabou sendo reproduzido (veja imagens no alto)", conta Denise. Um outro documento registra que um desses pioneiros morreu no sertão e traz até a oração que ele teria pronunciado no leito de morte.

#### Cabo-de-guerra

Disputas políticas e jurídicas também figuram com destaque nos textos. Um caso célebre é o que Denise qualifica como "uma briga danada", no fim do século 18, acerca da definição das fronteiras entre São Paulo e as recém-criadas e prósperas Minas Gerais – o pomo da discórdia era a posse do que hoje conhecemos como o sul de Minas, e os argumentos se estendem por cerca de mil páginas.

Outras brigas se dão em torno do controle das novas zonas mineradoras, em geral descobertas por colonos e taxadas com mão de ferro pela Coroa portuguesa. "Portugal estimulava o colono a prospectar essas áreas dando em troca uma mercê, termo que designava uma patente militar



#### VIDA DE BANDEIRANTE

A São Paulo dos séculos 17 e 18 ficou marcada pela imagem das expedições para o interior do Brasil



Fotos: Fernando Battistetti

#### PRESERVAR PARA REDESCOBRIR

Segundo Denise Moura, acervo deve inspirar novas interpretações sobre a história colonial paulista

mais ou menos equivalente a um título de nobreza em Portugal”, explica Denise. “Um desses indivíduos achou uma lavra e ficou numa queda de braço com a Coroa. Os portugueses queriam que ele primeiro indicasse o local para só então receber a mercê, enquanto ele insistia em ganhar a honraria primeiro e só depois informar a Coroa sobre o local da lavra.”

#### Caminho para Curitiba

O retrato da capital paulista nos textos é ao mesmo tempo acanhado para os nossos padrões e um bocadinho dinâmico para uma cidadezinha colonial. Por um lado, o perímetro urbano era de no máximo 25 quilômetros. “A atual Consolação era o caminho para Curitiba”, lembra a pesquisadora. “Eu sempre brinco com um amigo português, que se hospeda em Pinheiros quando visita São Paulo, que ele devia ficar na cidade e não no caminho para o Paraná.” Por outro lado, é possível imaginar a cidade repleta de tropas de mulas, os equivalentes dos atuais caminhões de carga, levando víveres e produtos do litoral para o sertão e do sertão para os portos.

No campo geopolítico, os volumes documentam a expansão portuguesa para o oeste da América do Sul. Um exemplo é o estabelecimento da fortaleza de Iguatemi, no atual território de Mato Grosso do Sul

– posto avançado da Coroa contra os espanhóis do Paraguai de hoje. “Temos seis volumes sobre esse tema, falando desde a resistência dos que eram recrutados à força para servir na fortaleza até detalhes como compra e transporte de comida para lá”, afirma. “Esse é um dos motivos pelos quais essa documentação é importante não só para estudar São Paulo, mas o império colonial português como um todo.”

A São Paulo dos séculos 17 e 18 ficou marcada pela imagem das expedições bandeirantes, que avançaram para o interior do Brasil em busca de índios que pudessem ser capturados para o trabalho escravo na lavoura. Esse aspecto conflituoso do contato entre indígenas e colonizadores aparece de forma clara nos documentos,

Trabalho vai democratizar acesso a informações sobre a história de São Paulo e também de todo o Centro-Sul do Brasil, que esteve subordinado administrativamente à cidade durante boa parte do período colonial

mas um lado surpreendente da moeda são as intenções comerciais presentes nesse processo. “Antes de me aprofundar nesse material, eu não tinha me dado conta de que a Coroa pensava, por exemplo, nos índios de Goiás como um potencial mercado consumidor para produtos europeus”, afirma a historiadora. “Acho que esse é um exemplo de como essa documentação, embora já conhecida e pouco usada pela dificuldade de acesso, pode trazer e inspirar novas interpretações quando ficar disponível de forma mais ampla.”

De acordo com Bacellar, do Arquivo do Estado, a ideia é que o acervo digital de materiais históricos continue a crescer nos próximos anos. “A microfilmagem ainda é o meio mais seguro para guarda de longo prazo, enquanto a digitalização garante uma melhor difusão da informação, seja pela internet, seja pela reprodução via CDs e DVDs. No momento, vários projetos vêm sendo desenvolvidos com vistas a ampliar o repertório de documentos digitais. Destacam-se os documentos referentes a núcleos coloniais e aos Maços de População, ou seja, os censos do período colonial, além de um conjunto bastante expressivo de revistas raras, este já no ar”, afirma. O material está disponível em <http://www.arquivoestado.sp.gov.br/>, no link “documentos destaque”.

# Caçadores de fósseis

Pesquisadores de Rio Claro cavucam estradas de terra no sudoeste de São Paulo atrás de restos de dinossauros que ali viveram; a lida muitas vezes não rende nada, mas a reportagem deu sorte e presenciou a descoberta de cacos de 70 milhões de anos

Giovana Girardi

O primeiro fóssil de dinossauro descrito na história, ainda na Idade Média, foi considerado, inicialmente, osso de um gigante humano. Sem ter a menor ideia da existência dos enormes répteis que habitaram a Terra entre 220 milhões de anos e 65 milhões de anos atrás, Robert Plot, professor de alquimia na Universidade de Oxford, apostou em referências míticas para explicar a rocha misteriosa. Passariam alguns séculos até que a correção fosse feita – eram restos de um megalossauro – e mais outros tantos para que fosse pintado um quadro bastante amplo sobre a fauna da época. Esse conhecimento, no entanto, não está esgotado, e os ossos daqueles bichões que reinaram sobre a Terra continuam impressionando e motivando pesquisas. Mas vez por outra ainda são simplesmente descartados ao serem confundidos com ossos de... vaca!

Essa história aconteceu no final de 2008 na pequena Irapuru, a 615 km de São Paulo, quando o estudante de ensino médio Vitor Barbosa Araújo ia com o avô para um sítio.

Recém-saído de uma apresentação sobre fósseis já encontrados naquela região, o garoto fazia o trajeto de olho no chão. A um só tempo, viu uma ponta branca e gritou para o avô parar o carro. “Isso aqui é osso de dinossauro, vô! Que dinossauro que nada, menino, é osso de vaca.”

O garoto de 15 anos, que é a cara do jogador Ronaldo e gosta de dinos tanto quanto gosta de futebol, estava com a razão. A lasquinha de osso acabou se revelando a ponta de uma costela com cerca de 1 metro de comprimento, provavelmente de um titanossauro, grande herbívoro de pescoço longo que habitou o sudoeste de São Paulo há cerca de 70 milhões de anos.

O material resgatado por Vitor e colegas de classe, além do professor de Física da turma, Paulo Sérgio Fiorato, motivou a ida do paleontólogo Reinaldo José Bertini, da Unesp de Rio Claro, à cidade no início do mês passado. Acompanhado pela reportagem de **Unesp Ciência**, ele foi dar mais uma olhadinha nos frutos da região que já é sua velha companheira.





#### AULA PRÁTICA

Quando chega ao campo, o paleontólogo tira a camiseta, pega seu martelo e sai cavucando, enquanto dá dicas de identificação



#### DE OLHO NO CHÃO

Vítor Araújo examina estrada em busca de sinais de... Recebeu a missão de acompanhar obras de asfalto

Bertini faz prospeções no local (que inclui, além de Irapuru, as cidades de Lucélia, Flórida Paulista e Pacaembu) desde 1998, à caça de dinossauros, crocodilomorfos (“jacarés” primitivos) e testudinos (tartarugas), que em muitos casos afloram em estradas e campos como pontinhos brancos. Ele leva na bagagem mais de 30 anos de pesquisas, várias descobertas de fósseis e a identificação de ao menos duas espécies de titanossauro – uma delas localizada em Flórida pelo geólogo Sérgio Mezzalira (veja quadro na pág. 41).

Foi justamente esse achado – uma série de seis vértebras caudais articuladas – que motivou Bertini e seu então aluno de mestrado Rodrigo Santucci a irem para lá pela primeira vez. O material havia aparecido em 1959 durante as obras de construção de uma estrada de ferro, e Mezzalira conseguiu coletá-lo antes que tivesse o mesmo fim de dentes achados ali, que acabaram vendidos como amuletos. Após a recuperação, os fósseis ficaram depositados no museu do Instituto Geológico, no Parque da Água Branca, em São Paulo, à espera de identificação, o que finalmente ocorreu em 2006 pelas mãos de Santucci e Bertini. Em homenagem ao geólogo, o novo dinossauro brasileiro ganhou o nome de *Adamantisaurus mezzalirai*.

Quando soube da existência do fóssil no museu, Bertini percebeu que o sudoeste paulista merecia mais investigação, e desde então faz prospeções lá. Mesmo período em que a população local também se deparava com fósseis aqui e acolá e fazia suas coletas amadoras. “A verdade é que a região é extremamente fértil para a Paleontologia”, conta. Tanto que Fiorato e seus alunos organizaram uma coleção na Escola Estadual José Firpo, em Lucélia.

#### Um dia no Cretáceo

Apesar desse histórico, Bertini fez um alerta antes de pegarmos estrada: “Veja, o usual, quando vamos a campo, é não encontrarmos muita coisa. O incomum é encontrarmos”. Aplacadas as expectativas

Há duas possibilidades para a **riqueza de fósseis** no sudoeste de São Paulo. Pode ser que a região de fato tivesse uma **grande diversidade biótica**, ou que as condições ambientais trouxessem maiores **chances de preservação**

de repórter e fotógrafo, nossa primeira parada foi no colégio. Paulo Fiorato havia contado anteriormente sobre a descoberta recente de vários dentes que aparentavam ser de dinossauros predadores, e Bertini queria dar uma olhada neles antes de pegar picareta e martelo para prospectar.

A pequena sala impressiona, se não pelo tamanho das peças ou pela quantidade, que são consideráveis, porque foram quase todas coletadas de maneira amadora, por alunos e professores da escola ou por moradores da região. Lá vemos, entre outras coisas, ossos de cauda, membros e costelas de titanossauros, fósseis diversos de crocodilomorfos e testudinos, vários dentes de dinos carnívoros e vegetarianos, além de material da Chapada do Araripe (CE), uma das regiões mais ricas em fósseis do Brasil.

A coleção teve início em 2000, quando Fiorato recebeu o primeiro fóssil. “Mas ele ficou guardado um tempão, eu nem sabia direito o que era aquilo”, conta. Em 2003, um ex-aluno da escola que tinha ido estudar na Unesp de Presidente Prudente teve contato com o geógrafo José Martins Soares, que deu as primeiras noções para a turma sobre como coletar e identificar fósseis. Dois anos depois, Bertini soube do trabalho feito na escola e concordou em ajudar. Deu palestra sobre Paleontologia



e dinos.  
mento



#### LUPA DE JOALHEIRO

Bertini analisa "qualquer coisa que pareça orgânica" com a lente de 20 vezes de aumento. Assim vê até alvéolo de dente



#### PROSPECÇÃO PERMANENTE

"Você vê isso, não dá muita coisa, mas aí fragmenta e tem um osso dentro. Legal. Por isso o trabalho é tão gostoso"

Fotos: Daniel Pinheiro

e dicas para a identificação do material e também para sua preparação e catalogação.

Hoje o professor de Física sente-se mais à vontade para sair pela região com os alunos em busca de novos exemplares. Também já arrisca algumas identificações. "A gente acha que isso pode ser uma garra", diz com tom de pergunta ao mostrar uma nova peça para o especialista. Bertini olha, balança a cabeça. "Talvez", avalia ele, "seja um tarsal, osso de pé. Mas está estranho. A seção de osso de pata é mais arredondada ou ovalada, não losangular, como essa. Mas pode ter havido um processo de compressão durante a fossilização", afirma sem desanimar o colega novato.

Bertini ou seu aluno de mestrado Caio Geroto vão à escola de tempos em tempos checar as novidades, fazer prospecção com a molecada, identificar os fósseis coletados e ainda recolher alguns materiais para análise em Rio Claro. Foi o que aconteceu quando estávamos lá. Os dentes recém-encontrados animaram o paleontólogo, porque podem ajudar a identificar outros grupos de dinossauros que viviam na região. Por serem serrilhados, ele de cara já viu que se tratava de deinonicossauros (carnívoros). Dentes de saurópodes (nome dos grandalhões vegetarianos) são lisos. "Olha só, pareciam um lápis sem ponta,

não têm muita graça", mostra Bertini.

A detalhada explicação foi sumindo enquanto o paleontólogo avaliava as amostras mais de perto, com uma lupa portátil com aumento de 20 vezes. Concentrado nas bordas serrilhadas, iniciava frases sem terminá-las, diante de uma curiosa plateia de alunos do ensino médio que ajudam Fiorato. Pouco tempo depois, o diagnóstico. "Ahh, isso aqui é um troodonte [bípede carnívoro que tinha cérebro desenvolvido]. Ele cortou tendões, carne e até ossos pequenos há 70 milhões de anos", conclui animado. A segunda amostra também pareceu promissora: "Minha cara, isso aqui pode ser um velociraptor. Eles não abriam portas como no filme do Spielberg [*Parque dos Dinossauros*], mas eram bem espertos".

Na sequência, ele colocou os ossos em frasquinhos com algodão para analisar na Universidade. É o aluno Geroto, que não pôde viajar com o mestre, quem vai fazer o trabalho. A ideia é observá-los através de microscopia eletrônica de varredura, o que vai permitir contar quantas serrilhas por milímetro quadrado há em cada dente, além de analisar o desenho delas, e assim fazer uma identificação mais acurada do grupo a que esse dente pertenceu.

Bertini fez questão de pedir para a reportagem ser "fiadora do empréstimo"

de 16 dentes isolados e de uma amostra ainda anexada à rocha, com a promessa de que eles serão devolvidos. "Temos um acerto informal pelo qual somos [a Unesp] responsáveis pelo acervo", explica. Pela legislação, um leigo só pode fazer coletas com a autorização de uma instituição de ensino superior, o que em tese garantiria que o material fosse encaminhado para a pesquisa e não acabasse traficado para o exterior. A regra, no entanto, não tem impedido que isso aconteça pelo Brasil afora.

#### Pélvis da discórdia

Uma outra peça presente no acervo de Lucélia está intrigando o grupo. Originalmente se imaginou que se tratasse de uma escápula de abelissauro, membro do grupo conhecido como carnossauros, que se alimentava de animais mortos. Se isso se confirmasse, seriam os primeiros ossos de um carnívoro encontrados na região. Os restos desses animais são menos comuns de se achar porque em geral existe uma proporção de nove espécies de vegetarianos para uma de carnívoro.

"Talvez tenha uma má notícia pro Paulo", tateia Bertini. "Meu caro, aquilo ali é pélvis de titanossauro", sentencia antes de novamente elevar o ânimo da audiência. "De qualquer forma é importante,





porque aquele forâmen (orifício) do púbis tão aberto pode indicar algo significativo, além de constituir a primeira evidência de uma pélvis de titanossauro na região.” Segundo ele, peças semelhantes encontradas na formação rochosa Adamantina costumam ter esse forâmen mais fechado. “E essa abertura não parece resultado da coleta. Pode apontar uma relação com os saurópodes do outro lado da Bacia Bauru [no Triângulo Mineiro, onde várias outras espécies foram identificadas por Bertini e outros paleontólogos brasileiros]. Se for a mesma coisa, podemos imaginar novos processos de migração ou possibilidades de correlação entre as duas regiões.”

Saindo da escola, seguimos em direção a duas áreas nas quais já foram encontrados fósseis. No caminho, o pesquisador explica que o principal objetivo dos estudos com os materiais que estão na escola, e com outras prospecções que vêm sendo feitas nos arredores, é tentar reconstruir a fauna que habitou ali há 70 milhões de anos.

“Temos formalmente descritos aqui o *Adamantisaurus* e um *Stratiotosuchus* (crocodilomorfo primitivo achado em meados da década de 1980 em Irapurú). Queremos saber se existem outros espécimes dos dois, quais outros animais viviam aqui. Com base no material previamente coletado, sabemos que a região tinha testudinos, crocodilomorfos, deinonicossauros e titanossauros, mas ainda não foram formalmente descritos. Se conseguirmos descobrir quais grupos de deinonicossauros existiam aqui, se troodontes e/ou velociraptores, já é um dado significativo.”

Segundo Geroto, que conversou com a reportagem depois da viagem, a expectativa é criar um quadro da ecologia da região. “Queremos saber quem ocupava tal nicho.” Mais difícil talvez seja descobrir novas espécies ali. Como em raríssimos casos na história se encontra uma ossada completa, os pesquisadores da área aos poucos descobriram que alguns ossos são significativos para apontar qual bicho é aquele. “O diagnóstico para titanossauro é vértebra. Só com uma às vezes a gente faz a festa. Assim como para mamífero fóssil, um molar isolado resolve o problema. Já ossos apendiculares, como úmeros, fêmu-

#### RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA

Paulo e a aluna Bruna Bassoli analisam como preparar o úmero. A garota, que entrou no grupo atrás de ponto na média, hoje pegou gosto pela área



#### AFIADOS

Uma série de dentes de predadores foi encontrada na região; pesquisadores querem descobrir se eram de velociraptores



#### ANCESTRAL DE JACARÉ

“Ahhh, isso é muito legal.” Essa foi a reação de Bertini ao ver uma das mais recentes aquisições da escola de Lucélia. Trata-se de uma placa dérmica de um baurussúquido. Pedacos de pele são raros de se encontrar

res, não são muito significativos, apesar de serem os mais fáceis de achar”, explica Bertini. “Mesmo com os dentes, vamos chegar no máximo à família dos carnívoros. Para identificá-los, precisamos de crânio e pós-crânio”, complementa Geroto.

Ou seja, além de ser difícil encontrar fósseis, é preciso ter a sorte de achar um que seja significativo para a identificação de uma espécie? “É. Mas por isso que trabalhar nessa área é tão gostoso. Isso não morreu ontem, morreu há 70 milhões de anos, então é um registro único. Aí você fica imaginando como era esse animal, o que ele comia, se tinha sangue quente, como era a fisiologia dele. Um colega disse uma vez que paleontologia é imaginação. Não concordo. É preciso racionalizar em cima do que encontrou.”

### Cacos e coprólitos

Nossa segunda parada é numa estradinha que vai de Flórida Paulista a Pacaembu, bem perto de onde foram achadas as vértebras do adamantissauro em 1959. Fiorato levou quatro alunos para aprender e ajudar nas buscas. Sob um sol ardente da hora de almoço, e um calor de 35°C, Bertini não pensou duas vezes na sua pele branca sem protetor solar, arrancou a camiseta e começou

a cavucar. “Qualquer coisa que pareça orgânica a gente examina”, diz orientando os calouros. “Esse aqui é o meu folclórico martelo, que me acompanha desde os 19 anos. Papai que fez, com cano  $\frac{3}{4}$  de ferro. Não é a moeda do Tio Patinhas, mas é algo parecido.”

Não se passam nem 15 minutos e a moçada já começa a achar cacos dos animais pré-históricos que um dia passaram por ali.

– E isso aqui, professor, o que é?

– Isso aqui, humm, o que poderia ser?

É... não descarto. Humm. Ah, tá... A-há!

Ao perceber a turma impaciente, emenda. “É, eu sei, eu faço suspense, costumam me acusar disso. Isso é um fragmento craniano. Tem o que sobrou de um dente aqui.”

Fiorato estava descrente. “Às vezes a gente olha para o que ele está olhando e pensa: como ele pode imaginar que é um pedaço de crânio. Mas, depois, filho da mãe... não é que parece mesmo?”

Quase ao final da expedição, seguimos em direção a Irapuru para ver o local onde o menino Vitor havia encontrado a tal costela. A estradinha está para ser asfaltada pela prefeitura, o que tanto pode acabar revelando segredos quanto destruindo tudo o que restou deles. O ponto onde estava o fóssil dá sinais de que vale a pena escavar ali por mais tempo, de modo sistemático. “Tem de vir logo cedo ou ao entardecer, quando a incidência do sol ajuda a visualizar os pontos brancos”, explica. Vitor, que agora nos acompanha, recebe a instrução para que tente acompanhar as obras. “É certeza que vai ser achado algo.”

Mal Bertini falou isso e um outro participante da expedição chega com mais uma pedrinha “estranha”. O mestre sacou sua lupa e nesse caso nem fez mistério:

– A-há. Meu caro, você acaba de encontrar um coprólito!

– É algum tipo de osso de dinossauro?

– Não, mas pertenceu a um animal extinto, neste caso, um crocódilomorfo. Isso é cocô fossilizado.

Além de ser difícil encontrar fósseis, é preciso ter a sorte de achar um que seja diagnóstico de espécie. No caso dos titanossauros, uma vértebra pode resolver o problema. Para mamíferos, é preciso encontrar um dente molar

## Principais achados no oeste paulista

- **ADAMANTISAURUS MEZZALIRAI**  
Titanossauro encontrado no final da década de 1950 em Flórida Paulista. Descoberta foi publicada em janeiro de 2006 na revista *Palaeontology*, por Santucci e Bertini
- **CROCÓDILOMORFO “HUGE”**  
Rostro (espécie de bico, é a parte anterior do crânio e da mandíbula) de baurussúquido, um crocódilomorfo primitivo. Segundo Bertini, é até cinco vezes maior que os previamente encontrados. Foi achado no noroeste de São Paulo e noticiado na *Acta Geológica Leopoldensia* em 1999



- **MAMÍFERO DO MESOZÓICO**  
Bertini classifica como sua descoberta mais importante, por ser o único do tipo já encontrado no Brasil. Ele e dois colegas encontraram um fragmento de mandíbula com um pré-molar e alvéolos do canino e dos outros três pré-molares no sudoeste de SP. Trabalho foi publicado na *Neues Jahrbuch der Geologie, Palaeontologie und Mineralogie* em 1993



# Apelo assexual

Igor Zolnerkevic ●

Caso único na natureza, espécie de formiga dispensou seus machos e descobriu que, ao menos para ela, sexo não vale a pena

**R**eproduzir-se sem o trabalho de achar um parceiro. Essa é a grande vantagem da *Mycocrepus smithii* sobre a maioria das outras espécies de organismos multicelulares. Encontrar alguém para fazer sexo é uma tarefa que custa tempo e energia às formigas. Ao se livrar dela, a espécie se tornou um dos raros casos de seres superiores a sobreviver com reprodução 100% assexual e suscita uma questão fundamental da biologia: vale a pena fazer sexo?

Para começar, é uma atividade trabalhosa. Veja o caso das formigas sexuadas. No período do acasalamento – no Brasil, entre setembro e outubro – rainhas e machos fazem o voo nupcial, procurando parceiros

de ninhos diferentes. Os machos morrem após o ato, e as rainhas fertilizadas buscam um lugar onde fundarão seu formigueiro. A maioria dos namorados, porém, vira comida de predadores. E muitas rainhas fertilizadas escolhem mal o local de seu formigueiro, que acaba perecendo.

“Das milhares de rainhas, só umas cinquenta estabelecem colônias”, afirma o biólogo Maurício Bacci, da Unesp de Rio Claro. “A *M. smithii* se livrou desse trabalho e do perigo de se expor a predadores.”

Bacci faz parte de um grupo de cientistas que apresentou em agosto na revista *PLoS One* provas definitivas de que a *M. smithii* não faz sexo de jeito nenhum. Por um mecanismo ainda desconhecido, suas

rainhas botam ovos que crescem sem precisar de fertilização, dando origem a operárias estéreis ou futuras rainhas. A espécie não tem machos.

A *M. smithii* chamou a atenção dos pesquisadores em 2003, quando Christian Rabeling, da Universidade do Texas, EUA, escavava buracos para seu trabalho de mestrado, na Embrapa da Amazônia. Em 2005, já como doutorando, Rabeling estudou ninhos e coletou espécimes da formiga em Rio Claro, com a ajuda de Bacci. Depois, dissecou as rainhas, em busca de sinais de atividade sexual.

As rainhas em geral têm uma bolsa no corpo onde armazenam por toda a vida os espermatozoides que ganham nos voos nupciais. Rabeling descobriu que, embora a bolsa das rainhas de *smithii* fossem vazias, seus ovários estavam bem desenvolvidos, o que significa que elas produziam ovos.

Enquanto isso, a bióloga Anna Himler, colega de doutorado de Rabeling, estudava colônias de *smithii* do Panamá em laboratório. Ela aplicou antibióticos, mudou a dieta dos formigueiros, fez tudo o que imaginava que poderia induzir a produção de machos, mas nenhum apareceu. Na natureza também nunca foram observados machos da espécie. Trata-se de um caso único entre as espécies vivas conhecidas.



### 100% celibatária

Na verdade, além da *smithii*, seis outras espécies de formigas e uma de abelhas produzem fêmeas assexuadamente (mas elas não deixam de produzir machos). Ovos não fertilizados produzem fêmeas normais, diploides (com duas cópias de cada cromossomo), por meio de um fenômeno chamado de partenogênese.

Casos assim também já foram observados em peixes, tubarões e lagartos. Mas é algo isolado, que ocorre quando faltam machos ou em situações extremas de escassez, quando não dá para se dar ao luxo de desperdiçar energia com rituais de acasalamento. A *smithii* é o único caso em que a partenogênese é a norma, sem exceção.

Talvez só outra espécie multicelular supere as *smithii* em estranheza sexual. São os bdeloides rotíferos, vermes microscópicos que vivem em poças d'água e viraram celibatários há mais de 80 milhões de anos. Em 1986, o biólogo inglês John Maynard Smith os apelidou de “escândalo assexual”, porque o bicho parecia contrariar as teorias sobre reprodução. O pesquisador foi um dos pioneiros a tentar explicar por que a maioria das plantas e animais faz sexo.

Há dois bilhões de anos o sexo não existia. Quando surgiu, porém, se mostrou tão

vantajoso que, apesar de seu alto custo energético, tornou-se o mecanismo de reprodução predominante. A principal vantagem é a geração de diversidade.

No sexo, os materiais genéticos do macho e da fêmea se misturam, criando combinações novas de genes. Algumas podem tornar indivíduos mais aptos a enfrentarem de parasitas a mudanças climáticas. “Como o sexo aumenta a diversidade genética, ele prepara a espécie para desafios futuros”, explica Bacci.

A curto prazo, a reprodução assexuada é interessante, pois é mais econômica e eficiente. Mas a longo prazo, mutações deletérias e a falta de diversidade levam à extinção da espécie. Pelo menos, essa é a teoria – que parece não valer nem para o bdeloides nem para a *M. smithii*.

Estudos com bdeloides sugerem que o animal assexuado escapou da extinção porque desenvolveu uma forma alternativa de gerar diversidade genética. Do mesmo modo que ocorre com organismos unicelulares, como bactérias, o bdeloide é capaz de adquirir genes de outros organismos em seu ambiente, misturá-los com seus próprios e assim gerar novas combinações.

Já o segredo do sucesso da *smithii* ainda está para ser esclarecido, embora uma solução para o mistério seja que não há

mistério algum. A casta formiga faz parte de um grupo de 230 espécies chamado de tribo Attini, cujo nome vem do gênero mais famoso da tribo, o *Atta*, ao qual pertencem as saúvas. As Attini são versáteis e se adaptam a uma ampla faixa de condições ambientais. “Tudo indica que [a assexualidade da *smithii*] é uma reversão recente que ainda não afetou sua capacidade de adaptação”, sugere Rabeling.

Pesquisa da árvore filogenética dessa tribo publicada em 2008 propôs que a *M. smithii* tenha em torno de um milhão de anos. Relativamente jovem, portanto, para se poder avaliar se ela é bem-sucedida ou não. Uma explicação alternativa pode ser testada em laboratório com as células que dão origem aos seus ovos. “Existem mecanismos citológicos diferentes para a reprodução assexuada”, explica Rabeling. “O mais comum é aquele em que os ovos permanecem diploides; mas existem outros mecanismos, em que dois ovos haploides fertilizam um ao outro.”

Se dois ovos haploides misturam seus genes, então pode haver recombinação genética e este pode ser o segredo da formiga assexuada. Assim como os bdeloides, através de algum truque celular, a *smithii* talvez faça uma espécie de “sexo oculto” que garante sua sobrevivência.

# Entre a aquarela e a gravura

Oscar D'Ambrosio ●

Fazer aquarelas como gravuras e vice-versa coloca a arte de Norberto Stori em uma posição muito especial na produção plástica contemporânea. Ao se debruçar com aguadas de pigmento sobre o papel, por exemplo, não hesita em usar estilete e goiva para abrir brancos, depois pintados para a construção de enigmáticas cidades.

Já quando concebe gravuras em metal, emprega a técnica do *spit-bite*, processo pictórico em que, com o uso da saliva como elemento aglutinante, atinge manchas coloridas que dão o efeito de aguadas para a tinta nanquim ou aquarela, com passagens de cor fluindo com delicadeza.

Nascido em São Joaquim da Barra (SP) em 1946, formado em Desenho e Plástica pela Faculdade de Comunicações e Artes da Fundação Armando Álvares Penteado, mestre e doutor em Comunicação e Artes pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e livre-docente pelo Instituto de Artes da Unesp, câmpus da Barra Funda, Stori mescla as atividades de docência com uma intensa produção artística.

Após uma infância em que a presença do desenho sempre foi uma constante, desenvolveu, de maneira autodidata, séries gráficas em que a tinta nanquim a bico-de-pena era a forma encontrada de criar grafismos soltos e nervosos em que predominavam as ondulações. As silhuetas de cidades, reconhecíveis à primeira vista,



Norberto Stori mistura as duas técnicas em busca de novos desafios para elaborar cidades enigmáticas



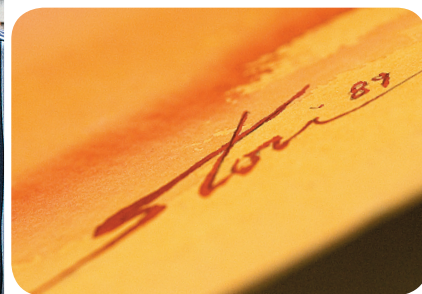
dialogavam com raízes e galhos oriundos da natureza nas mais variadas escalas.

Retângulos, grades, silhuetas e horizontes urbanos constituíam um todo denso. Estava ali o artista plástico que mostrava sua disposição em não se acomodar com recursos técnicos ou suportes, buscando novos caminhos. Linhas retas verticais e horizontais, evocadoras do geometrismo da cidade grande, se faziam presentes no estabelecimento de um caos orgânico que obrigava à reflexão sobre as urbes.

Uma guinada significativa e essencial ocorreu durante o 1º Encontro Nacional de Artistas Plásticos, em Bagé (RS), em 1976. O contato com a paisagem dos pampas gaú-

chos, durante sua permanência na Fazenda Cabanha do Portão, levou Stori a uma revolução estética de sua pesquisa visual.

Junto a artistas do porte de Carlos Scliar, Danúbio Gonçalves, Glênio Banchetti e Glauco Rodrigues, criou seu próprio diário de campo, repleto de imagens de elementos naturais, como o sol, a lua, o amanhecer e o entardecer. Com o uso da aquarela, apareceram as cores mais quentes. Róseos e amarelos ganharam destaque ao retratar os pampas gaúchos. Assim como os verdes de imensas pradarias, nuvens plúmbeas e arco-íris incompletos, em um encontro silencioso e mágico entre céus e terras com pouca ou nenhuma vegetação.



Fotos: Luiz Machado

sas inserções revelam como o gravador conversa com o aquarelista.

Com um currículo que inclui exposições individuais, no Brasil e na Itália, e coletivas, na Grécia, Alemanha, México, Itália, Estados Unidos, Espanha e Portugal, o artista tem seus trabalhos em importantes instituições como o Museu de Arte Contemporânea (MAC) e o Museu de Arte Moderna (MAM) de São Paulo, além de estar em coleções particulares no Brasil e no exterior.

Norberto Stori, no ateliê no 22º andar de um edifício ao lado da Praça Roosevelt, centro de São Paulo, não tem medo da crítica. Persistente e inconformado com os próprios resultados, não vê a aquarela ou a gravura como universos fechados da criação. Encontra em cada técnica um repertório a ser ampliado e desvendado. Persegue novos desafios para elaborar crepúsculos inconfundíveis e muito pessoais, marca de quem se lança em aventuras estéticas possíveis de serem atingidas com sucesso apenas por quem alia à pesquisa constante o conhecimento técnico e uma boa dose de intuição e sensibilidade.

Surgiu assim a necessidade imperiosa de pintar *in loco* e realizar anotações nos locais visitados e fotografados. Com esse espírito, são feitas viagens pelo Norte, Nordeste, interior de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e litoral paulista. Progressivamente, gestos e cores vibram de maneira mais livre e com maior intensidade.

É instaurada, desse modo, uma poética que se distingue por uma especial magia. O traço ganha movimento, e as cores se entrelaçam com uma técnica cada vez mais solta, menos compromissada com a representação do mundo tangível e mais com a apresentação de um sentimento espontâneo de fazer artístico, repleto de

intensas explosões de cor.

A pesquisa o leva a explorar formatos diferenciados, como pequenas dimensões, de 3 cm x 2,5 cm, ou grandes proporções, como 103 cm x 153 cm. Neste caso, usa o branco da folha de aquarela como recurso estético. Também passa a usar o papel colorido como suporte, com numerosos efeitos de luz e reflexo.

Se, na gravura, o *spit-bite* permite a utilização de manchas sem recortes ou com bordas em degradê, além da sobreposição de cores e transparências próprias da aquarela, numa fluidez contagiante, na aquarela, a construção de cidades em relevo com os brancos abertos com corajo-

## Resenhas do mês



Ciência e Fé – cartas de Galileu sobre o acordo do sistema copernicano com a Bíblia

Tradução e organização: Carlos Arthur R. do Nascimento; Editora Unesp; 143 págs.; R\$ 26

# A difícil tarefa de compatibilizar ciência e fé

Salvador Nogueira ●

**Cartas de Galileu** revelam sua tentativa em vão de convencer que os conflitos entre Igreja e heliocentrismo seriam apenas fruto de erro de interpretação

**G**alileu Galilei era um cientista. Era também católico fervoroso. Mas, em nome da ciência, travou duas batalhas ferrenhas com a Igreja. Não para diminuí-la, mas basicamente para protegê-la. É o que transparece de *Ciência e Fé*, coletânea de cartas do pensador italiano escritas entre 1613 e 1616, organizada e traduzida por Carlos Arthur R. do Nascimento.

Nos documentos, Galileu delinea suas opiniões sobre os supostos conflitos entre a teoria copernicana – que colocou o Sol no centro do Universo – e a Bíblia, que contém diversas citações que parecem implicar que a Terra seja o centro do cosmo.

Para o cientista, não pode haver discrepância entre duas verdades indubitáveis: a da palavra divina e a da natureza. Portanto, o perigo reside não num confronto entre as duas, mas num erro na interpretação de uma e de outra. Defensor do método experimental, Galileu aponta que a investigação científica é o melhor meio de lançar luz sobre as controvérsias. Uma vez revelada a verdade natural, ela ajudaria os clérigos

a interpretar corretamente o texto bíblico.

Nesse momento de sua vida, o cientista está mais preocupado em sustentar que não há nada herético em estudar e considerar como potencialmente verdadeiras as hipóteses de Copérnico do que em efetivamente demonstrar a correção do modelo heliocêntrico. Ele usa toda a sua habilidade retórica e cita figuras do pensamento católico, como Santo Agostinho, e mesmo a Bíblia, argumentando que a versão ptolomaica do mundo, ainda que geocêntrica, também apresenta aparentes contradições com as Escrituras.

Mais que isso, Galileu lança um alerta: a Igreja corre o risco de colocar sob suspeita a veracidade das Escrituras como um todo ao tentar extrair delas sentidos que possam, depois, ser refutados de forma incontestável pela ciência. “Não seria talvez senão sábio e útil parecer não acrescentar à Escritura outros artigos sem necessidade, além dos concernentes à salvação e ao fundamento da Fé, contra cuja firmeza não há perigo algum de

que possa surgir jamais doutrina válida e eficaz”, escreve, em carta a Cristina de Lorena, grã-duquesa da Toscana e protetora de Galileu, datada de 1615.

Visão presciente teve o cientista. A proibição da obra de Copérnico, em 1616, e o posterior processo inquisitório contra Galileu, em 1633, acabaram se tornando embaraços para a Igreja Católica. Mas as noções de Galileu transcendem o episódio e se aplicam a outras controvérsias entre ciência e religião, notadamente a polêmica acerca da evolução das espécies.

A leitura inflexível da Bíblia por fanáticos religiosos ainda causa repulsa à teoria da evolução por seleção natural firmemente estabelecida por Charles Darwin e Alfred Russel Wallace um século e meio atrás. De outro lado, também causa em muitos cientistas (capitaneados pelo biólogo evolutivo Richard Dawkins) a sensação de que a religião perdeu sua razão de existir, ao ser “descartada” pelas conclusões científicas.

Galileu anteviu confrontos como esse. Mas seu alerta provavelmente caiu em ouvidos surdos. Para a Igreja, a hipótese copernicana não poderia ser vista como mais que um artefato matemático, como fica patente ao final da coletânea, em uma carta escrita em 1615 pelo cardeal Roberto Belarmino ao padre Paulo Antônio Foscarini, entusiasta da visão copernicana.

“Querer afirmar que realmente o Sol está no centro do mundo e gira apenas sobre si mesmo sem correr do Oriente ao Ocidente e que a Terra está no 3º céu e gira com suma velocidade em volta do Sol é coisa muito perigosa não só de irritar todos os filósofos e teólogos escolásticos, mas também de prejudicar a Santa Fé ao tornar falsas as Sagradas Escrituras”, escreveu o cardeal.



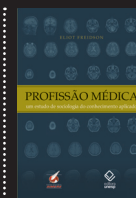
### Avanços da Biologia Celular e da Genética Molecular

André Luís Laforga Vanzela e Rogério Fernandes de Souza; Editora Unesp; 134 págs. R\$ 15



### Diálogo no Inferno entre Maquiavel e Montesquieu

Maurice Joly; Editora Unesp; 356 págs. R\$ 45



### Profissão Médica: um estudo de sociologia do conhecimento aplicado

Eliot Freidson; Editora Unesp; 453 págs. R\$ 74

## O admirável mundo novo da Biotecnologia

O objetivo do livro é oferecer ao leitor leigo a oportunidade de se aprofundar em assuntos ligados à genética e à biotecnologia que têm merecido manchetes nos meios de comunicação na última década, nem sempre sob luzes positivas. A quantidade de assuntos é um dos pontos fortes da obra e mostra bem como essas áreas do conhecimento têm feito cada vez mais parte do nosso dia-a-dia. A organização do genoma, a genética forense, a vacina de DNA, o uso de sementes transgênicas, as possibilidades da terapia gênica, o Projeto Genoma Humano, os estudos com clonagem, o desenvolvimento dos métodos de sequenciamento e as pesquisas com células-tronco são alguns dos temas abordados pelos autores, em linguagem cotidiana. • PN

## A viabilidade da democracia em discussão

Escrito durante a ditadura do II Império, que oprimiu a França por quase 20 anos, o debate imaginário entre os dois clássicos do pensamento político ocidental toca na própria essência da ideia de governo. Será ele a expressão do desejo de dominar e oprimir que é intrínseco à natureza humana? Ou o estado moderno, com seu respeito às leis e a divisão de poderes, é a garantia de um regime atento às liberdades individuais e focado no bem comum? Defendendo cada um seu ponto de vista, Maquiavel e Montesquieu comparam também os governantes assumidamente opressores com aqueles que mantêm as instituições democráticas funcionando apenas para construir uma cortina de fumaça de legitimidade. O tom crítico ao regime de Napoleão III era tão forte que Joly originalmente publicou o texto anonimamente. Mesmo assim, foi descoberto e passou um ano preso por tê-lo escrito. Uma reflexão importante nestes tempos de chavismo emergente. • PN

## Medicina: da periferia ao centro do poder

Eliot Freidson foi um dos grandes nomes da sociologia americana da segunda metade do século 20. Este livro, publicado originalmente em 1970, recebeu no mesmo ano um prêmio da Associação Americana de Sociologia, e tornou-se um clássico da sociologia médica. O texto se inicia mostrando o prestígio relativamente baixo de que desfrutava a medicina no Ocidente até o século 19, muito inferior ao de grandes sistemas simbólicos, como a religião e o direito. O aprofundamento da revolução científica, porém, fez com que os médicos fossem catapultados a alguns dos postos mais elevados da escala de status social. À medida que mais fenômenos tendem a ser interpretados dentro da categoria de doença, essa influência só tende a crescer. Freidson desvenda a complexa teia de poder e de significados que envolve a profissão do médico na sociedade moderna. • PN



# Força contra a serra elétrica

Nem mesmo o corte raso de árvores típicas do Cerrado impediu que a vegetação florescesse. A cena emocionou o professor Clodoaldo Meneguello Cardoso, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, câmpus de Bauru.

"A vida resiste mostrando que sua força é maior do que o poder humano", descreveu. A imagem compôs uma mostra de fotografias ([www.faac.unesp.br/mostra\\_direitoshumanos](http://www.faac.unesp.br/mostra_direitoshumanos)) em comemoração aos 60 anos da Declaração Universal dos Direitos Humanos, completados no final do ano passado, representando o "Direito ao Meio Ambiente Preservado".

No final deste mês, a Unesp inaugura no câmpus de Bauru o Observatório de Educação em Direitos Humanos.



# O precário álibi antidarwinista

Maurício Tuffani ●



Capa de revista francesa do século 19

**N**ão se empolgue, eventual leitor criacionista ou adepto do Design Inteligente, com a piada feita com a imagem de Darwin na capa desta edição de **Unesp Ciência**. Em primeiro lugar, nós, jornalistas, muitas vezes caricaturamos os personagens de nossas notícias, independentemente de concordarmos ou não com eles. Além disso, a complexidade do atual estágio da bioquímica certamente obrigaria o fundador do evolucionismo a repensar algumas de suas ideias principais, mas não põe em xeque o preceito básico de que o desenvolvimento de todas as formas de vida não precisa ser explicado em função de qualquer causa externa à própria natureza.

Vista com outros olhos, a brincadeira com a hipotética e extemporânea perplexidade de Darwin se encaixaria como uma luva nas críticas formuladas nas últimas décadas por partidários do Design Inteligente.

---

A suposta falta de explicações dos saltos evolutivos não é uma objeção consistente ao evolucionismo

---

É o caso, por exemplo, do norte-americano Michael Behe, professor do Departamento de Ciências Bioquímicas da Universidade Lehigh, na Pennsylvania (EUA), e autor de uma das mais importantes obras de divulgação antievolucionistas, *A Caixa Preta de Darwin*, de 1996, publicada no Brasil no ano seguinte (Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1997, 300 p.).

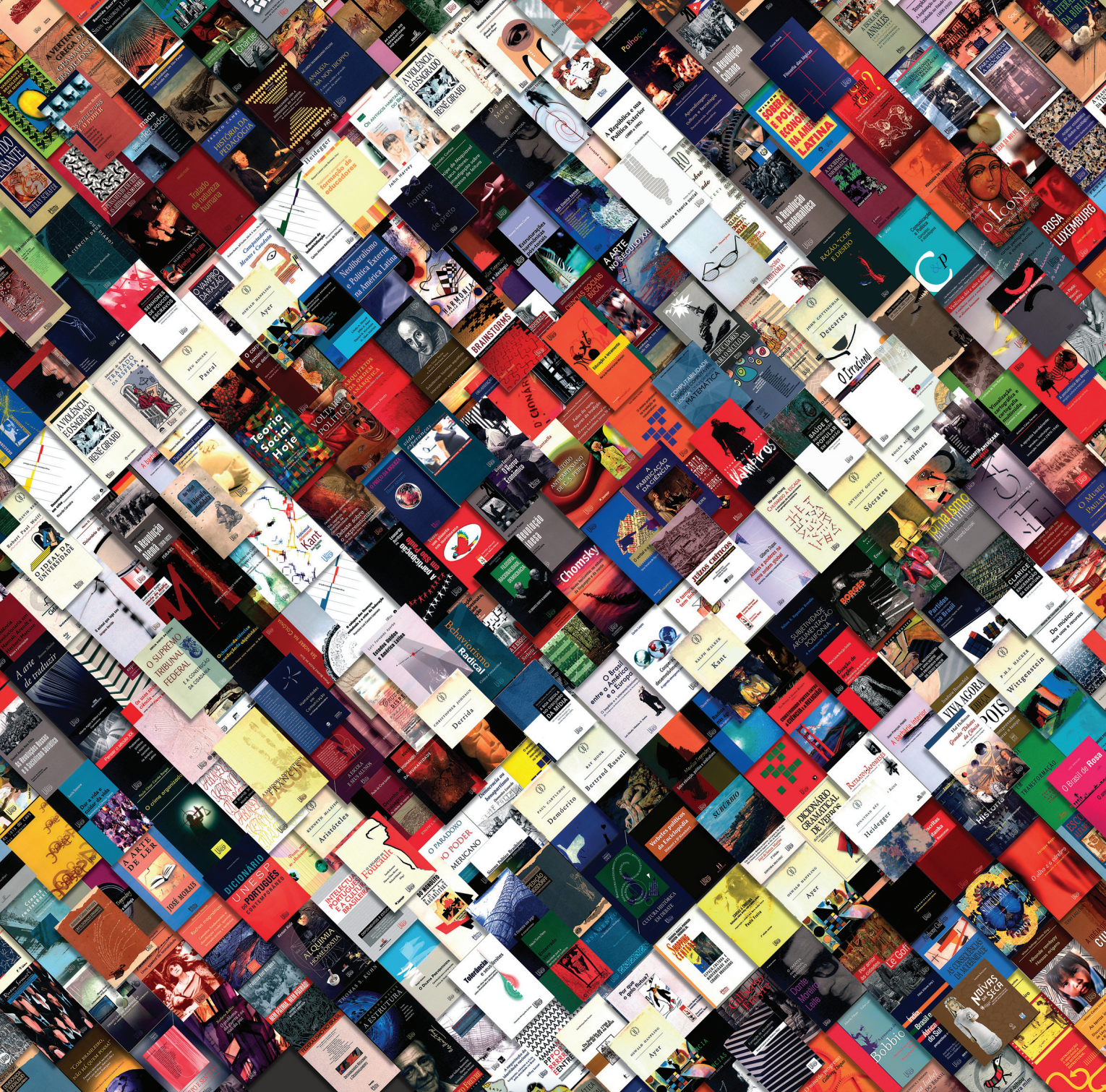
O pressuposto central de Behe nesse livro consiste na constatação de que os biólogos evolucionistas puderam durante algum tempo ignorar os detalhes moleculares sobre a vida porque muito pouco se sabia sobre eles. “Agora, a caixa preta da célula foi aberta e o mundo infinitesimal que veio à tona precisa ser explicado”, disse o pesquisador referindo-se ao desenvolvimento de sua especialidade a partir de meados do século 20 (pág. 32).

Segundo ele, o grande desafio do darwi-

nismo é explicar como sistemas bioquímicos evoluíram de níveis mais simples para outros de maior complexidade sem uma interferência externa. Behe tomou o cuidado de evitar a falácia lógica do argumento da ignorância: “Dizer que a evolução darwiniana não pode explicar tudo na natureza não equivale a dizer que a evolução, a mutação aleatória e a seleção natural não ocorram” (pág. 179). Apesar disso, ele deu o desafio por encerrado: “Eles [os sistemas] foram desenhados não por leis da natureza, pelo acaso ou pela necessidade; na verdade, foram planejados. O planejador sabia que aparência os sistemas teriam quando completos, e tomou medidas para torná-los realidade em seguida” (pág. 195).

Independentemente de os argumentos de Behe e de outros adeptos do Design Inteligente serem consistentes ou precários do ponto de vista científico, é necessário reconhecer que a imprensa em geral tem renunciado a apresentá-los. Mais que isso, muitos veículos de comunicação têm tachado os propositores do DI como meros criacionistas, igualando-os àqueles que ainda hoje recusam cegamente a origem da Terra há cerca de cinco bilhões de anos e teimam na versão bíblica de cerca de seis milênios.

As informações da reportagem “O que nem Darwin imaginava” permitem ver que a alegação da suposta falta de explicações dos saltos evolutivos não é uma objeção consistente ao evolucionismo, mas um álibi da precariedade do Design Inteligente.



## Catálogo diversificado e sem fronteiras

Com mais de mil títulos já publicados, diversos deles premiados, a Editora Unesp é hoje um modelo no Brasil e uma referência internacional em termos de qualidade editorial e presença no mercado. Em seu catálogo, constam tanto obras de impacto em áreas acadêmicas específicas, como títulos de interesse para um público abrangente, sempre buscando intervir nos principais debates da sociedade. No site da Editora Unesp, estão disponíveis informações sobre o acervo completo. Além disso, é possível se cadastrar para receber informativos sobre os lançamentos nas áreas de interesse do leitor.

[www.editoraunesp.com.br](http://www.editoraunesp.com.br)