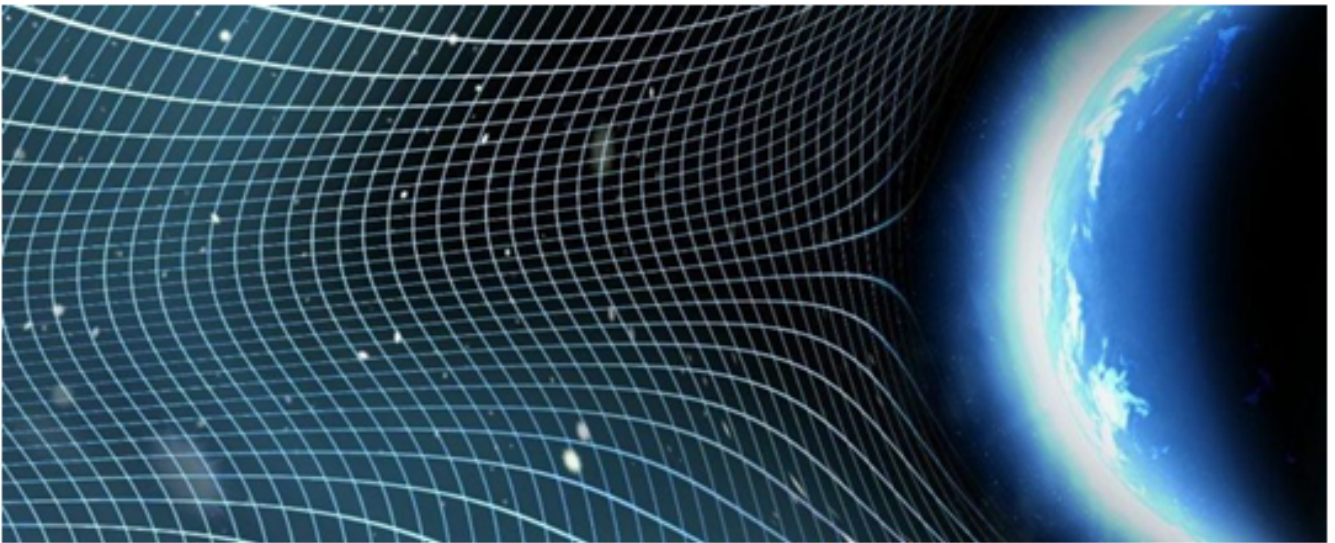
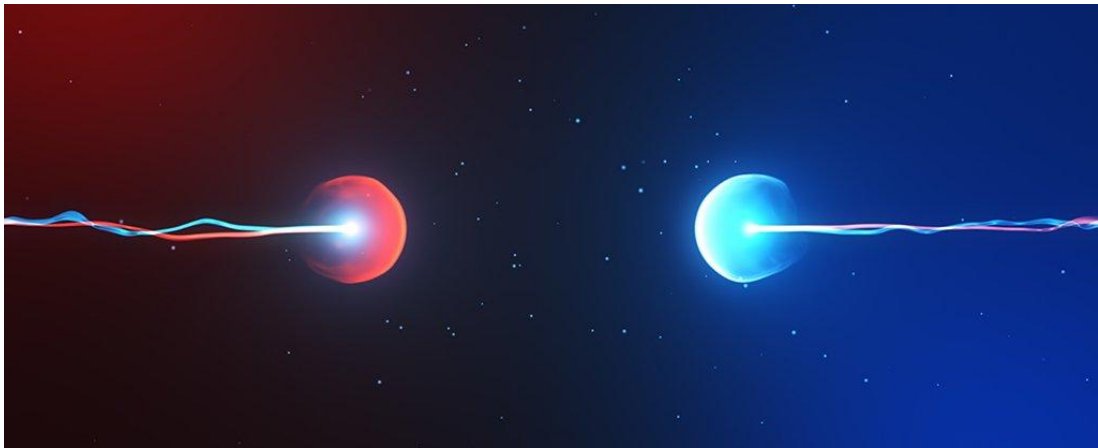


FORÇA NUCLEAR / FÍSICA QUÂNTICA



Pela primeira vez, força nuclear fraca é medida com precisão



Em um experimento inovador, físicos mediram com precisão a força nuclear fraca pela primeira vez.

O valor alcançado – 0,0719 (com uma margem de erro de 0,0045) – não significa muito para a maioria de nós, mas o estudo abre possibilidades empolgantes para o campo da física de partículas.

A medição foi um esforço internacional conduzido na instalação Thomas Jefferson National Accelerator Facility, comumente chamada apenas de “Jefferson Lab”, um laboratório pertencente ao governo americano.

As forças da natureza

A força nuclear fraca é uma das quatro forças fundamentais da natureza.

A gravidade é a mais conhecida delas, e também a mais fraca – embora impeça nossos objetos de flutuarem por aí, só notaremos seus efeitos pessoalmente se estivermos tratando de tanta matéria quanto um planeta inteiro.

Outra força com a qual estamos bem familiarizados é o eletromagnetismo. Nele, cargas opostas de prótons e elétrons são atraídas pela mediação de partículas de luz chamadas fótons.

Depois, há a força nuclear forte, que atua sobre minúsculas distâncias para ligar partículas chamadas quarks a prótons e nêutrons, através da passagem de uma partícula chamada glúon.

E, por fim, há a estranha força nuclear fraca, que transforma nêutrons em prótons, com um antineutrino de elétron e um elétron de sobra.

Obstáculos

Embora esteja muito longe de ser tão leve quanto a gravidade, a interação nuclear fraca representa apenas uma fração da atração entre as cargas de um próton e elétron. “Medir este efeito se mostrou difícil porque a força fraca é muito mais fraca do que a eletromagnética”, explicou Ross Young, da Universidade de Adelaide (Austrália).

O truque dos pesquisadores foi se aproveitar de uma descoberta feita nos anos 1950. A maioria das coisas na física segue algum tipo de regra de equilíbrio ou simetria. Por exemplo, se trocássemos cargas positivas por negativas, tudo ficaria praticamente igual.

Seguindo essa lógica, se mudássemos as posições de tudo em algum espelho gigante universal, a maioria das coisas não mudaria. A força nuclear fraca, no entanto, é uma exceção importante. Há um viés de esquerda e direita no colapso das partículas envolvidas com essa força, que nós notaríamos se o universo virasse de ponta cabeça.

Essa violação do que chamamos de “simetria da paridade” foi o que constituiu a base desse experimento.

O avanço

Girar elétrons em uma de duas direções (direita ou esquerda) e jogá-los em prótons faz com que eles ricochetem de maneira precisa, dependendo da direção, ou “helicidade”, de sua rotação.

“A diferença entre as duas configurações de helicidade é de menos de 300 para cada bilhão de elétrons espalhados”, disse Young. “Medindo essa pequena diferença com muita precisão, conseguimos determinar a fraca carga do próton”.

Os resultados do experimento estão alinhados com o que seria esperado dentro da nossa compreensão atual da física de partículas, o Modelo Padrão. Portanto, a descoberta em si não é surpreendente.

Vale notar, contudo, que o Modelo Padrão, por mais sólido que seja, possui muitas lacunas. Fenômenos como a energia escura e uma teoria da gravidade quântica não se encaixam bem nele e criam problemas.

Ainda precisamos descobrir o caminho certo para analisar essas propriedades, e ter uma maneira comprovada de sondar interações que normalmente ficariam escondidas no zumbido de forças mais fortes oferece aos físicos uma nova – e valiosa – ferramenta.

Um artigo sobre a pesquisa foi publicado na prestigiada revista Nature.

Físicos confirmam possível descoberta de nova força da natureza



Galáxias como esta espiral, conhecida como NGC 6814, são mantidas juntas por uma misteriosa matéria escura

Existem quatro forças fundamentais da natureza: gravidade, eletromagnetismo e as forças nucleares forte e fraca.

Agora, descobertas recentes feitas por físicos teóricos da Universidade da Califórnia, em Irvine, nos EUA, indicam a possível descoberta de uma partícula subatômica previamente desconhecida, que pode ser a evidência de uma quinta força da natureza.

Seu estudo foi publicado em um artigo da revista *Physical Review Letters*.

“Se for verdade, é revolucionário”, disse Jonathan Feng, professor de física e astronomia, ao portal *Phys.org*. “A descoberta de uma possível quinta força iria mudar completamente a nossa compreensão do universo, com consequências para a unificação das forças e matéria escura”.

Anomalia

Os pesquisadores tiraram suas conclusões a partir de um estudo feito por físicos nucleares experimentais da Academia de Ciências da Hungria, em 2015, que originalmente estavam à procura de “fótons escuros”, partículas que significariam a matéria escura invisível que provavelmente compõe cerca de 85% da massa do universo.

O trabalho dos húngaros descobriu uma anomalia, um decaimento radioativo, que apontava para a existência de uma partícula de luz 30 vezes mais pesada do que um elétron. No entanto, eles não foram capazes de afirmar que essa era uma nova força. Não estava claro se a anomalia era uma partícula de matéria ou uma partícula que transmite força.

Recentemente, o grupo da Universidade da Califórnia estudou os dados dos pesquisadores húngaros, bem como todas as outras experiências anteriores nesta área, e mostrou que a evidência desfavorece fortemente a ideia de que seja uma partícula de matéria ou fótons escuros.

Assim, eles propuseram uma nova teoria que sintetiza todos os dados existentes e determina que a anomalia pode indicar uma quinta força fundamental.

Bóson protofóbico x

O novo estudo demonstra que, em vez de ser um fóton escuro, a partícula pode ser um “bóson protofóbico x”.

Enquanto a força elétrica normal age sobre elétrons e prótons, esse bóson interage apenas com elétrons e nêutrons, e em uma gama extremamente limitada.

Existe a possibilidade dessa potencial quinta força ser ligada às forças eletromagnética e nuclear forte e fraca, como “manifestações de uma força maior e mais fundamental”, de acordo com Feng.

No entanto, ele observa que novas experiências são cruciais para confirmar os resultados. “A partícula não é muito pesada, e os laboratórios têm as energias necessárias para produzi-la desde os anos 50 e 60. A razão pela qual tem sido difícil de encontrá-la é que suas interações são muito débeis. Dito isto, porque a nova partícula é tão leve, existem muitos grupos experimentais que trabalham em pequenos laboratórios ao redor do mundo que podem seguir as indicações, agora que sabem onde procurar”.

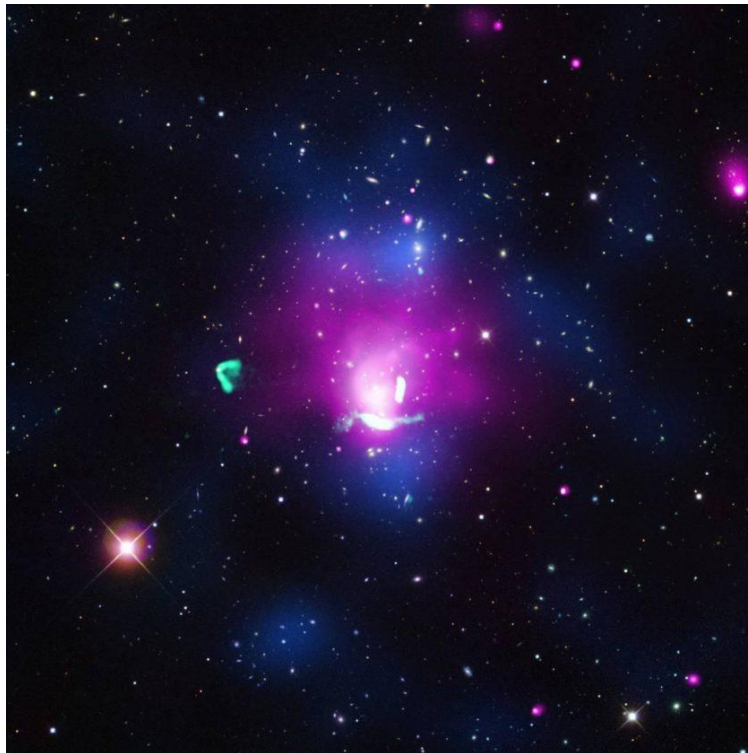
Matéria e força escuras

Como muitos avanços científicos, este abre inteiramente novos campos de investigação para os físicos.

Citando o modelo padrão de partículas, Feng especula que pode haver um setor escuro separado, com sua própria matéria e forças.

“É possível que estes dois setores conversem um com o outro e interajam um com o outro. Este setor escuro pode se manifestar como esta força protofóbica que estamos vendo como resultado da experiência húngara. Num sentido mais amplo, se encaixa com a nossa pesquisa original para compreender a natureza da matéria escura”, sugere Feng.

Três experimentos revelam fenômeno que rompe o modelo padrão da física



Uma revisão de três experiências separadas que apresentaram resultados extraordinariamente semelhantes apontam para o que os pesquisadores chamam de uma forte possibilidade de descobrir um fenômeno que vai além dos padrões já estabelecidos da física de partículas.

Quando analisados em conjunto, os dados obtidos nesses experimentos realizados nos EUA, Suíça e Japão, revelam uma chance de 99,95% de que a “universalidade dos léptons”, uma suposição do modelo padrão da física, não poderá se sustentar. “Esses estudos partiram de observações que parecem desafiar a “universalidade dos léptons”, informou uma equipe internacional de físicos.

“Uma confirmação desses resultados apontaria para a possibilidade de encontrar novas partículas ou interações, e poderia ter profundas implicações para a nossa compreensão da física de partículas”.

Se você não está familiarizado com a “universalidade dos léptons”, é realmente um conceito físico bastante simples – que as interações de certas partículas elementares são as mesmas, mesmo com partículas de diferentes massas e vidas (taxas de decaimento).



Crédito imagem: Wikimedia Commons

Eles descobriram isso enquanto olhavam para a decaimento de partículas chamadas mésons B para partículas mais leves, incluindo dois tipos de léptons: o lepton tau e o múon.

O que os três experimentos descobriram é que, quando consideradas as taxas de decaimento de elétrons e múons, as taxas de decaimento do tau são muito maiores do que deveriam ser.

De forma simples, a decaimento de taus é mais rápida do que o modelo padrão de física de partículas prevê, com base no princípio da “universalidade dos léptons”.

O fenômeno é um pouco estranho e o resultado de um experimento poderia facilmente ser um erro, mas os três experimentos observaram a mesma diferença nas taxas de decaimento, apesar de todos operarem em diferentes ambientes.

“O tau é a chave, porque os outros elementos foram medidos com exatidão. Os taus são mais complexos porque têm um comportamento mais rápido”, explica Franco Sevilha, um dos pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara. “Agora que os físicos são capazes de estudar melhor taus, estamos vendo que talvez a “universalidade dos léptons” não esteja tão correta como afirma o modelo padrão”.

Quando analisados em conjunto, os resultados do experimento LHCb, realizado no CERN (Suíça); o detector BaBar, no SLAC National Accelerator Laboratory (Califórnia); e o experimento Belle (Japão), desafiaram os princípios da “universalidade dos léptons” em um quatro níveis de desvios padrão.

Isso indica uma certeza de 99,95 por cento de que foi feita uma nova descoberta, informou a equipe dos EUA. Para ser claro, isso parece ser um caso bastante convincente contra um dos pressupostos fundamentais do modelo padrão, mas isso é ciência, então, antes de ter certeza de qualquer coisa, é preciso obter o mesmo resultado em pelo menos cinco desvios do padrão.

Mais experimentos

Isso significa que é necessário mais experimentos com amostras maiores para que não seja apenas um erro que aconteceu nos três continentes que os estudos foram realizados.

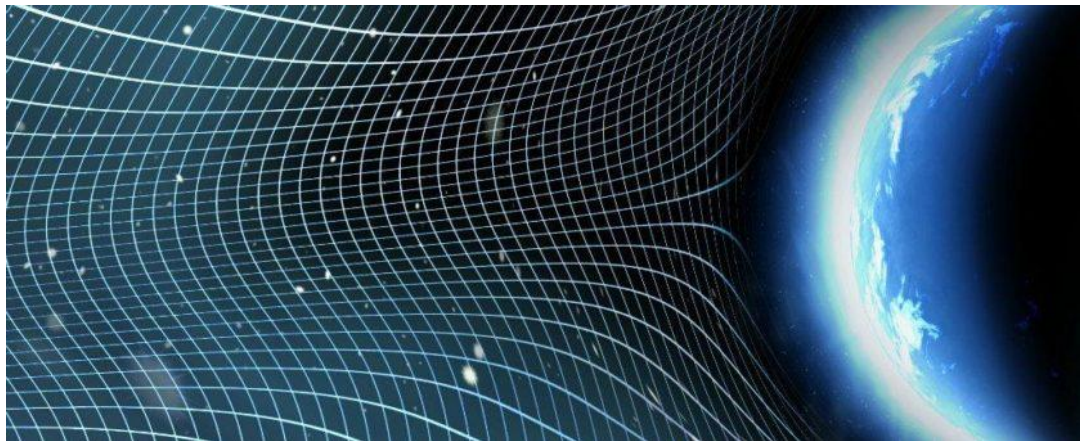
Além disso, é preciso descobrir o que isso pode significar para a física se esses resultados se comprovarem verdadeiro, mas dá para antecipar isso ainda.

“Não temos certeza do que confirmação desses resultados significará em longo prazo”, diz Sevilla. “Primeiro, precisamos ter certeza de que eles são verdadeiros, e então precisaremos de experimentos auxiliares para determinar o significado”.

A boa notícia é que o CERN tem apenas planos para em breve construir um acelerador de partículas três vezes maior e sete vezes mais poderoso do que o LHC, então, se alguma equipe vai desvendar esse novo mistério da física, certamente essa é uma boa aposta.

A revisão foi publicada na revista *Nature*.

Físicos podem ter detectado uma quinta força da natureza



A física pode ser bastante intensa às vezes, mas um dos aspectos mais simples dela é que tudo no universo é controlado por apenas quatro forças fundamentais: gravidade, eletromagnetismo e as forças nucleares forte e fraca. Agora, no entanto, físicos na Hungria acreditam que podem ter encontrado evidência de uma quinta força misteriosa da natureza.

Se for comprovada, essa descoberta significaria que precisamos repensar a nossa compreensão de como o universo realmente funciona. As informações são do site [Science Alert](#).

Porém, antes de tratar disso, vamos voltar a essas quatro forças por um segundo, porque elas são muito importantes. Elas são uma parte fundamental do modelo padrão da física, que explica todo o comportamento e as partículas que vemos no universo. A gravidade é responsável por manter juntos os planetas e a força eletromagnética é responsável por manter nossas moléculas juntas.

“No menor nível, estão as outras duas forças: a força nuclear forte é a cola dos núcleos atômicos e a força nuclear fraca ajuda alguns átomos a passar pelo decaimento radioativo”, escreve Ryan F. Mandelbaum para a revista “Popular Science”. “Essas forças pareciam explicar a física que podemos observar, mais ou menos”.

Bóson super leve

As provas desta quinta força foram descobertas no ano passado, quando uma equipe da Academia Húngara de Ciências informou que tinha disparado prótons em lítio-7 e, nas cinzas nucleares, haviam detectado um novo bóson super leve que era apenas 34 vezes mais pesado do que um elétron.

Por mais impressionante que isso possa parecer, o artigo ficou em grande medida esquecido, até que uma equipe dos Estados Unidos publicou sua própria análise dos dados no final do mês passado, no site arXiv.

Na análise, a equipe dos EUA, liderada por Jonathan Feng, da Universidade da Califórnia em Irvine, mostrou que os dados não entram em conflito com experiências anteriores e calculou que o novo bóson poderia realmente estar carregando uma quinta força fundamental – e foi aí que o mundo científico começou a se interessar.

Esse artigo ainda não foi revisado por pares, por isso não podemos ficar muito animados, mas, estando público no arXiv, os outros físicos podem analisar os resultados e adicionar suas próprias conclusões, que é o que está acontecendo atualmente. Como relata a revista Nature, os pesquisadores ao redor do mundo estão correndo para realizar testes de acompanhamento a fim de verificar a descoberta da Hungria, e podemos esperar resultados dentro de cerca de um ano.

Descoberta inesperada

Mas, se você for como eu, provavelmente está se perguntando: “O que um bóson super leve tem a ver com uma nova força da natureza?”. Bom, vamos lá.

Esta não é a primeira vez que pesquisadores afirmam ter detectado uma quinta força (tem até uma [página na Wikipédia](#) para as possibilidades dessa quinta força), mas a busca por ela tem ficado cada vez mais quente ao longo da última década. Muitos cientistas acreditam que pode haver uma partícula por aí chamada de “fóton escuro”, que poderia levar uma nova força que poderia explicar a matéria escura – essa substância invisível que compõe mais de 80% da massa do universo.

Isso é o que a equipe húngara, liderada pelo físico Attila Krasznahorkay, estava procurando. Para fazer isso, os cientistas dispararam prótons em alvos finos de lítio-7, uma colisão que criou núcleos instáveis de berílio-8, que, então, decaíram em pares de elétrons e pósitrons.

“De acordo com o modelo padrão, os físicos deveriam ver que o número de pares observados cai à medida que o ângulo que separa a trajetória do elétron e do pósitron aumenta”, escreve Edwin Cartlidge na “Nature”. Mas não foi isso que a equipe viu – a cerca de 140 graus, o número desses pares saltou, criando um pequeno “inchaço” antes de cair novamente em ângulos maiores.

De acordo com Krasznahorkay e sua equipe, este “inchaço” era evidência de uma nova partícula. Eles calcularam que a massa desta nova partícula seria de cerca de 17 megaelectronvolts, o que não era esperado para o “fóton escuro”, mas pode ser uma evidência de algo completamente diferente.

“Estamos muito confiantes sobre nossos resultados experimentais”, afirmou Krasznahorkay à “Nature”. Ele diz que a chance do “inchaço” ser uma anomalia é de cerca de 1 em 200 bilhões (só não podemos esquecer que nenhuma outra equipe confirmou isso ainda).

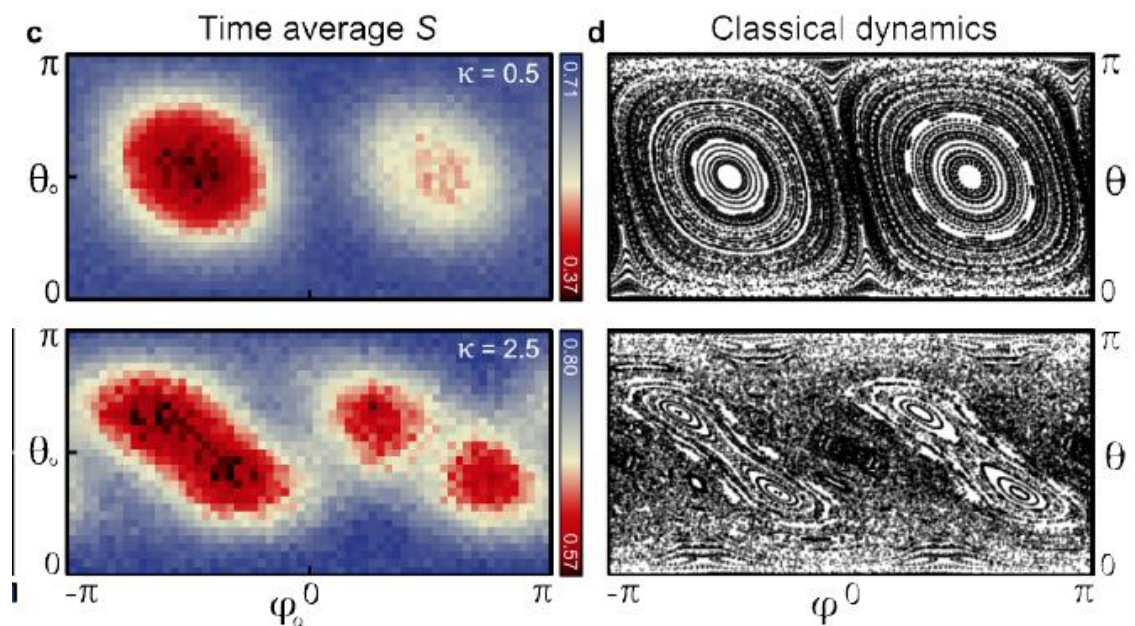
Esperança e precaução

A análise feita pelo grupo norte-americano não envolveu uma repetição do experimento, apenas cálculos para verificar se, pelo menos teoricamente, a proposta de bóson super leve que Krasznahorkay detectou poderia ser capaz de transportar uma nova força fundamental.

Como todos os bons cientistas, a comunidade da física até agora está muito cética a respeito das supostas descobertas, especialmente porque o bóson super leve era algo que ninguém esperava encontrar.

“Certamente não é a primeira coisa que eu teria escrito se eu pudesse mudar o modelo padrão à vontade”, disse Jesse Thaler, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que não estava envolvido em nenhum dos estudos, à “Nature”. No entanto, ele admitiu que está prestando atenção ao que vem por aí. “Talvez nós estejamos tendo o nosso primeiro vislumbre da física para além do universo visível”.

A semelhança inesperada entre as físicas quântica e clássica



Usando um pequeno sistema quântico composto de três qubits supercondutores, os pesquisadores da Universidade da Califórnia, em Santa Bárbara (UCSB), nos EUA, e do Google descobriram uma ligação entre aspectos da física clássica e da física quântica que pensava-se que eram desconectados: o caos clássico e o entrelaçamento quântico. Os resultados sugerem que seria possível usar sistemas quânticos controláveis para investigar certos aspectos fundamentais da natureza.

“É de certa forma surpreendente, porque o caos é um conceito totalmente clássico – não há nenhuma ideia de caos em um sistema quântico”, diz Charles Neill, pesquisador no Departamento de Física da UCSB e autor principal do artigo que aparece na revista Nature Physics. “Da mesma forma, não há nenhum conceito de entrelaçamento no âmbito dos sistemas clássicos. E, no entanto, verifica-se que o caos e o entrelaçamento estão, na verdade, relacionados de maneira forte e clara”.

Escalas diferentes

Iniciada no século 15, a física clássica em geral examina e descreve sistemas maiores do que átomos e moléculas. Ela é composta por centenas de anos de estudo, incluindo as leis do movimento de Newton, a eletrodinâmica, a relatividade, a termodinâmica, bem como teoria do caos, campo que estuda o comportamento de sistemas altamente sensíveis e imprevisíveis. Um exemplo clássico da teoria do caos é o clima, em que uma mudança relativamente pequena em uma parte do sistema é suficiente para acabar com previsões – e temporadas de férias – em qualquer lugar do globo.

Em escalas menores de tamanho e comprimento na natureza, no entanto, como os que envolvem átomos e fótons e seus comportamentos, a física clássica não é suficiente. No início do século 20, a física quântica surgiu, com a sua ciência aparentemente contraditória e às vezes controversa, incluindo as noções de superposição (a teoria de que uma partícula pode estar localizada em vários lugares ao mesmo tempo) e entrelaçamento (partículas que estão profundamente ligadas se comportam como tal, apesar da distância física entre si).

E assim começou a busca contínua de conexões entre os dois campos.

Caos e entrelaçamento

Todos os sistemas são fundamentalmente sistemas quânticos, de acordo com Neill, mas como descrever em um sentido quântico o comportamento caótico de, por exemplo, moléculas de ar em uma sala no vácuo, continua a ser algo limitado.

“Imagine pegar um balão cheio de moléculas de ar, de alguma forma marcá-las para que você possa vê-las e, em seguida, liberá-las em uma sala sem moléculas de ar”, pede o coautor e pesquisador da UCSB e do Google, Pedram Roushan. “Um resultado possível é que as moléculas de ar permaneçam agrupadas em uma pequena nuvem seguindo a mesma trajetória ao redor da sala. E, no entanto, como nós podemos intuir, as moléculas mais provavelmente vão partir em uma variedade de velocidades e direções, batendo nas paredes e interagindo umas com as outras, descansando depois que a sala estiver suficientemente cheia delas”.

“A física subjacente é o caos, essencialmente”, explica Roushan. As moléculas que descansam, pelo menos no nível macroscópico, são o resultado da estabilização térmica, ou de terem alcançado o equilíbrio depois de terem atingido a saturação uniforme dentro do sistema. Mas no mundo infinitesimal da física quântica, ainda há pouco para descrever esse comportamento. A matemática da mecânica quântica, Roushan afirma, não permite o caos descrito pelas leis do movimento de Newton.

Para investigar, os pesquisadores elaboraram um experimento usando três bits quânticos, as unidades computacionais básicas do computador quântico. Ao contrário de bits de computadores clássicos, que utilizam um sistema binário de dois estados possíveis (zero ou um), um qubit pode também usar uma superposição de dois estados (zero e um) como um único estado. Além disso, vários qubits podem emaranhar-se, ou se conectarem tão perto uns dos outros que suas medições irão se correlacionar automaticamente. Ao manipular esses qubits com pulsos eletrônicos, Neill fez com que eles interagissem, rodassem e evoluíssem em um análogo quântico de um sistema clássico altamente sensível.

O resultado é um mapa de entropia de entrelaçamento de um qubit que, ao longo do tempo, se assemelha fortemente com a dinâmica clássica – as regiões de entrelaçamento no mapa quântico assemelham-se às regiões do caos no mapa clássico. As ilhas de baixo entrelaçamento no mapa quântico estão localizadas nos locais de baixo caos no mapa clássico.

“Há uma clara ligação entre o entrelaçamento e o caos nestes dois quadros”, disse Neill. “E, verifica-se que a termalização é a coisa que liga o caos e o entrelaçamento. Acontece que eles são, na verdade, as forças motrizes por trás da estabilização térmica.

Computadores quânticos

“O que percebemos é que em quase qualquer sistema quântico, incluindo computadores quânticos, se você deixá-lo evoluir e começar a estudar o que acontece como uma função do tempo, ele vai termalizar”, acrescentou Neill, referindo-se ao equilíbrio de nível quântico. “E isso realmente une a intuição entre termalização clássica e caos e como ela ocorre em sistemas quânticos que entrelaçam”.

Os resultados do estudo têm implicações fundamentais para a computação quântica. Ao nível dos três qubits, o cálculo é relativamente simples, disse Roushan, mas como pesquisadores têm se esforçado para construir computadores quânticos cada vez mais sofisticados, que incorporem mais qubits para estudar problemas altamente complexos que estão além da capacidade da computação clássica, como os reinos de aprendizado da máquina, inteligência artificial, dinâmica ou química de fluidos, um processador quântico otimizado para esses cálculos será uma ferramenta muito poderosa.

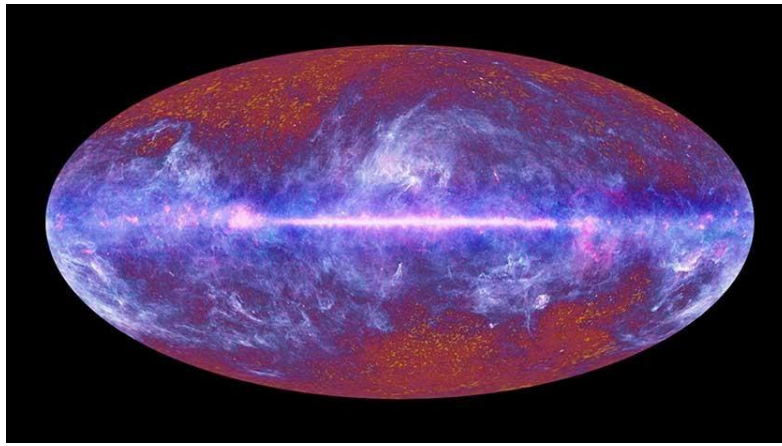
“Isso significa que nós podemos estudar coisas que são completamente impossíveis de estudar agora, assim que chegarmos a sistemas maiores”, disse Neill.

7 Perguntas que tiram o sono dos físicos



Em um auditório lotado no *Perimeter Institute*, em Waterloo, Canadá, um grupo de físicos foi convidado a responder a uma única pergunta: o que os mantém acordado de noite? A discussão fazia parte do *Quantum to Cosmos*, um grande e sofisticado festival de física com duração de 10 dias. Enquanto a maioria afirmou dormir profundamente, emergiram sete chaves para grandes enigmas que surgiram durante a sessão:

1. Por que *este* universo?



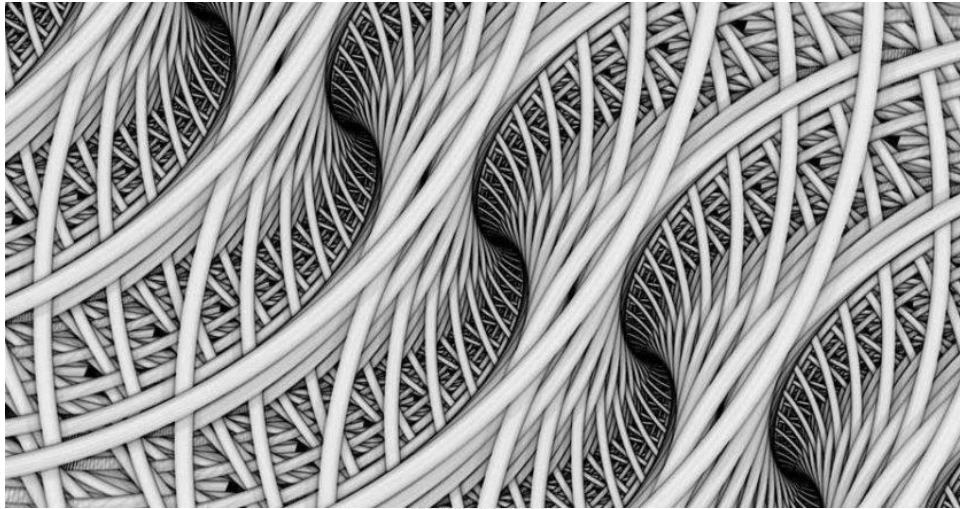
Em sua busca pelas leis fundamentais da natureza, os físicos têm trabalhado essencialmente sob um paradigma de longa data: demonstrar por que o universo deve ser como o vemos. Mas se outras leis podem ser cogitadas, por que não pode existir um universo em algum outro lugar? “Talvez nós não encontremos outra alternativa que não seja o universo que nós conhecemos”, disse Sean Carroll de Caltech. “Mas eu suspeito que isto não esteja certo”. Carroll acha fácil imaginar que a natureza permite tipos diferentes de universos com leis diferentes. “Logo, em nosso universo, a pergunta transforma-se em: por que estas leis e não algumas outras leis?”. » O universo chegará ao fim mais cedo do que se pensava

2. De que tudo é feito?



Já é bem claro que a matéria comum – átomos, estrelas e galáxias compõe 4% da energia total do universo. Os outros 96% é que mantém a física Katherine Freese, da Universidade de Michigan, ocupada. Ela está entusiasmada com uma parte do problema, a natureza de matéria escura e é possível que esteja próxima da solução. Com base em dados de sua nova experiência com o satélite *Fermi*, da Nasa, ela conseguiu descobrir que as partículas de matéria escura em nossa própria galáxia estão se destruindo em uma taxa mensurável, o que por sua vez poderia revelar suas propriedades. Mas a descoberta da energia escura, que parece acelerar a expansão do universo, criou um novo quebra-cabeça cheio de enigmas e sem nenhuma resposta à vista. Isto inclui a natureza da própria energia escura e a pergunta de por que há um valor tão extraordinariamente pequeno permitindo a formação de galáxias, de estrelas e do surgimento da vida. » Detector de matéria escura é criado por cientistas

3. Como a complexidade acontece?



Do comportamento imprevisível do mercado financeiro à ascensão da vida a partir da matéria inerte, Leo Kadanoff, físico e matemático aplicado da Universidade de Chicago, procura as perguntas mais atraentes sobre a ascensão de sistemas complexos. Ele se preocupa devido a uma parte dos físicos e matemáticos se focalizarem apenas no muito pequeno e no muito grande. “Nós não sabemos como um vidro de janela comum trabalha e toma um formato”, afirma. “A investigação de coisas familiares é importante apenas para chegarmos a um entendimento”, defende. “A vida em si só será verdadeiramente entendida por decodificação de como os componentes simples com interações simples podem conduzir aos fenômenos complexos”, explica. » [A biologia sintética criando vida artificial](#)

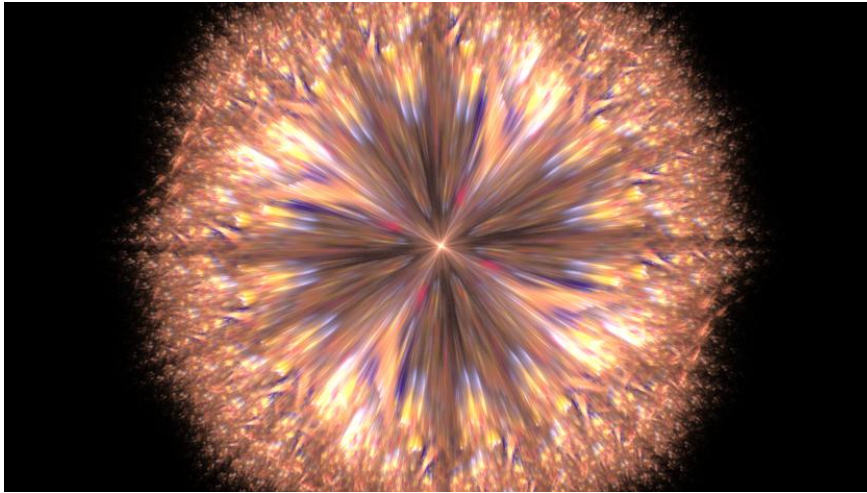
4. A teoria das super-cordas será provada como correta?



O físico de Cambridge David Tong é apaixonado pela beleza matemática da Teoria das Super-Cordas – ideia de que as partículas fundamentais que observamos não são pontos e sim cordas minúsculas. Ele admite que uma vez teve uma crise filosófica quando concluiu que pode viver sua vida inteira sem saber se a Teoria das Cordas constitui realmente uma descrição de toda a realidade.

Tong se conforta em saber que os métodos da Teoria das Cordas podem atuar como suporte para pesquisas de problemas menos fundamentais, tais como o comportamento dos *quarks* e de metais exóticos. “É uma teoria útil; então, estou tentando me concentrar nela”, diz. » [5 Petiscos que têm o formato do universo](#)

5. O que é a singularidade?



Para o cosmólogo e diretor do *Perimeter Institute*, Neil Turok, o maior mistério é como tudo começou, a grande explosão, mais conhecida como o *big bang*. A teoria convencional aponta novamente um estado infinito, quente e denso no início do universo, onde as leis da física conhecidas se dividem. “Nós não sabemos descrevê-la”, disse Turok. “Como pode qualquer um alegar que tem uma teoria sem isso?”.

Ele está esperançoso de que há uma relação entre a Teoria das Super-Cordas e um desenvolvimento conhecido como “o princípio holográfico”, que mostra que uma singularidade em três dimensões pode ser traduzida em uma entidade matematicamente mais manejável em duas dimensões (a qual pode implicar em que a terceira dimensão e a própria gravidade são ilusórias). “Estas ferramentas estão nos dando novas formas de pensar sobre o problema, que são profundamente satisfatórias em um sentido matemático”, diz. » Telescópio Planck manda imagens do início do universo

6. O que é a realidade *realmente*?

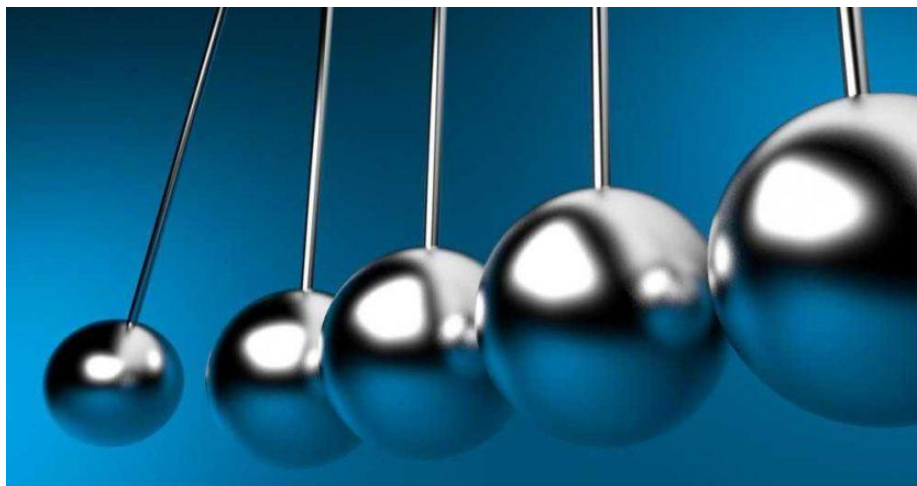


O mundo material pode, em algum nível, estar além da compreensão, mas Anton Zeilinger, professor de física da Universidade de Viena, está profundamente esperançoso de que os físicos simplesmente têm passado raspando pela superfície de alguma coisa muito grande. Zeilinger especializa-se nas experiências com o *quantum*, que demonstram a influência aparente dos observadores na formação da realidade. “Talvez a descoberta real virá quando

nós começarmos a realizar as conexões entre a realidade, o conhecimento e as nossas ações,” diz. É um conceito bem estabelecido na prática.

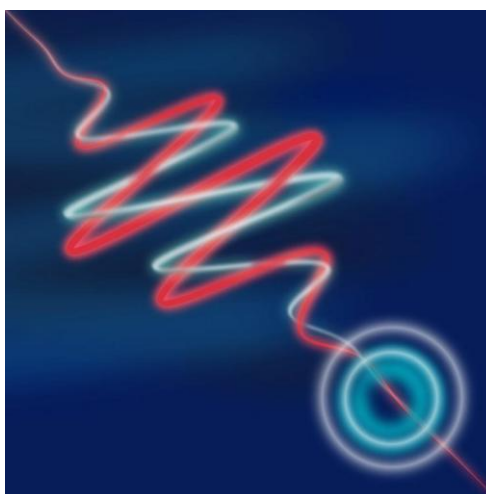
Zeilinger e outros pesquisadores têm mostrado que as partículas que são amplamente separadas podem de algum modo ter estados quânticos vinculados, de modo que, ao observar o estado de um, o efeito no outro também seja afetado. Ninguém conseguiu descobrir ainda como o universo parece saber quando está sendo observado. » Por que a computação quântica é o futuro?

7. Como que a física pode nos levar tão longe?



Talvez a maior pergunta é se o processo de investigação que revelou tanto sobre o universo desde a época de Galileu e de Kleper está próximo do fim da linha. “Eu me preocupo se nós chegamos aos limites da ciência empírica”, disse Lawrence Krauss, da Universidade Estadual do Arizona. Especificamente, Krauss quer saber se exigirá o conhecimento de outros universos, tais como aqueles levantados por Carroll, para compreender porque nosso universo é da maneira que é. Se tal conhecimento for impossível de alcançar, isso pode significar o fim do aprofundamento do nosso entendimento de qualquer coisa que esteja além disso.

A física quântica acabou de ficar menos complicada



Uma agradável surpresa para os habitantes do universo: a física quântica é menos complicada do que pensávamos. Uma equipe internacional de pesquisadores demonstrou que duas características peculiares do mundo quântico anteriormente consideradas distintas são manifestações diferentes da mesma coisa.

Patrick Coles, Jędrzej Kaniewski e Stephanie Wehner fizeram a descoberta no Centro de Tecnologias Quânticas da Universidade Nacional de Cingapura. Eles descobriram que a “dualidade onda-partícula” é simplesmente a versão quântica do “princípio da incerteza” disfarçada, reduzindo dois mistérios em um.

“A conexão entre a incerteza e a dualidade onda-partícula é bastante natural quando você as considera como informações que você pode obter acerca de um sistema. Nosso resultado destaca o poder de pensar sobre a física a partir da perspectiva das informações”, diz Wehner, que agora é Professor Associado na Universidade de Tecnologia de Delft, na Holanda.

A descoberta aprofunda nossa compreensão da física quântica e poderia levar ideias para novas aplicações da dualidade onda-partícula.

A dualidade onda-partícula é a ideia de que um objeto quântico pode se comportar como uma onda, mas que o comportamento de onda desaparece se você tentar localizar o objeto. É mais simples visto em um experimento de fenda dupla, onde partículas individuais, os elétrons, por exemplo, são disparados um por um em uma tela contendo duas fendas estreitas. As partículas se acumulam atrás das fendas não em dois montes como objetos clássicos fariam, mas em um padrão de listras como seria esperado de uma interferência de ondas. Pelo menos isso é o que acontece até que você olhe pela fenda que a partícula atravessa – ao fazer isso o padrão de interferência desaparece.

O princípio da incerteza quântica é a ideia de que é impossível saber certos pares de coisas sobre uma partícula quântica de uma só vez. Por exemplo, quanto mais precisamente você sabe a posição de um átomo, menos precisamente você pode saber a velocidade com a qual ele está se movendo. É um limite para o conhecimento fundamental que temos da natureza, não uma declaração sobre a habilidade da medição. O novo trabalho mostra que o quanto você pode aprender sobre a onda em relação ao comportamento das partículas de um sistema é restrito, exatamente da mesma maneira.

A dualidade onda-partícula e a incerteza têm sido conceitos fundamentais da física quântica desde o início do século 20. “Fomos guiados por um sentimento interior, e apenas um sentimento interior, que devia haver uma conexão”, diz Coles, pós-doutorado no Instituto de Computação Quântica em Waterloo, no Canadá.

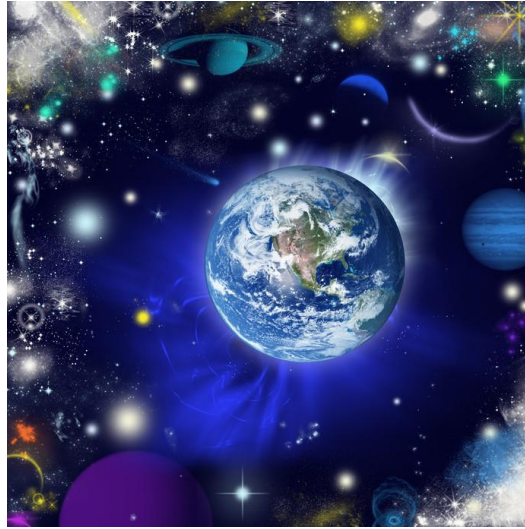
É possível escrever equações que capturam o quanto pode ser aprendido sobre pares de propriedades que são afetados pelo princípio da incerteza. Coles, Kaniewski e Wehner são especialistas em uma forma de tais equações conhecidas como “relações de incerteza entrópicas”, e descobriram que todas as contas anteriormente usadas para descrever a dualidade onda-partícula poderiam ser reformuladas em termos dessas relações.

“Foi como se tivéssemos descoberto a Pedra de Roseta que ligava duas línguas diferentes”, diz Coles. “A literatura sobre a dualidade onda-partícula era como hieróglifos que podemos agora traduzir em nossa língua nativa”, comemora ele.

Uma vez que as relações de incerteza entrópicas utilizadas na sua tradução também têm sido usadas para demonstrar a segurança da criptografia quântica – esquemas para comunicação segura usando partículas quânticas -, os pesquisadores sugerem que o trabalho pode ajudar a inspirar novos protocolos de criptografia.

Em artigos anteriores, Wehner e colaboradores encontraram ligações entre o princípio da incerteza e outros princípios físicos, a “não localidade” quântica e a segunda lei da termodinâmica. A próxima meta tentadora para os pesquisadores é pensar sobre como essas peças se encaixam e qual a imagem maior que será formada a respeito da construção da natureza.

Todas as “esquisitices quânticas” podem ser o resultado de mundos paralelos interagindo



Um físico químico da Universidade de Tecnologia do Texas, nos Estados Unidos, desenvolveu uma nova teoria da mecânica quântica que não apenas presume a existência de mundos paralelos, mas também que a sua interação mútua é o que dá origem a todos os efeitos quânticos observados na natureza.

A teoria, publicada pela primeira vez pelo professor Bill Poirier há quatro anos, tem atraído recentemente a atenção da comunidade da física fundamental, o que o levou a ser convidado a fazer um comentário na revista de “Physical Review X”.

Segundo a teoria de Poirier, a realidade quântica não é semelhante a ondas, mas é composta de vários mundos clássicos. Em cada um desses mundos, cada objeto tem atributos físicos muito definidos, tais como posição e momento. Dentro de um determinado mundo, os objetos interagem uns com os outros de forma clássica. Todos os efeitos quânticos, por outro lado, manifestam-se como interações entre mundos paralelos que estão “nas proximidades”.

A ideia de muitos mundos não é nova. Em 1957, Hugh Everett III publicou o que agora é chamada de interpretação de “Muitos Mundos” da mecânica quântica. “Mas na teoria de Everett, os mundos não são bem definidos”, assegura Poirier, “porque a matemática subjacente é a da teoria quântica padrão, baseada em ondas”.

Em contraste, na “Teoria dos Muitos Mundos Interagindo” de Poirier, os mundos são construídos na matemática desde o início. Será que isso prova algo definitivo sobre a natureza da realidade? “Ainda não”, disse Poirier. “Observações experimentais são o teste final de qualquer teoria. Até agora, a Muitos Mundos Interagindo faz as mesmas previsões que a teoria quântica padrão, então tudo que podemos dizer com certeza no momento é que ela pode estar correta”.

Poirier teve a ideia pela primeira vez de forma inesperada, na busca de um objetivo muito mais prático. “Eu não sentei um dia e disse ‘nossa, vou inventar uma nova interpretação quântica maluca com mundos paralelos’. Eu estava tentando desenvolver um método computacional eficiente usando algo chamado trajetórias quânticas, quando de repente me ocorreu que podemos obter tudo, desde as trajetórias (ou seja, os mundos próprios), sem realmente precisar de qualquer onda”.

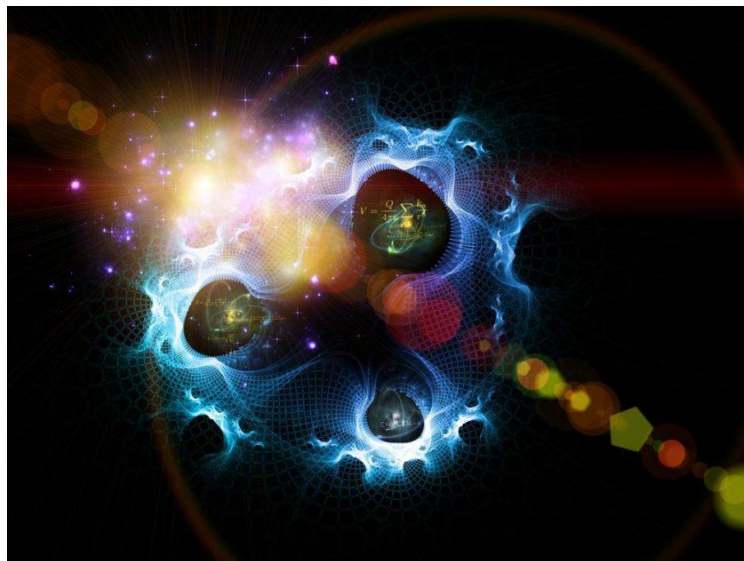
Poirier publicou tanto a nova matemática como a nova interpretação em um artigo na “Chemical Physics” em 2010, levando a uma colaboração com o matemático Jeremy Schiff

na Universidade de Bar-Ilan, em Berlim. Esta, por sua vez, levou a uma publicação de 2012 no “Journal of Chemical Physics” que – com mais de 20 mil downloads – é um dos trabalhos mais baixados na história do periódico. Mais recentemente, o trabalho tem atraído a atenção da comunidade em geral. “Estamos muito satisfeitos que outros físicos e até mesmo filósofos estejam se envolvendo agora”, comemora Poirier.

Um destes pesquisadores é o físico australiano Howard Wiseman, da Universidade de Griffith, em Brisbane. “Estou muito feliz por ter conhecido Bill”, diz Wiseman, acrescentando que Poirier “pega literalmente essa ideia de que você tem um conjunto de partículas, ao invés de apenas um”. Wiseman e seus colegas de trabalho apresentaram recentemente o seu primeiro artigo sobre Muitos Mundos Interagindo para a “Physical Review X”, que foi publicado em conjunto com o comentário de Poirier. A abordagem de Wiseman é uma versão discreta, para a qual “existe um conjunto finito, mas extremamente grande de partículas... Bem, conjunto de mundos, devo dizer”, explica-se.

Em relação aos desenvolvimentos matemáticos no artigo de Wiseman, Poirier afirma: “Estas são grandes ideias – não apenas conceitualmente, mas também em relação aos novos avanços numéricos que quase certamente serão gerados. Nosso grupo ofereceu à comunidade da física fundamental uma nova interpretação da mecânica quântica; com efeito, eles retornaram o favor, oferecendo-nos um novo método computacional promissor”.

Física quântica: será que ela governa a nossa vida?



A física quântica estuda as coisas pequenas, muito pequenas – sistemas físicos cujas dimensões são próximas ou abaixo da escala atômica, ou seja, moléculas, átomos, elétrons, prótons e outras partículas subatômicas.

A mecânica quântica, então, representa um conjunto de regras que governa o comportamento de partículas subatômicas. Essas partículas, como já falamos, são minúsculas, e podem viajar através das paredes, podem se comportar como ondas e podem permanecer conectadas através de grandes distâncias.

Apesar da quântica ser um ramo da física que lida com tais coisas microscópicas, muitos cientistas acreditam que ela também pode descrever fenômenos macroscópicos. É o que foi discutido no Festival Mundial de Ciência, em Nova York (EUA), dia 1 de junho.

Segundo os cientistas, um crescente conjunto de provas mostra que a mecânica quântica está envolvida em processos biológicos como a fotossíntese, a migração das aves, o sentido

do olfato e possivelmente até mesmo a origem da vida. E, se toda a vida é feita de átomos e outras partículas pequenas, nada mais justo, não?

Quântica grande

Os pesquisadores achavam que as peculiaridades da física quântica não afetavam objetos macroscópicos, porque esses são muito quentes e úmidos para suportar delicados estados quânticos.

Mas fomos surpreendidos novamente: a natureza sempre dá um jeito de aproveitar as leis do universo a seu favor. “A vida é feita de átomos e os átomos se comportam de forma quântica”, disse o cosmólogo Paul Davies, da Universidade Estadual do Arizona, EUA. E não é que é verdade? Sendo assim, a biologia pode usar um pouco de quântica.

O caso dos pássaros migratórios e o caso do olfato

Se você mora em uma aérea cheia de aves migratórias, pode ver, todo ano, as exatas mesmas aves. Isso porque esses animais têm um excelente senso de navegação e direção. Não importa o quão longe eles viajem, eles podem voltar não somente para a mesma região, mas para o exato mesmo lugar onde estavam inicialmente.

E como eles conseguem tal façanha? Os cientistas apostavam que os pássaros se localizavam com base no campo magnético da Terra. Mas como eles fazem isso? Eles têm um “órgão magnético” que sente esse campo?

Não. Os pássaros tem uma carta em sua manga: o entrelaçamento quântico, ou emaranhamento. O entrelaçamento é a forma como dois objetos ficam conectados mesmo que estejam a grandes distâncias. A ação de um afeta o outro.

Claro que isso é normalmente visto em partículas subatômicas – elas compartilham características mesmo que separadas. E como os pássaros podem se aproveitar esse processo?

Segundo cientistas, isso é possível nas aves graças a uma proteína dentro de suas células, chamada criptocromo.

Nós também temos essas proteínas, mas em uma forma diferente. Nas aves e em insetos como a mosca da fruta, a criptocromo-1 regula a orientação. Nos humanos, a criptocromo-2 tem ligação, por exemplo, com nosso “relógio biológico”.

Agora, uma nova teoria diz que essa proteína dá um impulso de energia em um dos elétrons de um par emaranhado nos pássaros, separando-o de seu parceiro. Em sua nova localização, o elétron experimenta uma magnitude ligeiramente diferente do campo magnético da Terra, o que altera o spin (giro) do elétron.

Com essas informações, os pássaros constroem uma espécie de “mapa interno” do campo magnético da Terra, e podem definir sua posição e direção. A teoria ganhou apoio de uma recente experiência com moscas da fruta, que, quando ficaram sem criptocromo, perderam a sua sensibilidade magnética. Louco, mas plausível.

Outro mistério que recorre à física quântica para explicação é o sentido do olfato. Antes, cientistas pensavam que nós reconhecíamos os odores porque cada molécula aromática tem uma forma, que, quando entra no nosso nariz, se liga a receptores que as reconhecem.

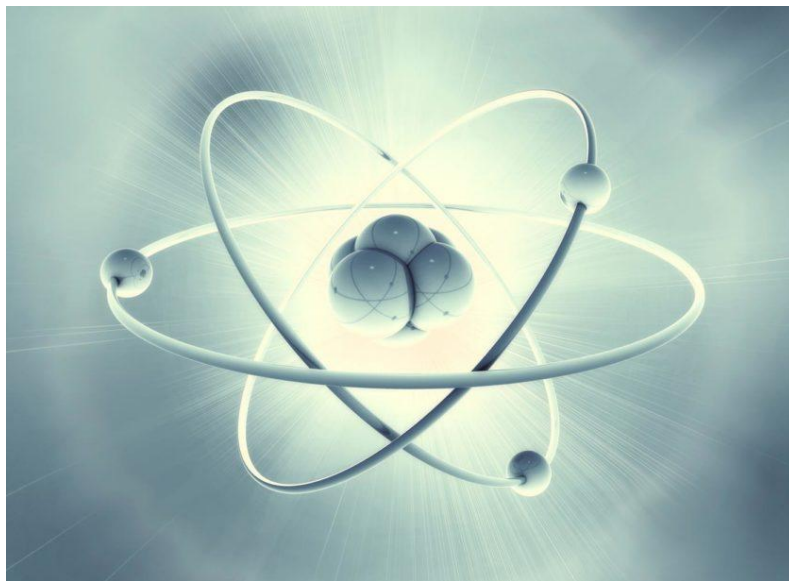
Só que alguns cheiros têm moléculas de formas idênticas, mas odores completamente diferentes por causa de uma pequena alteração química (por exemplo, um único átomo de hidrogênio na molécula é substituído por uma versão mais pesada conhecida como deutério).

Apesar de afetar o peso da molécula, isso não altera a sua forma, mas muda seu odor. Como sabemos a diferença? A teoria reside na capacidade de partículas quânticas de agirem como ondas. “A teoria é que mesmo que a forma da molécula seja a mesma, como sua química mudou ligeiramente, vibra de uma forma diferente. E este tipo de natureza ondulatória, que é um tipo puramente quântico de efeito, faz com que o receptor no nariz seja capaz de perceber a diferença”, diz Seth Lloyd, engenheiro mecânico do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (EUA).

Sendo assim, alguns pesquisadores estão apostando todas as suas fichas na física quântica para explicar todo tipo de mistério que cerca a biologia, inclusive o início do início da vida. Como surgiu a vida da “não vida”, do nada?

A vida é um estado distinto da matéria, portanto, há cientistas que creem que essa distinção seja quântica. Por outro lado, há os que pedem cuidado: nem tudo que é envolto em dúvida e mistério é sinônimo de física quântica. O que você acha?

E se... a física quântica funcionasse em nível macroscópico?



Física Quântica

A física quântica, na teoria, diz respeito a um mundo infinitamente pequeno. Entretanto, pesquisadores da Universidade de Genebra, na Suíça, têm tentado durante anos observar as propriedades da física quântica em uma escala maior, até mesmo macroscópica. Em janeiro de 2011, eles conseguiram entrelaçar cristais, portanto, superando a dimensão atômica. Agora, a equipe do professor Nicolas Gisin obteve sucesso ao realiar o entrelaçamento de duas fibras ópticas, envolvendo 500 fótons.

Você já leu sobre o assunto diversas vezes aqui mesmo no HypeScience. Todavia, a diferença é que desta vez, ao contrário de experiências anteriores, que foram realizadas com fibras ópticas de apenas um fóton, esta nova façanha (publicada na revista “Nature Physics”) começa a responder a uma questão fundamental: as propriedades quânticas podem ser aplicadas em um nível macroscópico?

Durante trinta anos, os físicos foram capazes de entrelaçar pares de fótons (partículas de luz). Dessa forma, uma ação sobre a primeira partícula tem um impacto imediato na segunda, independentemente da distância e dos obstáculos existentes entre elas. Em outras palavras, é como se fosse um único fóton presente em dois lugares diferentes ao mesmo tempo. Com isso em mente, uma questão permanece: elementos maiores podem ser entrelaçados em um nível macroscópico?

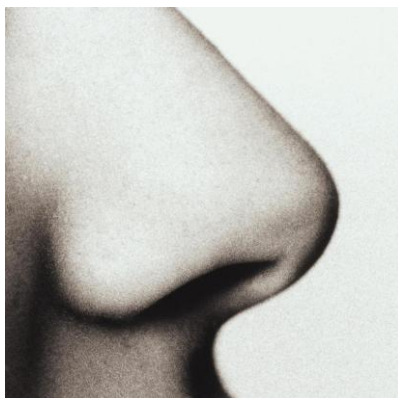
Parece intuitivo pensar que as regras da física que se aplicam em nível atômico poderiam ser transferidas para o mundo macroscópico. No entanto, as tentativas de provar isso não têm sido fáceis. Na verdade, quando o tamanho de um sistema quântico aumenta, ele passa a interagir cada vez mais com o ambiente à sua volta, o que destrói rapidamente suas propriedades quânticas. Esse fenômeno, conhecido como decoerência quântica, é uma das limitações na capacidade dos sistemas macroscópicos de manter suas propriedades quânticas.

Apesar destas limitações, e devido aos avanços tecnológicos, os cientistas da Universidade de Genebra foram capazes de entrelaçar duas fibras, contendo 500 fótons, ao contrário daquelas que foram previamente entrelaçadas e continham apenas um fóton.

Para fazer isso, a equipe liderada por Nicolas Gisin criou um entrelaçamento entre duas fibras ópticas em um nível microscópico antes de movê-lo para o nível macroscópico. O estado sobreviveu à transição para a escala maior e o fenômeno pôde ser observado mesmo com os meios tradicionais de detecção, ou seja, praticamente a olho nu.

A fim de verificar se o entrelaçamento sobreviveria ao mundo macroscópico, os físicos reconverteram o fenômeno ao nível microscópico. “Esta primeira experiência em larga escala abre o caminho para muitas aplicações que a física quântica oferece. O entrelaçamento no nível macroscópico é uma das principais áreas de pesquisa em campo atualmente, e esperamos conseguir fazê-lo em objetos cada vez maiores nos próximos anos”, disse o professor Gisin.

Física quântica: olfato pode ser um efeito



Segundo pesquisadores, é possível que o nosso olfato seja baseado em preceitos da física quântica.

Física Quântica

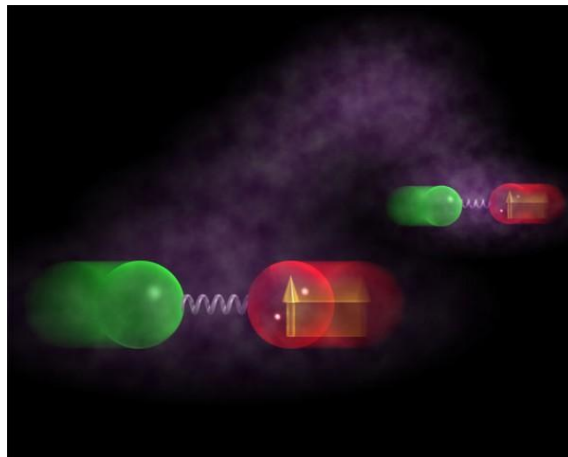
Isso seria possível por causa de pequenos pacotes de energia, ou “quanta”, que são perdidos por elétrons. Experimentos revelam que, quando elétrons se movem dentro de nossos narizes, próximos a proteínas, alguns quanta interagem com as moléculas do nariz e são detectados.

Se a teoria estiver certa, seria possível criar um nariz eletrônico preciso, que detecta qualquer tipo de cheiro, superior a qualquer detector de produtos químicos.

A forma com que moléculas são “traduzidas” em cheiros já foi objeto de investigação de uma pesquisa que ganhou o Nobel. Mas como, precisamente, essas moléculas são detectadas ainda não ficou claro.

O problema com a teoria quântica do cheiro é a dificuldade de demonstrá-la. Testes com nanotubos foram feitos, para provar que a vibração dos elétrons e a liberação e captação dos quanta é algo plausível, mesmo assim, mais testes precisam ser feitos para que a teoria seja comprovada.

Físicos conseguem formar um “emaranhado” de 8 fótons, em estranho experimento



O “emaranhamento” ou “entrelaçamento quântico” é um efeito onde partículas múltiplas dividem propriedades correlatas – mesmo a grandes distâncias. Por exemplo, um par de fótons emaranhados, em diferentes localizações, podem ser unidos por suas polaridades. Meça a polarização de um, e a do outro imediatamente assume o mesmo valor. Em outras palavras, os fótons estão ambos polarizados horizontalmente ou verticalmente, mas nenhum tem um valor certo até ser medido. O fenômeno quântico continua até que consiga pegar o máximo de partículas possíveis.

Se esse fenômeno contra intuitivo, você não é o único que pensa assim. Albert Einstein descreveu o emaranhamento quântico como “ação assombrosa a distância”. Ele e seus colegas escreveram, em 1935, que não há “definição racional da realidade que permita isso”. Racional ou não, o certo é que existem numerosos experimentos que comprovam sua existência.

Agora, pesquisadores da Universidade de Ciência e Tecnologia da China (UCTC), em Xangai, conseguiram emaranhar não um, mas quatro pares de fótons, ligando a polarização dos oito. O feito é continuação de experimentos anteriores, que conseguiram emaranhar até seis fótons.

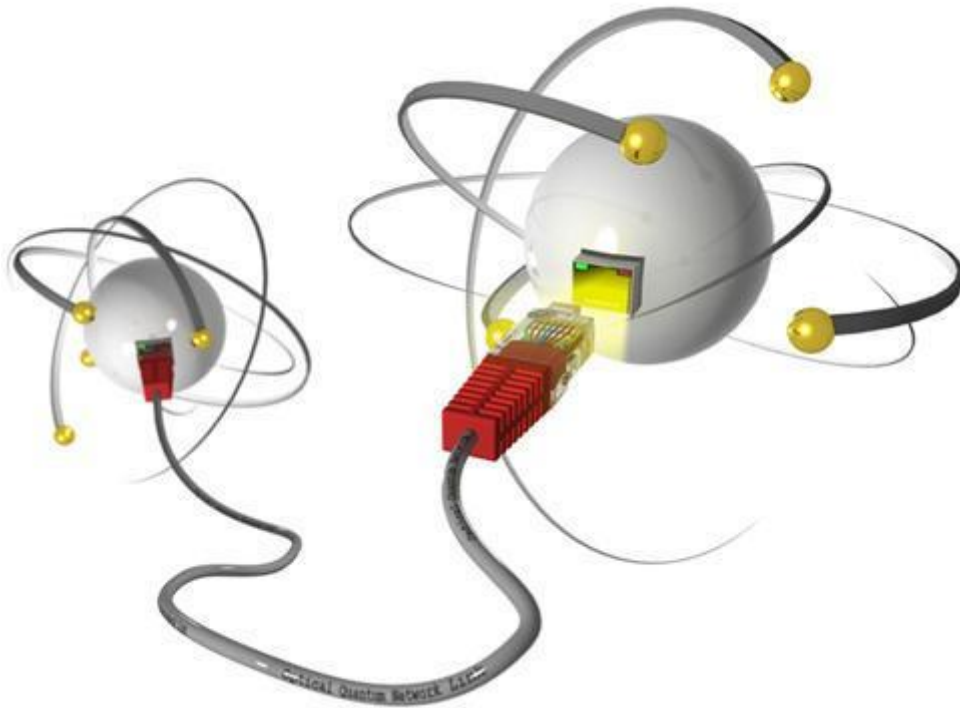
O novo estudo é promissor para a construção de sistemas de comunicação quânticos, já que os fótons podem carregar mensagem através de grandes distâncias.

O emaranhado é um estado frágil, e conseguir colocar fótons nele é um desafio. Os físicos geralmente produzem uma grande quantidade de fótons para conseguir apenas um par emaranhado. A dificuldade de criar múltiplos pares cresce conforme mais são adicionados.

Xing-Can Yao e seus colegas calcularam que se eles simplesmente estendessem experimentos anteriores de seis fótons, para incluir mais um par emaranhado, o processo levaria 10 horas para chegar aos oito fótons. Para superar essa limitação, os pesquisadores usaram um sistema óptico que filtrava poucos fótons, e assim aumentava o número de emaranhados.

Como essa fonte “selecionada”, eles conseguiram gerar quatro pares mutuamente emaranhados, com frequência muito maior. Eles afirmam ter detectado centenas de pares de fótons nesse estado, o que permitiu que fossem realizados os testes estatísticos necessários para verificar a presença dos quatro pares conectados em nível quântico.

Comunicação quântica tem grande conquista



Seja telefonando ou utilizando a internet, nossa comunicação diária depende de redes sofisticadas, nas quais informações são transferidas na velocidade da luz entre diferentes pontos.

As redes quânticas difeririam bastante das convencionais, pois teriam aplicações também em comunicações seguras e na simulação de sistemas complexos.

Um dos pré-requisitos para essas redes quânticas funcionais são pontos estacionários, que permitem a troca reversível de informação quântica.

Avanços na Comunicação quântica

Agora, cientistas do Instituto Max Planck de Ótica Quântica, liderados por Gerhard Rempe, criaram a primeira rede quântica elementar de informação, baseada em interfaces entre átomos e fótons.

Ela consiste em dois pontos, cada qual com dois átomos, que enviam informação quântica via fótons. “Essa abordagem à rede quântica é particularmente promissora porque ela fornece uma perspectiva clara para a escalabilidade [característica que indica habilidade para manipular uma porção crescente de trabalho de forma uniforme]”, ressalta Remppe.

A informação quântica é extremamente frágil e não pode ser clonada, por isso, para evitar alteração das informações ou perda, é necessário um controle perfeito sobre todos os componentes da rede. E a menor memória estacionária nesse tipo de informação é um átomo, sozinho, e fótons representam os mensageiros perfeitos.

Mas a eficiência da transferência de informação entre o átomo e o fóton demanda uma interação forte entre os dois, o que não pode acontecer com átomos que estejam em espaços livres ou abertos. Por essa razão, o grupo de cientistas do Instituto Max Planck investiu em sistemas onde os átomos eram colocados dentro de cavidades óticas. Eles explicam que essas cavidades são compostas de dois espelhos refletores poderosos, colocados a uma pequena distância entre um e outro.

A emissão de fótons de um átomo dentro da cavidade é direcionada e pode, assim, ser enviada – de maneira controlada – para outro ponto da rede. O fóton que entra na outra cavidade, localizada no outro ponto, é refletido milhares de vezes entre os dois espelhos. Dessa maneira, o átomo pode absorver o fóton com alta eficiência.

Mas o pulo do gato, antes de ser alcançado, tropeçou em vários obstáculos. O primeiro desafio experimental foi como prender permanentemente o átomo dentro da cavidade. Isso foi contornado com o uso de lasers, que conseguiram vencer a desordem do átomo.

Outro desafio é como fazer o presente trabalho se transformar em uma rede quântica em larga escala. Os pontos da rede atual estão separados por 21 metros e são conectados por um cabo de fibra ótica com 60 metros de comprimento.

“Conseguimos o primeiro protótipo de uma rede quântica”, conta Stephan Ritter, um dos envolvidos do estudo. “Quem sabe, no futuro, toda a internet será quântica”.