

Na obra original, à dir., Ai Weiwei deixa cair vaso chinês de mais de 2.000 anos como forma de protesto contra o regime de seu país



Sequência de fotos "Derrubando um Vaso da Dinastia Han", do artista e ativista chinês Ai Weiwei, em ordem invertida

# Brasileiros revertem direção do tempo em experimento

Pesquisadores verificaram o calor fluir do mais frio para o mais quente

**Embora sem aplicação imediata, pesquisa abre as portas para avanços tecnológicos na área de computação quântica**

FERNANDO TADEU MORAES  
DE SÃO PAULO

O leitor já deve ter percebido. Os fenômenos que observamos no dia a dia têm, todos, uma direção preferencial para ocorrer. Xícaras que se partem ao cair no chão não juntam seus cacos novamente; ovos quebrados não retornam para a casca; o calor sempre flui dos corpos mais quentes para os mais frios.

O grande físico Arthur Eddington (1882-1944) denominou essa assimetria fundamental de seta do tempo.

Mas, no mundo quântico, das partículas subatômicas, as coisas podem funcionar de outro modo. Pesquisadores brasileiros acabam de realizar um experimento em que conseguiram, pela primeira vez, reverter essa direção e fazer o calor fluir de um objeto mais frio para um mais quente.

Embora a pesquisa não tenha aplicação imediata, ela abre as portas para avanços na área de computação quântica.

A explicação usual para o

fato de os processos macroscópicos ocorrerem em uma única direção é a segunda lei da termodinâmica. Ela estabelece que, em um sistema fechado, a desordem —ou entropia— sempre irá aumentar.

## EXPERIMENTO

No experimento, conduzido também por pesquisadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e de universidades de Singapura, Alemanha e Reino Unido, os cientistas utilizaram moléculas de clorofórmio dissolvidas em acetona. O clorofórmio (CHCl<sub>3</sub>) é formado por um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de cloro.

O passo fundamental para a reversão da seta do tempo é a chamada correlação quântica. Nesse estado, as partículas ficam ligadas de maneira que, quando você define o estado de uma delas, o da outra fica relacionado à primeira.

Intuitivamente, é como se tivéssemos duas moedas ligadas por uma haste fixa. Assim, quando esse aparato for atirado para o ar, se a primeira moeda der coroa, o mesmo acontecerá com a outra.

Utilizando um forte campo magnético, os pesquisadores conseguiram manipular as moléculas de modo que os átomos de hidrogênio e de car-

bono ficassem com temperaturas diferentes.

Quando as duas partículas não estavam correlacionadas, o calor fluiu, como esperado, do átomo mais quente para o mais frio. No entanto, no momento em que correlação foi estabelecida, o calor seguiu pelo caminho oposto, deixando a partícula quente mais quente e a partícula fria mais fria.

Serra explica que o resultado, embora contraintuitivo, não viola as leis da física. "A segunda lei da termodinâmica foi feita para sistemas não correlacionados", diz.

O resultado, porém, mostra que "a seta do tempo é algo relativo e que depende das condições iniciais", afirma Kanan Micadei, aluno de doutorado da UFABC e outro dos autores do estudo. No artigo, submetido recentemente para publicação numa revista especializada, o grupo apresenta justamente uma generalização da segunda lei da termodinâmica, que leva em conta estados correlacionados.

## TECNOLOGIA QUÂNTICA

A pesquisa se insere dentro de uma área de estudos nova chamada termodinâmica quântica, a qual está intimamente relacionada com as fronteiras atuais da tecnologia e da computação quântica.

"A termodinâmica tradicional não é a ferramenta adequada para entender os limites dessa nova tecnologia, que vem sendo chamada de quântica, baseada em dispositivos muito pequenos, com poucos átomos e moléculas, onde você usa nanotecnologia e as flutuações de energia são importantes", diz Serra.

Segundo o pesquisador da UFABC, há uma relação fundamental entre informação e termodinâmica, já que informação precisa de um objeto físico para ser codificada e processada. Para se apagar uma informação, despende-se um mínimo de energia, ou seja, aumenta-se a desordem ou entropia.

"Do mesmo modo que a termodinâmica nos diz o limite dos computadores convencionais, imaginamos que a termodinâmica quântica ditará os limites dos computadores quânticos", completa Serra.

Assim, as descobertas que vêm sendo feitas nessa área, espera-se, poderão em breve ser utilizadas para novos desenvolvimentos tecnológicos.

De acordo com Serra, a propriedade observada pela equipe brasileira poderia ser utilizado dentro de um processador quântico, por exemplo, para transferir calor de uma parte a outra do artefato.

## EXPERIMENTO REVERTE A SETA TERMODINÂMICA DO TEMPO

Pesquisadores brasileiros fizeram calor fluir de um corpo mais frio para um mais quente

### PRINCIPAIS SETAS DO TEMPO

#### Seta termodinâmica

É a direção em que a desordem aumenta. Deriva da segunda lei da termodinâmica, segundo a qual, em um sistema isolado, a desordem (ou entropia) sempre aumenta com o tempo. É o que explica porque não vemos copos quebrados reunindo seus cacos e voltando sobre a mesa ou xícaras de café esquentando após serem servidas

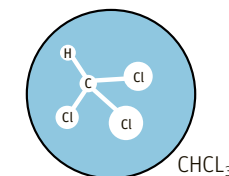
#### Seta cosmológica

Aponta na direção da expansão do Universo a partir do Big Bang. Nela, o futuro é, por definição, a direção na qual o Universo aumenta de tamanho

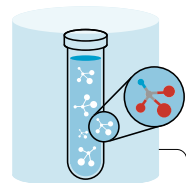
#### Seta psicológica

Trata-se da direção em que percebemos a passagem do tempo, um contínuo movimento do que sabemos (passado) para o que não sabemos (futuro)

### O EXPERIMENTO



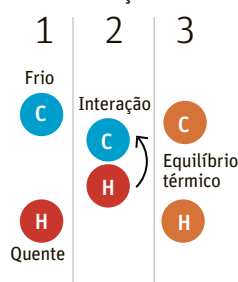
> Os pesquisadores utilizaram uma mistura de clorofórmio dissolvido em acetona. O clorofórmio (CHCl<sub>3</sub>) consiste em um átomo de carbono, um de hidrogênio e três átomos de cloro



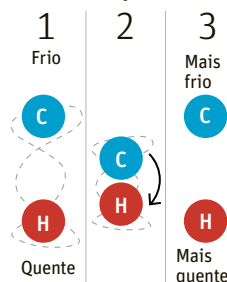
> A mistura é colocada dentro de um aparelho com um campo magnético muito forte

Os pesquisadores então manipulam propriedades dos átomos de carbono e de hidrogênio para criar um estado de correlação quântica entre eles, no qual as partículas podem influenciar umas às outras

### Sem correlação



### Com correlação



> Por fim, eles deixam os átomos de carbono e hidrogênio em temperaturas diferentes

> Diante dessas condições, os pesquisadores observaram, pela primeira vez, o calor fluir espontaneamente do átomo mais frio para o átomo mais quente, o contrário do esperado

### CONSEQUÊNCIAS

A propriedade observada pela equipe brasileira no experimento poderia ser utilizada na computação quântica, por exemplo, transferindo calor de uma parte para outra de um processador quântico

## PLANTÃO MÉDICO JULIO ABRAMCZYK

# A propaganda na atividade de clínicas populares

NOS ÚLTIMOS anos surgiram as denominadas clínicas médicas populares, com clínicos, especialistas e laboratórios para os exames necessários. O destaque em anúncios de algumas clínicas é o preço acessível da consulta médica: a partir de R\$ 55.

A dificuldade para conseguir consultas com rapidez no SUS ou nos convênios colaborou em grande parte

para o sucesso dessas clínicas populares.

Na quarta-feira (24), o "Diário Oficial da União" publica a resolução 2.170/17, do CFM (Conselho Federal de Medicina) que determina critérios para sua atividade. Ela entrará em vigor somente dentro de 90 dias (24 de abril).

As clínicas são empresas médicas e devem ter registro nos Conselhos Regionais de Medicina em cada Estado da

federação, com um diretor técnico médico responsável pelo seu funcionamento.

Pela resolução 2.170/17, as clínicas populares ficam proibidas de fazer propaganda com indicação de preços de consultas e formas de pagamento que caracterizem concorrência desleal, comércio e captação de clientela.

Os valores das consultas podem ser divulgados no interior da clínica. Pelo Cód-

igo de Ética Médica, é vedado ao médico praticar concorrência desleal com outro médico (artigo 51) e o exercício mercantilista da medicina (artigo 58).

As clínicas populares também ficam proibidas de se instalar junto a lojas que comercializem produtos e insumos médicos, bem como óticas, farmácias, drogarias e estabelecimentos comerciais de estética e beleza.

## SAÚDE RESPONDE

### É correto colocar um pouco de sal na papinha do bebê? É necessário que a criança receba sódio na dieta? G.H.

A adição de sal à papinha de bebês não é recomendada. Segundo Junaura Barreto, da Sociedade Brasileira de Pediatria (SBP), ao estimular muito precocemente as papilas gustativas de um bebê, salgando a comida, ele pode acabar desenvolvendo uma preferência por alimentos muito salgados. "Isso pode aumentar o risco de desenvolvimento de hipertensão arterial no futuro", diz Barreto, que esclarece que as papinhas já têm uma quantidade de sódio suficiente.

Também não se deve adicionar sal às papinhas caseiras, que podem começar a ser dadas como alimentação complementar a partir dos seis meses. Depois que a criança completar 1 ano de idade, já é possível utilizar um pouco de sal, com moderação. A especialista ainda aconselha a não bater carnes, verduras e tubérculos no liquidificador. O adequado é amassar os alimentos com garfo, até alcançarem a textura de papa.

Qual é o melhor lugar pra se comprar medicamento? É na minha casa, claro !!

Mariana Godoy

10 X\* sem juros no cartão

São + de 2000 produtos para a sua saúde.

Parcelamento válido inclusive para as demais promoções e com os mesmos descontos.

\*Parcela mínima de R\$ 20,00. Consulte respeito de produtos vigentes nesta promoção.

ultrafarma

11 5591-1466 | ultrafarma.com