

+ Marcelo Gleiser

## O porquê e o como

Será que a ciência  
pode explicar  
o propósito  
das coisas?

nômenos deve ser chamado de hipótese, e hipóteses não pertencem à filosofia experimental.”

Ou seja, hipóteses que não podem ser testadas não são científicas. Portanto, se não temos nada testável a dizer sobre o porquê da atração gravitacional entre duas massas, é suficiente usar a teoria da gravidade para descrever a atração entre as massas sem explicar por que ela ocorre.

Newton usou sua teoria para prever

o retorno do cometa Halley, explicar as marés, entender o formato achatado da Terra, calcular a precessão dos equinócios, e muito mais.

Essa abordagem de Newton acabou por definir a ciência do “como”. Realmente, é difícil contemplar a ciência operando de uma forma diferente. Atribuir causas ocultas a fenômenos naturais, eventos que não podem ser verificados experimentalmente, não acrescenta nada à descrição científica desses fenômenos.

Podemos incluir também a teoria da relatividade geral de Albert Einstein. Ele mostrou que a atração entre corpos com massa pode ser interpretada como consequência da curvatura do espaço em torno deles.

Mas, mesmo aqui, não sabemos por

que os objetos encurvam o espaço à sua volta. Porém, resolvendo as equações da teoria, podemos descrever o quanto ele é encurvado e como objetos se comportam nessa geometria.

Será que a ciência poderia explicar o porquê das coisas? Focando na física, me aventuro a dizer que não poderia. Arrisco até dizer que questões do tipo “por que” sequer conseguem chegar a ser científicas.

Se o porquê significa propósito, a física tem pouco a colaborar. Podemos validar experimentalmente as leis da natureza, como “energia é conservada”, mas não sabemos por que ela é, afinal, conservada.

Se você afirmar que caso contrário não estaríamos aqui, não estará dizendo muita coisa. A ciência já é bem complexa se ocupando só com o “como” das coisas. Para o porquê, temos todo o resto.

MARCELO GLEISER é professor de física teórica no Dartmouth College, em Hanover (EUA) e autor do livro “Criação Imperfeita”

Na famigerada guerra entre ciência e religião, uma distinção comum é afirmar que a ciência explica “como” as coisas são e não o “porquê”. Mas vale a pena pensar: será que esse é realmente um modo eficiente de discriminar entre ciência e religião? Ou será que confunde as coisas ainda mais?

Para chegar a uma conclusão, talvez seja uma boa ideia começar ilustrando essa distinção com alguns importantes exemplos históricos.

Quando Galileu afirmou que objetos em queda livre são acelerados em direção ao chão independentemente de suas massas, não estava preocupado em questionar o “porquê” de os objetos caírem, mas sim o “como”.

Através de experimentos detalhados, mostrou que a distância percorrida por um objeto em queda é proporcional ao quadrado do tempo que ele gasta no percurso, obtendo assim a primeira relação matemática descrevendo um movimento que acontece

por causa da gravidade terrestre.

Cerca de 80 anos mais tarde, Isaac Newton elaborou sua importante lei da gravitação universal. Ele mostrou que dois objetos com massa se atraem com uma força que se reduz com o quadrado da distância entre eles.

Logo após a publicação do livro, algumas pessoas fizeram críticas a Newton. Elas afirmavam que essa misteriosa “ação à distância” entre o Sol e a Terra ou entre a Terra e a Lua (ou entre você e seu computador ou jornal) tinha algo de sobrenatural, alguma coisa meio fantasmagórica.

Newton, então, respondeu: “Ainda não pude descobrir a causa dessas propriedades da gravidade a partir de fenômenos, e não arrisco qualquer hipótese, pois o que não é deduzido de fe-

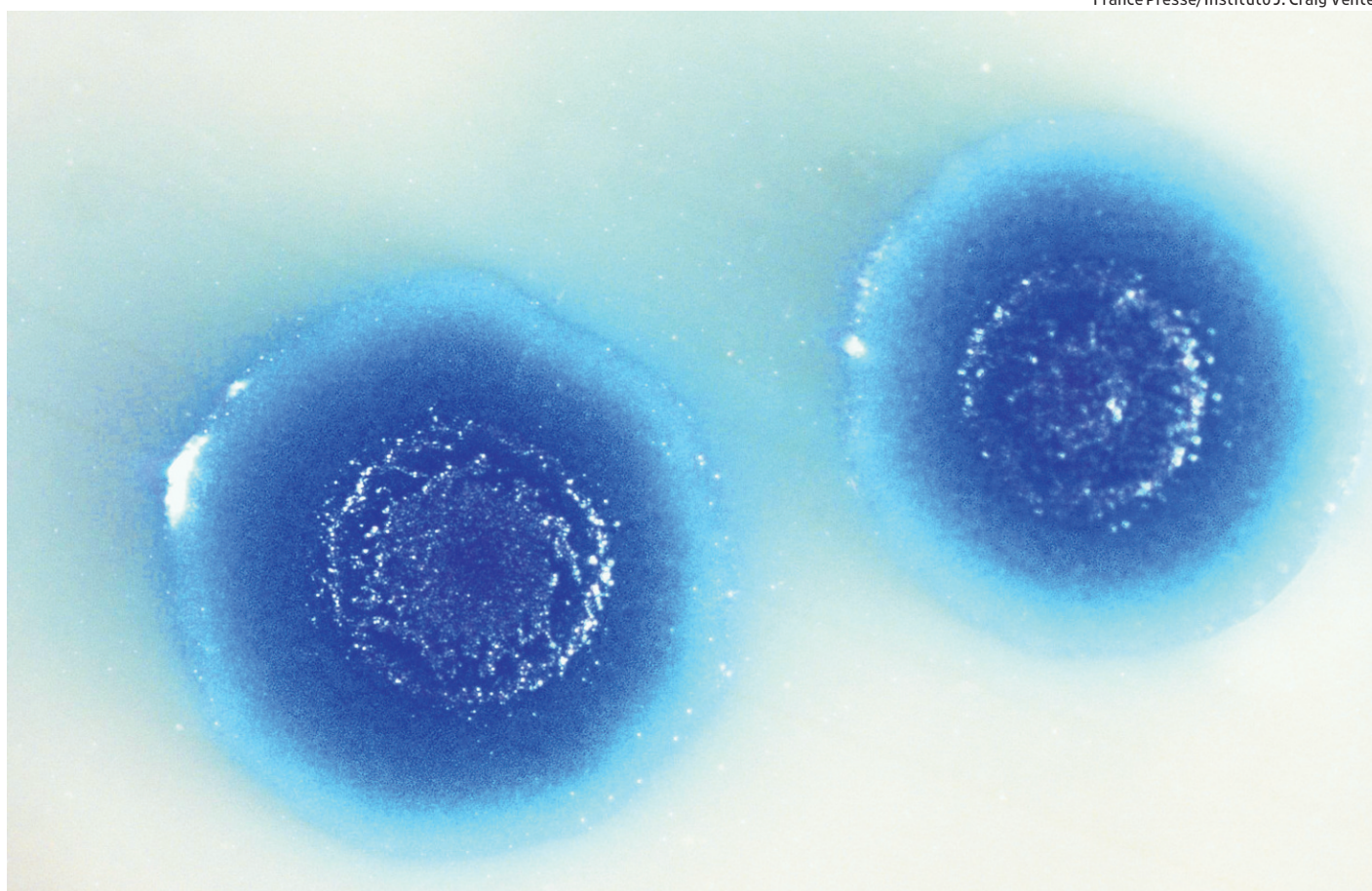
## A reforma da natureza

Área da biologia sintética, que prevê alterar radicalmente organismos, começa a trazer dividendos industriais

REINALDO JOSÉ LOPES  
DA REPORTAGEM LOCAL

Quem ainda se arrepiava só de pensar em soja transgênica talvez devesse repensar suas preocupações. Em vez de um ou outro gene estranho inserido em vegetais que, de resto, são prosaicos, que tal organismos transformados da cabeça aos pés, otimizados para fazer todo tipo de serviço industrial ou médico? A ideia não tem nada de impossível. Aliás, tais organismos já estão por aí.

Temores um tanto luddistas à parte, é nesse tipo de iniciativa, conhecido pelo nome de biologia sintética, que algumas das grandes esperanças de avanço econômico e melhora das condições ambientais do planeta estão sendo depositadas. E, embora ainda haja muito a ser feito, é indiscutível que a abordagem já esteja dando resultados viáveis economicamente, afirma Gonçalo Amarante Guimarães Pereira, pesquisador da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas) que trabalha no ramo.



Colônias alteradas da bactéria *Mycoplasma mycoides*, que passaram por um ‘transplante de genoma’ nos Estados Unidos

“Eu estive numa empresa nos Estados Unidos recentemente, e o plástico de que é feita a caneta que eu trouxe de lá foi produzido via biologia sintética”, diz Pereira. “Então, a resposta é sim, já é uma realidade”, enfatiza ele.

Um artigo recente na revista científica “Nature Reviews Genetics” confirma a tendência. Para os autores, Ahmad Khalil e James Collins, da Universidade de Boston (EUA), o campo “chegou à maioridade”. Para a dupla, uma das principais utilidades dos organismos sintéticos —por enquanto, micróbios como bactérias e leveduras— é

realizar operações lógicas, como se fossem computadores biológicos. Pereira, no entanto, prefere outra forma de explicar a área: trata-se de fazer com que os organismos de interesse se comportem de maneira que jamais seria “programada” nelas pela evolução.

#### Só para elas

“Um exemplo são as leveduras com que trabalho. Elas produzem etanol, claro, que nós usamos como combustível, mas elas fazem isso para combater bactérias, não pelas razões que nos interessam.”

É nesse ponto que as diferen-

ças entre biologia sintética e simples criação de transgênicos ficam mais claras. “Você usa as mesmas técnicas de biologia molecular, mas o propósito é diferente”, diz o pesquisador da Unicamp.

Em vez de inserir um ou dois genes na espécie que se quer modificar (o DNA que determina a bioluminescência de uma água-viva para fazer um camundongo brilhar no escuro, por exemplo), a ideia é embutir na criatura-alvo os genes de uma ou mais vias metabólicas inteiras. Tais vias correspondem a um conjunto de genes (ou melhor, das proteínas codi-

ficadas por eles) atuando em cascata, como um sistema, modificando de forma significativa o metabolismo do organismo.

#### Glicerol à vontade

Pereira dá outro exemplo de seu próprio trabalho: as mesmas leveduras que produzem etanol também fazem glicerol, mas em quantidades diminutas —apenas 2 gramas por litro. Uma mexida geral nas vias metabólicas do fungo microscópico, “desligando” alguns genes e aumentando a ativação de outros, permite aumentar a produção de glicerol para 46 gramas por litro, algo que prova-

velmente nem a seleção natural mais feroz seria capaz de produzir em milhões de anos.

Um dos sonhos de quem trabalha com biologia sintética é dar um passo além e permitir que os organismos de escolha produzam substâncias totalmente alheias a seu metabolismo natural —coisa que o plástico da caneta americana já mostrou ser possível, entre outros exemplos. A longo prazo, seria possível criar uma “petroquímica biológica”, na qual derivados de petróleo seriam totalmente substituídos por produtos de leveduras ou bactérias engenheiradas, diz Pereira.

Outro grande objetivo é otimizar a produção de biocombustíveis —em seu artigo, Khalil e Collins apontam, por exemplo, que seria possível buscar uma escala industrial para formas mais energéticas de álcool que o etanol, como o butanol, modificando os organismos fermentadores mais utilizados hoje. E, claro, já há progressos na área médica, como protótipos de vírus modificados para atacar de forma específica células cancerosas ou bactérias no organismo.

Apesar do fascínio desses avanços, não seria exagero falar em “vida sintética”? Afinal, poucos pesquisadores falam em montar criaturas totalmente artificiais, compostas, por exemplo, de aminoácidos que hoje não são encontrados na natureza. “Não acho que isso seja necessário. Ninguém deixa de escrever um livro novo por falta de letras no alfabeto, mas sim por falta de ideias. É a mesma coisa: os elementos básicos que temos na mão são mais do que suficientes para fazermos coisas fantásticas”, diz Pereira. Para ele, a cadeia produtiva do etanol no Brasil deve dar ao país vantagens competitivas para avançar na área.

+ Marcelo Leite

## Águas turvas

Disparidade entre  
cifras sobre áreas de  
conservação no país  
requer reflexão

Por uma dessas coincidências sintomáticas que a época produz, duas frases que abrem a reportagem de capa da presente edição do caderno Mais! —“No Brasil todo mundo é índio, exceto quem não é” e “Só é índio quem se garante”— estão no centro de um bate-boca entre seu autor, o antropólogo Eduardo Viveiros de Castro, e a revista “Veja”.

A abertura foi escrita antes do qui-proquê, mas pouco importa. Se ela e todo o texto sobre educação indígena forem recebidos como tomada de posição, tanto melhor.

De qualquer maneira, é instrutivo ler a reportagem da revista que deu origem a tudo, assim como as réplicas e réplicas que se seguiram (veja links no blog Ciência em Dia). Permite vislumbrar a profundidade dos preconceitos anti-indígenas e da estridência jornalística que turvam essa vertente de discussão no país.

Preconceitos, estridência, falácias, invenções e estatísticas, aliás, trans-

formam todo o debate público numa bacia amazônica de turbidez. Não é privilégio da questão indígena. Tome a usina hidrelétrica de Belo Monte. Ou o tema explosivo da disponibilidade de terras para o agronegócio, epicentro da indigitada reportagem da revista “Veja”.

“Áreas de preservação ecológica, reservas indígenas e supostos antigos quilombos abarcam, hoje, 77,6% da extensão do Brasil”, afirmam seus autores, sem citar a fonte. “Se a conta incluir também os assentamentos de reforma agrária, as cidades, os portos, as estradas e outras obras de infraestrutura, o total alcança 90,6% do território nacional.”

É provável que a origem omitida seja o estudo “Alcance Territorial da Le-

gislação Ambiental e Indigenista”, encomendado à Embrapa Monitoramento por Satélite pela Presidência da República e encampado pela Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, leia-se senadora Kátia Abreu, DEM-TO).

Seu coordenador foi o então chefe da unidade da Embrapa, Evaristo Eduardo de Miranda. A estimativa terminou bombardeada por vários especialistas, inclusive do Instituto Na-

cional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Nesta semana veio à luz, graças a repórteres Afra Balazina e Andrea Vialli, mais um levantamento que contradiz a projeção alarmante. O novo estudo foi realizado por Gerd Sparovek, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq-USP), em colaboração com a Universidade de Chalmers (Suécia).

Para Miranda, se toda a legislação ambiental, fundiária e indigenista fosse cumprida à risca, faltariam 334 mil km<sup>2</sup> —4% do território do Brasil— para satisfazer todas as suas exigências. O valor dá quase um Mato Grosso do Sul de déficit.

Para Sparovek, mesmo que houvesse completa obediência ao Código Florestal ora sob bombardeio de rura-

listas, sobraria ainda 1 milhão de km<sup>2</sup>, além de 600 mil km<sup>2</sup> de pastagens poucas produtivas usadas para pecuária extensiva (um boi por hectare). Dá 4,5 Mato Grosso do Sul de superavit.

A disparidade abissal entre as cifras deveria bastar para ensopear as barbas de quem acredita em neutralidade científica, ou a reivindicar. Premissas, interpretações da lei e fontes de dados diversas decerto explicam o hiato. Mas quem as examina a fundo, entrando no mérito e extraindo conclusões úteis para o esclarecimento do público e a tomada de decisão?

Faltam pessoas e instituições, no Brasil, com autoridade para decantar espuma e detritos, clarificando as águas para que se possa enxergar o fundo. De blogueiros e bucaneiros já estamos cheios.

MARCELO LEITE é autor de “Darwin” (série Folha Explica, Publifolha, 2009) e “Ciência — Use com Cuidado” (Editora da Unicamp, 2008). Blog: Ciência em Dia (cienciaemdia.folha.uol.com.br) E-mail: cienciaemdia.folha@uol.com.br