

BRIAN GREENE

# A realidade oculta

*Universos paralelos e as leis profundas do cosmo*

*Tradução*

José Viegas Jr.

*Revisão técnica*

Marco Moriconi



Copyright do texto © 2011 by Brian Greene  
Todos os direitos reservados

*Grafiá atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990,  
que entrou em vigor no Brasil em 2009.*

*Título original*

The hidden reality: parallel universes and the deep laws of the cosmos

*Capa*

Mariana Newlands

*Preparação*

Cacilda Guerra

*Índice remissivo*

Luciano Marchiori

*Revisão*

Adriana Cristina Bairrada

Valquíria Della Pozza

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (cip)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

---

Greene, Brian

A realidade oculta : universos paralelos e as leis profundas do  
cosmo / Brian Greene ; tradução José Viegas Jr. ; revisão técnica  
Marco Moriconi. — 1ª ed. — São Paulo : Companhia das Letras,  
2012.

Título original: The hidden reality : parallel universes and the  
deep laws of the cosmos.

ISBN 978-85-359-2080-2

1. Cosmologia 2. Física – Filosofia 3. Relatividade geral (Física)  
4. Teoria quântica I. Moriconi, Marco. II. Título

---

12-02479

CDD-530.12

Índice para catálogo sistemático:

1. Teoria quântica : Física 530.12

[2012]

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORARIA SCHWARCZ S.A.

Rua Bandeira Paulista, 702, cj. 32

04532-002 — São Paulo — SP

Telefone (11) 3707-3500

Fax (11) 3707-3501

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

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

# Sumário

|   |     |
|---|-----|
| Prefácio .....  | 9   |
| 1. Os limites da realidade .....                      | 13  |
| <i>Sobre mundos paralelos</i>                         |     |
| 2. Duplos sem fim .....                               | 22  |
| <i>O multiverso repetitivo</i>                        |     |
| 3. Eternidade e infinito .....                        | 54  |
| <i>O multiverso inflacionário</i>                     |     |
| 4. A unificação das leis da natureza .....            | 95  |
| <i>Rumo à teoria de cordas</i>                        |     |
| 5. Universos-bolhas em dimensões próximas .....       | 134 |
| <i>O multiverso cíclico e o multiverso das branas</i> |     |
| 6. Pensamento novo sobre uma antiga constante.....    | 162 |
| <i>O multiverso da paisagem</i>                       |     |
| 7. A ciência e o multiverso .....                     | 205 |
| <i>Inferências, explicações e previsões</i>           |     |

|     |   |     |
|-----|---|-----|
| 8.  | Os Muitos Mundos da medição quântica .....          | 235 |
|     | <i>O multiverso quântico</i>                        |     |
| 9.  | Buracos negros e hologramas.....                    | 291 |
|     | <i>O multiverso holográfico</i>                     |     |
| 10. | Universos, computadores e realidade matemática..... | 335 |
|     | <i>O multiverso simulado e o multiverso máximo</i>  |     |
| 11. | Os limites da investigação.....                     | 375 |
|     | <i>Os multiversos e o futuro</i>                    |     |
|     | Notas .....   | 393 |
|     | Sugestões de leitura .....                          | 431 |
|     | Índice remissivo .....                              | 435 |
|     | Nota sobre o autor .....                            | 449 |

# 1. Os limites da realidade

## *Sobre mundos paralelos*

Se o quarto da casa onde cresci tivesse um espelho só, meus sonhos de infância poderiam ter sido muito diferentes. Mas havia dois. Cada manhã, quando eu abria o armário para pegar minhas roupas, o espelho da porta ficava alinhado com o da parede e criava uma série aparentemente infindável de reflexos do que quer que estivesse situado entre ambos. Eu ficava absorto, deliciado de ver as imagens sobrepostas que ocupavam os planos paralelos de vidro e que iam até onde a vista alcançava. Todas as imagens pareciam mover-se ao mesmo tempo, mas eu sabia que essa era uma simples consequência das limitações da percepção humana; ainda criança aprendi que a velocidade da luz é finita. Assim, com os olhos da mente, eu observava as viagens da luz, indo e vindo. Meus movimentos com a cabeça e com os braços ecoavam silenciosamente entre os espelhos, cada qual refletindo a imagem anterior e gerando a seguinte. Às vezes, eu imaginava que uma de minhas imagens, mais irreverente, mais para o fim da linha, recusava-se a entrar em forma e interrompia a série, criando uma nova realidade que informava as que se seguiam. Na escola, nos momentos de calma, às vezes pensava na luz que emitira pela manhã, como se ela continuasse a viajar entre os espelhos, sem parar, e então embarcava em uma de minhas imagens refletidas e entrava em um mundo paralelo imaginário, feito de luz e movido a fantasia.

É claro que as imagens refletidas não têm ideias próprias. Mas esses sonhos infantis, com suas realidades paralelas imaginárias, ecoam também com um tema de importância crescente na ciência moderna — a possibilidade de que existam outros mundos além dos que conhecemos. Este livro explora essas possibilidades em uma viagem refletida através da ciência dos universos paralelos.

## UNIVERSO E UNIVERSOS

Houve um tempo em que “universo” significava “tudo o que existe”. Tudo. A noção de mais de um universo, mais de um “tudo o que existe”, era vista como uma contradição em termos. No entanto, uma série de desenvolvimentos teóricos foi pouco a pouco qualificando a interpretação de “universo”. O significado da palavra, hoje, depende do contexto. Por vezes, ela ainda se refere a tudo o que existe. Outras vezes, ela se aplica apenas àquelas porções da totalidade a que alguém como você e eu pode, em princípio, ter acesso. Em outras situações, ainda, ela denota domínios isolados, que são parcial ou totalmente, temporária ou permanentemente inacessíveis a nós. Neste sentido, a palavra relega nosso universo à categoria de membro de um conjunto grande; talvez infinitamente grande.

Com sua hegemonia assim diminuída, “universo” deu lugar a outros termos, no afã de captar o ambiente maior em que a totalidade da realidade está contida. *Mundos paralelos*, ou *universos paralelos*, ou *múltiplos universos*, ou *universos alternativos*, ou *metaverso*, *megaverso*, ou *multiverso* — todos são sinônimos e todos são termos usados para incluir não só nosso universo, mas todo um espectro de outros universos que podem existir no espaço mais amplo.

Você terá notado que os termos são um tanto vagos. Em que consiste exatamente um mundo, ou um universo? Que critérios podem distinguir regiões que são consideradas diferentes partes de um mesmo universo daquelas que podem ser vistas como um outro universo de pleno direito? Talvez um dia nosso conhecimento de múltiplos universos amadureça o suficiente para que possamos dar respostas precisas a essas perguntas. Por agora, evitaremos lutas em torno de definições abstratas e adotaremos a linha com a qual o juiz Potter Stewart ficou famoso ao definir “pornografia”. Enquanto a Suprema Corte dos

Estados Unidos se empenhava em definir um padrão, Stewart declarava: “Quando eu vejo, eu sei”.

Afinal de contas, chamar um determinado domínio ou outro de universo paralelo é apenas uma questão de palavras. O que importa, o que constitui o cerne do tema, é saber se existem domínios que desafiam as convenções, sugerindo que aquilo que sempre pensamos ser *o universo* é apenas um componente de uma realidade muito maior, talvez muito mais estranha e basicamente oculta.

#### VARIEDADES DE UNIVERSOS PARALELOS

Um fato marcante (que, em parte, é o que me impele a escrever este livro) é que muitos dos desenvolvimentos mais importantes da física teórica — relativística, quântica, cosmológica, computacional, unificada — nos têm levado a considerar uma ou outra variedade de universo paralelo. Com efeito, os capítulos que se seguem traçam um arco narrativo que percorre nove variações sobre o tema do multiverso. Cada uma delas vê nosso universo como parte de um todo surpreendente e maior, mas a compleição desse todo e a natureza dos universos que o compõem diferem fortemente entre elas. Em algumas, os universos paralelos estão apartados de nós por enormes extensões de espaço ou de tempo; em outras, eles flutuam a apenas milímetros de distância; e ainda em outras, a própria noção de sua localização parece destituída de sentido. Um arco similar de possibilidades aparece também no que concerne às leis que comandam tais universos paralelos. Em alguns casos, as leis são iguais às nossas; em outros, elas parecem diferentes, mas têm a mesma origem; em outros mais, as leis têm forma e estrutura diferentes de tudo o que nossa ciência já identificou. Imaginar quão ampla a realidade pode ser é algo que nos entusiasma e, ao mesmo tempo, nos faz mais humildes.

Algumas das primeiras incursões pelos mundos paralelos ocorreram na década de 1950, graças ao trabalho de pesquisadores interessados em certos aspectos da mecânica quântica — teoria desenvolvida para explicar os fenômenos que ocorrem no reino microscópico dos átomos e das partículas subatômicas. A mecânica quântica quebrou o molde da mecânica clássica, que antecedeu, ao firmar o conceito de que as previsões científicas são necessariamente probabilís-

ticas. Podemos prever a probabilidade de alcançar um determinado resultado, ou outro, mas em geral não podemos prever qual deles acontecerá. Essa quebra de rumo com relação a centenas de anos de pensamento científico já é suficientemente chocante, mas há outro aspecto da teoria quântica que nos confunde ainda mais, embora desperte menos atenção. Depois de anos de criterioso estudo da mecânica quântica, e depois da acumulação de uma plethora de dados que confirmam suas previsões probabilísticas, ninguém até hoje soube explicar por que razão apenas uma das muitas resoluções possíveis de qualquer situação que se estude torna-se real. Quando fazemos experimentos, quando examinamos o mundo, todos estamos de acordo em que deparamos com uma realidade única e definida. Contudo, mais de um século depois do início da revolução quântica, não há consenso entre os físicos quanto à razão e à forma de compatibilizar esse fato básico com a expressão matemática da teoria.

Com o passar dos anos, esse hiato substancial em nossa compreensão inspirou muitas propostas criativas, mas a mais surpreendente estava entre as primeiras. Talvez, segundo essa sugestão, a noção familiar de que qualquer experimento específico tenha apenas um único resultado seja errônea. A matemática que está na base da mecânica quântica — ou, pelo menos, uma de suas perspectivas possíveis — sugere que *todos* os resultados possíveis acontecem, cada um deles concretizando-se em seu próprio universo separado. Se um cálculo quântico prevê que uma partícula pode estar aqui, ou ali, então, em um universo ela *está* aqui, e em outro ela *está* ali. E em cada um desses universos há uma cópia de sua pessoa, que testemunha esse, ou aquele, resultado e pensa — incorretamente — que a realidade que vê é a única que existe. Quando se pensa que a mecânica quântica está presente em todos os processos físicos, da fusão de átomos no Sol às centelhas neurais que compõem a estrutura do pensamento, vê-se com clareza que as implicações da proposta são profundas. Ela nos diz que não há estradas que não estejam sendo trafegadas. Mas cada uma dessas estradas — cada uma dessas realidades — é oculata para todas as demais.

Essa interpretação fascinante da mecânica quântica, denominada *Muitos Mundos*, tem atraído interesse nas décadas recentes. Mas as pesquisas mostram que se trata de um arcabouço sutil e espinhoso (como veremos no capítulo 8). Assim, até hoje, depois de mais de cinquenta anos de investigações, a proposta

permanece controversa. Alguns estudiosos dos temas quânticos argumentam que ela é comprovadamente correta, enquanto outros afirmam, com igual convicção, que suas conexões matemáticas simplesmente não funcionam.

A incerteza científica não impediu que essa versão inicial de universos paralelos fosse explorada na literatura, no cinema e na televisão com histórias sobre terras desconhecidas e presentes alternativos, que até hoje se sucedem. (Minhas favoritas, desde os tempos de criança, são *O Mágico de Oz*, *A felicidade não se compra*, o episódio de *Jornada nas estrelas* denominado “A cidade à beira da eternidade”, o conto de Borges “O jardim dos caminhos que se bifurcam” e, mais recentemente, *De caso com o acaso e Corra, Lola, corra.*) Essas e muitas outras obras da cultura popular ajudaram, coletivamente, a integrar o conceito de realidades paralelas ao espírito de nosso tempo e a difundir o interesse do público pelo tópico. Mas a mecânica quântica é apenas uma das diversas maneiras pelas quais o conceito de universos paralelos surge na física moderna. Na verdade, nem será a primeira que discutiremos.

No capítulo 2, começarei por um caminho diferente que leva aos universos paralelos e que talvez seja o mais simples de todos. Veremos que, se o espaço se estende até o infinito — proposição consistente com todas as observações e que faz parte do modelo cosmológico favorecido por muitos físicos e astrônomos —, então deve haver ambientes afastados de nós (provavelmente *muito* afastados) em que cópias de você próprio, de mim e de tudo o mais vivem versões alternativas da realidade que aqui experimentamos.

O capítulo 3 será uma viagem mais profunda no seio da cosmologia: a teoria inflacionária, ideia que propõe a ocorrência de um enorme surto de expansão espacial super-rápida durante os momentos iniciais do universo, gera sua própria versão de mundos paralelos. Se ela estiver correta, como sugerem as mais sofisticadas observações astronômicas, o surto que criou nossa região do espaço pode não ter sido o único. Em vez disso, agora mesmo a expansão inflacionária em âmbitos distantes pode estar criando universos e mais universos e continuar a fazê-lo por toda a eternidade. E mais: cada um desses universos-balões tem sua própria extensão espacial infinita e contém, assim, um número infinito de mundos paralelos como os que aparecem no capítulo 2.

No capítulo 4, nossa trilha faz uma curva em direção à teoria de cordas. Após uma breve exposição a respeito dos aspectos básicos, faço um relato sobre a situação atual dessa abordagem, que visa a unificar todas as leis da natu-

reza. Apoiados nessa apresentação, exploramos nos capítulos 5 e 6 os desenvolvimentos recentes da teoria de cordas, que sugerem três tipos novos de universos paralelos. Um deles é o cenário dos *mundos-brana*, que propõe que nosso universo é um dos potencialmente muitos “blocos” que flutuam em um espaço com maior número de dimensões, semelhantes às fatias de um pão de proporções cósmicas.<sup>1</sup> Se tivermos sorte, este caminho pode levar ao encontro de um sinal observável no Grande Colisor de Hádrons, que opera em Genebra, Suíça, em um futuro não muito distante. Uma segunda variedade surge de possíveis choques entre mundos-brana, que destroem tudo o que eles continham e dão início a algo como um novo big bang em cada um deles. Como se se tratasse de duas mãos gigantescas batendo palmas, esse processo poderia ocorrer repetidas vezes: as branas colidem, quicam, voltam a atrair-se gravitacionalmente e colidem de novo, em um processo cíclico que gera novos universos paralelos, não no espaço, mas no tempo. O terceiro cenário é o da “paisagem” da teoria de cordas, baseado no enorme número de formas e tamanhos possíveis que podem tomar as dimensões espaciais extras requeridas pela teoria. Veremos que, em conjunto com o multiverso inflacionário, a paisagem de cordas aponta para um vasto conjunto de universos nos quais todas as formas possíveis de dimensões extras se concretizam.

No capítulo 6, veremos como essas considerações iluminam um dos fatos observacionais mais surpreendentes do último século: o espaço parece estar impregnado de uma energia uniformemente difusa, que pode bem ser uma versão da famosa constante cosmológica de Einstein. Essa observação inspirou grande parte das pesquisas recentes sobre universos paralelos e é responsável por um dos debates mais intensos das últimas décadas, que se refere à natureza do que torna as explicações científicas aceitáveis.

O capítulo 7 amplia esse tema com uma pergunta genérica sobre se a consideração de outros universos além do nosso pode ser realmente vista como um ramo da ciência. Essas ideias poderão um dia ser testadas? Se as invocarmos com vistas a resolver problemas até aqui não solucionados, estaremos realmente fazendo progresso, ou apenas empurrando os problemas para baixo de um tapete cósmico convenientemente inacessível? Procurei deixar claros os aspectos essenciais das perspectivas de choques, mas também ressaltei meu próprio ponto de vista de que, em certas condições específicas, os universos paralelos incluem-se, sem dúvida, dentro do escopo da ciência.

A mecânica quântica, com sua versão dos Muitos Mundos para os universos paralelos, é o tema do capítulo 8. Farei um resumo das características fundamentais da mecânica quântica para abordar, então, seu problema mais temível: como extrair resultados definidos a partir de uma teoria cujo paradigma básico permite a existência de realidades mutuamente contraditórias em uma névoa probabilística amorfa, mas matematicamente precisa. Andaremos cuidadosamente pelos meandros de um raciocínio que busca uma resposta ancorando a realidade quântica na própria profusão de mundos paralelos que ela engendra.

No capítulo 9 avançamos ainda mais profundamente na realidade quântica e chegamos à versão que considero a mais estranha de todas as propostas de universos paralelos. Ela emerge gradualmente de trinta anos de estudos teóricos sobre as propriedades quânticas dos buracos negros. Esse trabalho culminou na última década com um incrível resultado da teoria de cordas, que contém a notável sugestão de que tudo o que constitui nossa experiência é apenas uma projeção holográfica de processos que ocorrem em uma superfície distante, que nos envolve. Se você se der um beliscão, o que você sente é real, mas será um reflexo de um processo paralelo que tem lugar em uma realidade diferente e distante.

Finalmente, no capítulo 10, ocupa o palco a possibilidade ainda mais fantástica de universos artificiais. Nossa primeira preocupação será saber se as leis da física nos dão a capacidade de criar novos universos. Veremos, a seguir, universos criados não com hardware, mas com software — universos que poderiam ser simulados em computadores superavançados —, e investigaremos se é possível ter certeza de que não estamos vivendo em uma simulação preparada por alguém ou algo. Isso leva a outra proposta de universos paralelos, que é a mais aberta de todas e que tem origem na comunidade filosófica: a de que todos os universos possíveis se concretizam em algum lugar do que seria, com certeza, o maior de todos os multiversos. A discussão se desdobra naturalmente em uma indagação sobre o papel da matemática na ação de desvendar os mistérios da ciência e, em última análise, sobre nossa capacidade, ou incapacidade, de alcançar um conhecimento cada vez mais profundo da realidade.

## A ORDEM CÓSMICA

O tema dos universos paralelos é altamente especulativo. Nenhum experimento ou observação comprovou que qualquer das versões dessa ideia exista na natureza. Portanto, meu objetivo ao escrever este livro não é convencer o leitor de que fazemos parte de um multiverso. Eu próprio não estou convencido — e, de maneira geral, ninguém deveria estar convencido — de qualquer coisa que não esteja firmemente apoiada em fatos e dados. Dito isso, acho interessante e instigante que numerosos desenvolvimentos da física, se levados às suas consequências extremas, acabem conduzindo a alguma variação do tema dos universos paralelos. Não estou dizendo que os físicos estão de planalto, com redes de caçar multiversos na mão, buscando colher qualquer teoria que passe voando e que possa produzir, ainda que atabalhoadamente, um paradigma de universos paralelos. Ao contrário, todas as propostas de universos paralelos que estudaremos com seriedade derivam diretamente do raciocínio matemático presente nas teorias desenvolvidas para explicar dados e observações convencionais.

Minha intenção, portanto, é expor, com clareza e concisão, os passos intelectuais e o encadeamento teórico que levaram a física a considerar, a partir de perspectivas diversas, a possibilidade de que nosso universo seja um dentre muitos. Desejo que você apreenda o conceito de que as pesquisas científicas modernas — e não as fantasias catóptricas de minha infância — sugerem com naturalidade essa extraordinária possibilidade. Quero mostrar-lhe como certas observações aparentemente confusas podem tornar-se eminentemente compreensíveis no contexto de um ou outro modelo de universo paralelo. Ao mesmo tempo, descreverei os pontos críticos ainda não resolvidos, que têm mantido inconcluso este caminho. Meu objetivo é que, quando você terminar a leitura do livro, sua percepção de como pode ser a realidade — sua perspectiva sobre como as fronteiras da realidade poderiam ser, um dia, reconfiguradas pelos desenvolvimentos científicos de nossos dias — seja mais rica e mais vívida.

Algumas pessoas reagem contra a ideia de mundos paralelos. No entender delas, se fizermos parte de um multiverso, nosso lugar e nossa importância no cosmo ficam marginalizados. Minha opinião é outra. Não vejo mérito em medir nossa significância por nossa abundância relativa. Ao contrário, o que é

gratificante em nossa condição humana, o que é excitante em nossa participação no reino da ciência, é a capacidade que temos de usar o pensamento analítico para superar as distâncias mais vastas, viajando ao espaço exterior e ao espaço interior — e, se algumas das ideias que encontraremos neste livro mostrarem-se corretas, talvez até além de nosso próprio universo. Para mim, a profundidade de nosso entendimento, conquistado a partir de nosso ponto de vista solitário na quietude fria e negra de um cosmo inóspito, é o que reverbera através de toda a extensão da realidade e marca nossa chegada.