

# MUITO ALÉM DAS TRÊS DIMENSÕES



FOTO FRED FURTADO

## Lisa Randall

Há pelo menos 80 anos, tem-se buscado o ‘graal’ da física moderna: a unificação da gravitação com as outras três forças fundamentais do universo – a eletromagnética, que atua entre cargas elétricas e responde, por exemplo, pelo atrito entre os corpos; a forte, que mantém os núcleos atômicos coesos; e a fraca, que está por trás de certos fenômenos radioativos. O melhor candidato da atualidade para esse posto é a teoria de supercordas, que postula que as partículas fundamentais que compõem a matéria são, na verdade, vibrações de uma entidade física com dimensões minúsculas ( $10^{-33}$  cm), a corda. O prefixo ‘super’, no caso, significa supersimetria, ou seja, cada partícula (elétrons, *quarks*, neutrinos etc.) teria um parceiro, a partícula supersimétrica.

Em 1999, essa busca pelo que se convencionou chamar ‘teoria de todas as coisas’ ganhou velocidade com a publicação de dois artigos da física norte-americana Lisa Randall e de seu colega Raman Sundrum. Os trabalhos de Randall tornaram-se os mais citados da física teórica dos últimos cinco anos.

Randall é também uma ativa divulgadora de ciência. Seu primeiro e único livro de divulgação, *Warped passages: unraveling the mysteries of the universe’s hidden dimensions* (‘Passagens distorcidas: desvendando os mistérios das dimensões ocultas do universo’, ainda sem tradução), trata da possibilidade de o universo ter mais de três dimensões espaciais.

Professora catedrática da Universidade Harvard (Estados Unidos), Randall esteve no Rio de Janeiro no mês passado para dar uma série de palestras. Confira a entrevista exclusiva concedida à *Ciência Hoje*.

**Fred Furtado e Cássio Leite Vieira**  
*Ciência Hoje/RJ*

### **Na teoria de supercordas, o universo tem mais que as três dimensões espaciais nas quais vivemos.**

#### **Onde estão as demais?**

Essa questão é alvo de intensa pesquisa atualmente. Por cerca de 80 anos, acreditou-se que elas tivessem de ser muito pequenas – tão pequenas a ponto de não podermos enxergá-las – e dobradas de modo simples ou complexo. Também se descobriu que há a possibilidade de as dimensões extras estarem extremamente distorcidas ou curvadas, de forma que, mesmo se elas forem infinitas, não as conseguimos ver. Ou seja, elas estão escondidas de uma maneira que não afeta a escala na qual são feitos os experimentos até agora. Isso não significa que, no futuro, essas dimensões não poderão ser detectadas.

#### **Por que a teoria necessita de dimensões extras?**

Todos querem uma resposta fácil para essa pergunta, mas ela é sutil. Essencialmente, a teoria seria instável sem essas dimensões extras. Dito de outro modo, não conseguiríamos fazer os cálculos necessários, e ela, portanto, não faria sentido.

#### **Por que 10 dimensões espaciais?**

No início, pensava-se que eram nove. Agora, no entanto, já se acha que talvez sejam 10. Mas isso depende de a interação das cordas ser muito forte ou muito fraca. Em outras palavras, às vezes uma teoria de 10 dimensões é equivalente a outra de 11, mas com outros valores de parâmetro. Agora, o porquê desse número específico se deve a um fato matemático: é o único que faz sentido para a teoria.

#### **E por que só uma dimensão é temporal?**

Na teoria das supercordas, já se considerou mais de uma, mas a questão é que, de novo, esse tipo de teoria é instável. Parte da razão para isso é intuitiva: se houver mais de um tempo, nossas noções de física se desfazem, e ocorre todo tipo de paradoxo.

#### **Como se pode obter evidência direta da existência dessas dimensões extras?**

Há duas maneiras. A primeira tem a ver com o fato de que a gravidade parecerá diferente em certas escalas de energia. Ou seja, se elas existirem, a gravidade poderia se espalhar por mais dimensões espaciais, além das três conhecidas, e a maneira como ela, a gravidade, varia segundo a distância depende disso. A segunda maneira abrange as partículas fundamentais, que, ao se moverem por essas novas dimensões, apareceriam para nós como novos tipos de partículas cujas massas dependeriam da geometria desse espaço multidimensional.

#### **Quando se menciona dimensões extras, as pessoas costumam pensar em universos paralelos, terras**

#### **alternativas etc. Elas são as mesmas coisas?**

Já dei muitas palestras públicas e, realmente, as pessoas fazem todo tipo de pergunta. Muitas delas parecem querer que seus problemas sejam resolvidos pelas dimensões extras. Mas o que nós, físicos, fazemos é tentar ver quais teorias são consistentes com as leis da física que conhecemos. Algumas pessoas acreditam na chance de existirem universos paralelos. Pessoalmente, acho isso improvável. Contudo, o conceito de universos paralelos existe na física, mas com um sentido diferente: o de que poderia haver universos completamente diferentes do nosso, existindo em algum lugar das outras dimensões. Eles teriam uma química e uma física totalmente diferentes das nossas. É uma possibilidade real, caso haja dimensões extras.

#### **A senhora e o físico Raman Sundrum escreveram um artigo em 1999 que se tornou um clássico da teoria das supercordas e talvez seja o trabalho mais citado desse novo campo. A senhora poderia explicar as idéias por trás desse estudo?**

Na verdade, tivemos dois artigos que ficaram famosos. Um deles, que era mais relacionado à teoria das supercordas, abordava uma maneira pela qual uma

**Se houver mais de um tempo, nossas noções de física se desfazem, e ocorre todo tipo de paradoxo**

dimensão extra poderia estar oculta. Mostramos que se pode ter uma dimensão extra mesmo infinita em tamanho, se o espaço-tempo [um quadridimensional, que reúne as três dimensões espaciais e o tempo, sendo este a quarta dimensão] for curvado ou distorcido de uma determinada maneira. O que descobrimos, um pouco acidentalmente, foi que, em uma configuração específica do espaço extradimensional, a gravidade está localizada em uma região diminuta. Mesmo que, em princípio, a gravidade pudesse estar em qualquer lugar, na prática ela estaria altamente concentrada, tão concentrada a ponto de parecer que há menos dimensões do que realmente há, pois ela não estaria se espalhando para as outras.

#### **A teoria das supercordas implica a supersimetria. Isso quer dizer que haverá diversas novas partículas. Cada partícula hoje conhecida teria um parceiro supersimétrico. Qual dessas a senhora acredita que será a primeira a ser detectada pelo LHC [Grande Acelerador de Hádrons] em 2007?**

Primeiramente, não temos certeza de que qualquer parceiro supersimétrico das partículas que conhecemos atualmente será descoberto pelo LHC. A razão é a escala na qual a supersimetria se ‘quebra’ [não se manifesta]. Se isso ocorrer em um nível de energia alto, as novas partículas serão muito pesadas para ser observadas no LHC. Mas pode ser que elas sejam relativamente leves. Nesse caso, as mais prováveis de serem detectadas são aquelas que têm interações fortes, como os glúíons, os parceiros supersimétricos dos glúíons, que são mediadores da força forte nuclear, ou os *squarks*, parceiros supersimétricos dos *quarks* [estes formam, por exemplo, os prótons e os nêutrons].

## Quanto à energia escura, ninguém ainda entende bem o que ela é

**Em sua primeira conferência, a senhora mencionou as branas. O que são elas e como interagem com o conceito de múltiplas dimensões?**

Uma brana – cujo nome vem de membrana – pode ser uma superfície de poucas dimensões em um espaço de muitas dimensões. Por exemplo, apesar de existirem quatro dimensões espaciais, pode ser que as partículas que conhecemos, como os *quarks* e os léptons, estejam limitadas a apenas três delas. Ou seja, talvez todas as forças, com exceção da gravitação, só possam ser encontradas nessa brana.

**Então, pode haver várias branas?**

Sim, mas ainda não temos a resposta. De fato, acho que isso é uma das coisas frustrantes para os que não trabalham com física: há muitas possibilidades. Na verdade, é um pouco frustrante para nós, físicos, também, mas só começamos a pensar nisso recentemente, por isso é importante explorar todas as opções.

**A senhora explicou em sua conferência, no Rio, que nós habitaríamos uma brana, enquanto a gravitação estaria em outra, digamos, paralela. Quão distantes elas estariam uma da outra?**

O intervalo entre as duas é extremamente pequeno. É bem próximo da chamada escala de Planck [homenagem ao físico alemão Max Planck (1858-1947)], uma escala de energia na qual a gravitação é forte. Isso quer dizer que a distância é de apenas  $10^{-31}$  cm. Pode parecer que, por ser tão pequena, essa distância não tenha qualquer consequência, mas o fato é que ela tem: a gravidade muda radicalmente quando se vai de uma brana para a outra, tornando-se exponencialmente mais fraca.

**Esse efeito é linear? Se houver outra brana após a nossa, a gravitação seria mais fraca ainda?**

Sim, exponencialmente mais fraca. O que ocorreria, na verdade, é que as massas se tornariam mais leves, o que, no final das contas, tem o mesmo efeito, pois a gravitação está relacionada a quão pesadas ou energéticas são as coisas.

**Então, a razão pela qual a gravitação é mais fraca é o fato de o gráviton, a partícula que mede essa força, ‘habitar’ outra brana?**

Isso é mais ou menos correto. O que acontece é que a gravitação é, em realidade, parte do espaço-tempo de cinco dimensões, mas nós pensamos que vivemos em quatro dimensões, três espaciais e uma temporal. Logo, a gravitação que sentimos em nosso universo é apenas a projeção, em menos dimensões, da força original, que habita essa outra brana.

**Einstein publicou sua teoria da relatividade geral em 1916. Na década de 1920, surgiram as primeiras teorias em que se propunha uma dimensão espacial extra. Por um tempo, chegou-se a acreditar que elas unificavam o eletromagnetismo e a gravidade. Entretanto, isso não se mostrou verdadeiro. Por que tem sido tão difícil unificar as quatro forças do universo desde então?**

A gravitação é um pouco diferente porque a escala de energia em que ela pode ser unificada é distinta daquela na qual as outras forças se unificam. No entanto, no contexto das dimensões extras, isso pode acontecer. Um dos problemas é que, com a unificação, espera-se o surgimento de novas forças e partículas, que não conseguimos detectar. Outra dificuldade é explicar como se pode ter diferentes massas para diferentes partículas.

**Que tipo de descoberta do LHC traria o selo de ‘aprovado’ para a sua teoria e a de supercordas?**

As supercordas não serão comprovadas com o LHC, mas a supersimetria talvez seja, se formos capazes de ver os parceiros supersimétricos de partículas conhecidas. Se minha teoria sobre a baixa intensidade da força gravitacional estiver correta, então poderemos detectar partículas de Kaluza-Klein, que são os parceiros do gráviton, que viajam pelas dimensões extras. De fato, é possível que o glúíon também se propague por essas dimensões. Nesse caso, ele também teria um parceiro passível de detecção. Esse cenário é parte do meu trabalho atual.

**O universo está inundado por componentes estranhos chamados matéria e energia escuras. Sua teoria explicaria esses mistérios?**

A matéria escura é mais fácil de entender nessas teorias. Na supersimetria, esse componente poderia

ser a partícula supersimétrica mais leve. Se há dimensões extras, então há vários candidatos para o papel de matéria escura. Quanto à energia escura, ninguém ainda entende bem o que ela é. Eu gostaria de ver uma explicação que levasse em conta dimensões extras, mas ela ainda é um mistério.

**Unificar as quatro forças fundamentais do universo significa, de certo modo, unificar a relatividade geral, uma teoria para a escala do macro, com a mecânica quântica, a teoria do micro. O físico Roger Penrose afirma que, para que isso ocorra, a mecânica quântica terá que ser modificada. Já o físico Stephen Hawking defende que a alteração deverá ser na relatividade. Qual a sua opinião?**

Creio que é certo que, uma vez que se chegue a altos níveis de energia, a gravitação será modificada. Isso é algo que estamos considerando, por exemplo, no contexto de buracos negros e espaço distorcido: há casos em que a gravitação se comporta de maneira distinta. No caso da mecânica quântica, não vejo uma razão pela qual ela teria de mudar.

**O que levou a senhora a se tornar física?**

Quando era pequena, gostava de matemática e de ciências. No ensino médio, tive aulas de física. Já na faculdade, decidi que queria fazer algo relacionado ao mundo real. Pode parecer que meu trabalho atual não tem nada disso, porque é abstrato, mas não é só matemática pura. Gosto dos desafios e enigmas que fazem parte do modelo da física de partículas.

**Ser mulher faz sua carreira ser mais fácil ou difícil?**

Algumas vezes, faz ser diferente. Não quero dizer que não é difícil, porque tenho certeza de que, em certas ocasiões, a torna mais difícil, sim. No entanto, gosto de pensar que, durante o trabalho, é a mesma coisa para todos.

**A senhora se vê como modelo para mulheres que aspiram ser cientistas?**

Uma das razões para ter escrito meu livro foi a escassez de obras feitas por físicas. Por isso, achei importante mostrar que há mulheres trabalhando nesse campo. Não me vejo como modelo, porque nunca pensei em ter um, mas recebo muitos comentários positivos. Portanto, para algumas pessoas, faz diferença ver uma mulher trabalhando nessa área.

**Algumas resenhas de seu livro afirmam que seu estilo de escrever é similar ao de George Gamow [1904-1968], um dos maiores físicos e divulgadores**

**da ciência do século passado.**

**A senhora foi influenciada por ele?**

Quando comecei a escrever o livro, não tinha lido muitas obras de popularização da ciência. Por isso, resolvi dar uma olhada em algumas para ter idéias, mas não cheguei a ver aquelas em que Gamow inicia os capítulos com pequenos casos relacionados ao tema. Essa, por sinal, é uma das razões pelas quais

**Achei importante mostrar que há mulheres trabalhando nesse campo**

acho que nos comparam. Também começo meus capítulos dessa maneira, mas foi uma idéia independente. Ela surgiu quando conversava com um amigo que havia lido mais livros de divulgação e perguntava a ele sobre o que gostava neles. Ele mencionou essa maneira de começar o texto diferentemente. Além disso, para mim, era importante fazer isso para que o leitor entrasse no clima e se abrisse para as novas idéias que seriam expostas. E, claro, era divertido escrever histórias.

**A senhora pretende escrever outro?**

Não tenho um projeto específico em mente, mas seria interessante repetir a experiência no futuro. Sinto que aprendi muito com o primeiro livro e seria uma pena desperdiçar essa experiência. Mas, neste momento, quero me dedicar à física.

**Divulgar é importante, pois todos deveriam ter a chance de entender o que está havendo e por que nos preocupamos com esses temas**

**A senhora é muito ativa para divulgar a ciência que faz para o público.**

**Foi isso que a levou a escrever o livro?**

Não sei se foi só isso. Sempre gostei de escrever e fazia tempo que não escrevia. Também achava importante que uma mulher escrevesse. Além disso, queria ver se poderia apresentar a física com um estilo diferente, capaz de envolver o leitor, de levá-lo a questionar o que estamos fazendo e a entender o porquê disso. Finalmente, divulgar é importante, pois todos deveriam ter a chance de entender o que está havendo e por que nos preocupamos com esses temas. ■