

JORGE CHAM &
DANIEL WHITESON

NÃO
TENHO
A MENOR
IDEIA

Tradução de
Marcello Neto
Anna Maria Sotero

1ª edição

BS
BestSeller

Rio de Janeiro | 2019

Rua Argentina, 171, parte, São Cristóvão
Rio de Janeiro, RJ – 20921-380 que se reserva a propriedade literária desta
tradução

Produzido no Brasil

ISBN 978-85-7684-912-4

Seja um leitor preferencial Record.
Cadastre-se no site www.record.com.br e receba informações sobre nossos
lançamentos e nossas promoções.

Atendimento e venda direta ao leitor
sac@record.com.br

Para minha filha, Elinor.

— J. C.

*Para minha família, por me apoiar em todos os capítulos
da minha vida, mesmo aqueles com trocadilhos ruins.*

— D. W.

Sumário

Introdução

1. Do que é feito o universo?
 2. O que é matéria escura?
 3. O que é energia escura?
 4. Qual é o elemento mais básico da matéria?
 5. Os mistérios da massa
 6. Por que a gravidade é tão diferente das outras forças?
 7. O que é espaço?
 8. O que é tempo?
 9. Quantas dimensões existem?
 10. Podemos viajar mais rápido do que a luz?
 11. Quem está atirando partículas super-rápidas na Terra?
 12. Por que somos feitos de matéria e não antimatéria?
 14. O que aconteceu durante o Big Bang?
 15. Quão grande é o universo?
 16. Existe uma Teoria de Tudo?
 17. Estamos sozinhos no universo?
- Uma espécie de conclusão

Agradecimentos

Bibliografia



Copyrighted image

Copyrighted image

Copyrighted image

Copyrighted image

Copyrighted image

Copyrighted image



Copyrighted image

Copyrighted image



Copyrighted image

Introdução

O UNIVERSO COMO CONHECEMOS:

TUDO QUE SABEMOS,
TUDO QUE VEMOS,
TODOS OS ÁTOMOS
DO CORPO HUMANO
E DA NOSSA GALÁXIA,
TODAS AS ESTRELAS,
TODA A POEIRA
E TODOS OS PLANETAS
DENTRO E FORA DO
NOSSO SISTEMA SOLAR.

**NÃO TEMOS
A MENOR IDEIA.**

Você gostaria de saber como o universo começou, do que é feito e como vai terminar? De entender de onde vêm o tempo e o espaço? De descobrir se estamos sozinhos no universo?

Que pena! Este livro não vai lhe dar nenhuma dessas respostas.

Pelo contrário, este livro é sobre todas as coisas que *não* sabemos sobre o universo: todas as grandes perguntas que você acha que já foram respondidas, mas que, na verdade, não foram.

Frequentemente, temos notícia de alguma grande descoberta que responde a uma pergunta profunda sobre o universo. Mas quantas pessoas de fato tinham ouvido a pergunta antes de ficarem sabendo da resposta? E quantas dessas grandes questões ainda permanecem sem respostas? É para isso que este livro serve, para apresentá-lo às questões em aberto.

Nas páginas a seguir, explicaremos quais são as grandes perguntas não respondidas sobre o universo e porque elas ainda são um mistério. Ao final, você terá percebido quão absurdo é acharmos que temos alguma ideia do que está acontecendo ou de como o universo realmente funciona. A vantagem é que você terá, pelo menos, uma ideia do porquê não termos a menor ideia.

O objetivo do livro não é fazer você ficar deprimido pelo tanto que não sabemos, mas empolgá-lo com a quantidade inacreditável de terreno ainda não explorado. Para cada mistério cósmico não resolvido, vamos também revelar o que as respostas associadas poderiam significar para nós, humanos, e que surpresas desconcertantes poderiam estar se escondendo em cada fato desconhecido. Nós vamos ensiná-lo a olhar para o mundo de um modo diferente — ao compreender o que não sabemos, podemos ver que o futuro está cheio de possibilidades impressionantes.

Então coloque o cinto, acomode-se e prepare-se para explorar as profundezas de nossa ignorância, porque o primeiro passo da descoberta é saber o que não sabemos.

Estamos prestes a embarcar em uma jornada através dos grandes mistérios do universo.

VOCÊ ESTÁ PRONT



Copyrighted image

Daniel Whiteson

Jorge Cham

1.

Do que é feito o universo?

Neste capítulo você aprende que é bem esquisito e especial

Copyrighted Image

Se você é um ser humano (contaremos com essa suposição por enquanto), é praticamente impossível não ficar curioso sobre o mundo ao seu redor. Faz parte do que significa ser um humano e parte da razão pela qual você escolheu este livro.

Não é novidade. Desde o primórdio dos tempos, as pessoas buscam repostas para questões básicas e bastante razoáveis sobre o mundo:

Do que é feito o universo?
Rochas grandes são feitas de rochas menores?
Por que não podemos comer pedra?
Como é ser um morcego?¹

A primeira pergunta, “Do que é feito o universo?”, é uma questão de enorme importância. Enorme não apenas por causa do assunto (e não ficará muito maior que o próprio universo), mas porque perguntar do que o universo é feito é relevante para todo mundo. É o mesmo que perguntar do que são feitos a sua casa e tudo o que está nela (incluindo você). Não é necessário um conhecimento profundo de matemática ou física para compreender que esta pergunta afeta cada um de nós.

Digamos que você tenha sido a primeira pessoa a tentar responder à pergunta “Do que é feito o universo?”. Uma boa estratégia seria tentar primeiro a ideia mais simples, mais ingênua. Por exemplo, você poderia dizer que o universo é feito das coisas que podemos ver nele e, então, poderia responder à pergunta fazendo uma lista. Tal lista começaria assim:

Copyrighted image

Porém, essa abordagem tem sérios problemas. Primeiro, sua lista será muito, muito longa. Precisa incluir cada rocha de cada planeta do universo e, ainda, ela própria (sua lista também faz parte do universo). Se você exigir que a lista inclua objetos, assim como as partes que os compõem, então ela seria infinitamente longa. Se você não exigir que a lista mencione as partes dos objetos, poderia ter uma lista de um único elemento: “o universo.” Claramente, esta abordagem tem grandes problemas independentemente do que se faça a respeito.

Sobretudo porque fazer uma lista não responde à pergunta. O tipo de resposta que seria satisfatória não

registraria apenas a complexidade dos nossos arredores — a quase infinita variedade de coisas que temos perto de nós —, mas também a *simplificaria* para nós. Esse é exatamente o grande triunfo da tabela periódica de elementos (aquela com oxigênio, ferro, carbono etc.). Ela descreve todos os objetos que os humanos já viram, tocaram, provaram² ou atiraram uns nos outros, todos em termos de cerca de cem blocos básicos de construção. A tabela mostra que o universo é organizado com o mesmo princípio do Lego. Com um mesmo conjunto de pequenas peças plásticas, é possível construir dinossauros de brinquedo, aviões ou piratas — ou criar seu próprio híbrido: dinossauro-pirata voador.



CIÊNCIA

Assim como num Lego, um punhado destes blocos básicos de construção (os elementos) permite a criação de muitas coisas do nosso universo: estrelas, pedras, poeira, sorvete, lhamas. Este princípio organizacional, em que objetos complexos são, na verdade, combinações de

objetos simples, nos permite adquirir um entendimento mais profundo destrinchando esses objetos simples.

Mas por que o universo segue a filosofia do Lego? Até onde sabemos, não há razão para que esta simplificação seja sequer possível. Até onde os primeiros e as primeiras cientistas das cavernas sabiam, o mundo *poderia* ter dado certo de várias maneiras diferentes. Tudo o que os cientistas das cavernas Ook e Groog tinham como base de suas ideias eram suas experiências, que eram consistentes com muitas ideias diferentes sobre do que era feito o universo.

Poderia ser que o número de tipos de coisas fosse quase infinito. Em tal universo, rochas seriam feitas de partículas de rocha elementares. O ar poderia ter sido feito de partículas de ar elementares. Elefantes seriam feitos de partículas de elefante elementares (vamos chamá-las Dumbotrons). Nesse universo hipotético, a tabela de elementos teria praticamente um *número infinito* de itens.

Ou, mais estranho ainda, poderíamos viver em um universo no qual as coisas não fossem de maneira alguma feitas de partículas minúsculas. Em tal universo, rochas seriam feitas simplesmente de material de rocha, uniforme, que poderia ser eternamente cortado em pedaços cada vez menores, e a faca usada para cortá-lo seria eternamente afiada.

Ambas as ideias eram consistentes com os dados coletados pelos professores Ook e Groog em seus experimentos famosos de colisões de rochas. Mencionamos

essas possibilidades não porque achamos que o universo funcione desse jeito, mas para lembrá-los de que a nossa parte do universo poderia funcionar assim e que *ainda pode ser assim que funciona outros tipos de matéria do universo que ainda não exploramos.*

PRIMEIROS CIENTISTAS

É por isso que os mistérios não resolvidos do universo que você vai encontrar neste livro devem fazê-lo sentir-se inspirado e entusiasmado, e não frustrado e desmoralizado. Esses mistérios revelam o quanto ainda temos a explorar e descobrir.

No universo que conhecemos e amamos, as coisas ao nosso redor parecem ser feitas de partículas minúsculas. Após milhares de anos de pensamentos e pesquisa, temos

uma teoria de matéria bastante elegante.³ Dos primeiros experimentos de Ock e Groog aos dias de hoje, nós ultrapassamos a tabela periódica e espiamos o interior do átomo.

Copyrighted image

A matéria como nós a conhecemos é composta de átomos dos elementos listados na tabela periódica. Cada átomo tem um núcleo cercado por uma nuvem de elétrons. Os núcleos contêm prótons e nêutrons, cada um dos quais é formado por quarks up e down. Assim, com quarks up, down e elétrons, podemos construir qualquer elemento da tabela periódica. Que conquista! Reduzimos nossa lista dos ingredientes do universo de infinitamente longa para cerca de uma centena de elementos da tabela periódica e, daí, para apenas três partículas. Tudo o que já vimos, tocamos, cheiramos ou topamos com o dedinho do pé pode ser

formado a partir de três blocos constituintes básicos. Parabéns ao trabalho coletivo de milhões de cérebros humanos.

Mas, se por um lado devemos ficar orgulhosos de nós mesmos enquanto espécie, por outro, essa descrição está incompleta por duas razões importantes.

Primeiro, há outras partículas por aí, não apenas o elétron e dois quarks. Apenas essas três partículas são necessárias para formar matéria normal, mas, no século passado, os físicos de partículas descobriram outras nove partículas de matéria e cinco outras que transmitem forças. Algumas dessas partículas são bastante estranhas, como o neutrino fantasmagórico, que pode viajar por trilhões de quilômetros através do chumbo sem ser espalhado sequer por uma única partícula.⁴ Para os neutrinos, o chumbo é transparente. Outras partículas são bastante parecidas com as três que compõem a matéria, só que muito, muito mais pesadas.

Copyrighted image

Por que temos essas partículas extras? Para que servem? Quem as convidou para a festa? Quantos outros tipos de partículas existem? Não sabemos. Mais ainda: *não temos a menor ideia*. Algumas dessas partículas estranhas e seus

padrões intrigantes serão discutidos mais detalhadamente no Capítulo 4.

Mas essa descrição está incompleta por outro motivo importante. Se por um lado precisamos de apenas três partículas para construir estrelas, planetas, cometas e picles, por outro, parece que tais coisas compõem apenas uma fração minúscula do universo. O tipo de matéria que consideramos normal — porque é o único que conhecemos — é na verdade bem pouco usual. De todas as coisas (matéria e energia) do universo, esse tipo de matéria corresponde a apenas 5% do total.

Do que são feitos os outros 95%? *Não sabemos.*

Se fizéssemos um gráfico de pizza do universo, ele teria a seguinte aparência:

QUE CONHECEMOS
(TENDO PIZZAS)

←
"MATÉRIA
ESCURA"

Copyrighted image

Essa pizza parece bastante misteriosa. Apenas 5% dela é feita de coisas que conhecemos, incluindo estrelas, planetas e tudo neles. Um total de 27% é composto por

algo que chamamos de “matéria escura”. Os 68% restantes do universo é composto por algo que mal entendemos. Os físicos chamam isso de “energia escura” e achamos que é ela a responsável pela expansão do universo, mas isso é tudo que sabemos a respeito. Explicaremos ambos esses conceitos e como chegamos a esses números exatos nos capítulos adiante.

E fica pior. Mesmo dentro dos 5% das coisas que conhecemos, ainda há muita coisa que não sabemos (lembrem-se daquelas partículas extras?). Em alguns casos, não sabemos nem sequer como formular as perguntas certas que vão revelar estes mistérios.

Essa é, então, a nossa situação atual enquanto espécie. Apenas alguns parágrafos atrás, estávamos nos parabenizando pelos nossos feitos incríveis de exploração do nosso potencial intelectual por termos sido capazes de descrever toda a matéria conhecida em termos simples. Agora isso parece ter sido um pouco prematuro, visto que *a maior parte do universo é composta por alguma outra coisa*. É como se tivéssemos passado milhares de anos estudando um elefante para descobrir, repentinamente, que estávamos olhando apenas *para a sua cauda*.

Reconhecer isso pode deixá-lo um pouco desapontado. Talvez você tenha pensado que havíamos alcançado o ápice do nosso conhecimento e domínio do universo (temos robôs que aspiram a casa, ora bolas). O mais importante é não enxergar isso como uma decepção, mas como uma oportunidade incrível: uma oportunidade de explorar, aprender e ter ideias. E se te dissessem que exploramos apenas 5% de toda a terra do planeta? Ou que você experimentou apenas 5% dos sabores de sorvete existentes em todo o mundo? O cientista em você iria exigir uma explicação bastante detalhada (e mais colheradas) e estaria bem entusiasmado com a possibilidade de novas descobertas.

Tente se lembrar do ensino fundamental, quando você estava aprendendo sobre as descobertas dos grandes exploradores da história. Eles navegaram pelo desconhecido, descobriram novas terras e mapearam o mundo. Se isso pareceu empolgante, talvez você tenha sentido também um pingo de tristeza, porque todos os continentes já foram descobertos, todas as ilhas minúsculas já têm nome e, nesta era de satélites e GPS, a da exploração parece ter ficado no passado. A boa notícia é que não ficou, não.

Existe uma quantidade *enorme* de exploração ainda a ser feita. Na verdade, estamos nos primórdios de uma era de exploração inteiramente nova. Estamos entrando em um período que vai muito provavelmente redefinir nossa compreensão do universo. Por um lado, sabemos que sabemos muito pouco (5%, lembra?) e temos alguma noção de quais tipos de perguntas fazer. Por outro, estamos desenvolvendo algumas ferramentas bastante fantásticas, como novos e poderosos aceleradores de partículas, detectores de ondas gravitacionais e telescópios que vão nos ajudar a obter todas as respostas. Isso tudo está acontecendo *agora mesmo*.

AGORA!

O mais empolgante é que os grandes mistérios científicos *têm* respostas reais e difíceis. Só não sabemos quais são ainda. Existe a possibilidade de que sejam resolvidas ainda na nossa geração. Por exemplo, se há ou não há vida inteligente em algum outro lugar do universo neste exato instante. A resposta existe (Mulder estava certo: a verdade *está* lá fora). O conhecimento destas respostas mudaria a forma com que encaramos o mundo de uma maneira bem drástica.

A história da ciência é repleta de revoluções nas quais descobrimos constantemente que nossa visão de mundo estava distorcida pela nossa perspectiva. Uma Terra plana, um sistema solar que gira em torno da Terra, um universo dominado por estrelas e planetas, eram ideais bastante razoáveis, dadas as informações disponíveis no momento, mas que agora vemos como constrangedoramente ingênuas. É praticamente certo que haja mais revoluções dobrando a esquina, em que ideias importantes que aceitamos atualmente, como a relatividade e a física

quântica, podem ser estraçalhadas e substituídas por ideias novas de tirar o fôlego. Daqui a duzentos anos as pessoas provavelmente vão analisar nosso entendimento de como as coisas acontecem da mesma forma que nós analisamos o entendimento que os homens e mulheres das cavernas tinham do mundo.

A jornada da raça humana rumo ao desbravamento do universo está longe do fim, e *você* faz parte dela. Prometemos que a viagem será mais doce que rapadura.

**ELO MENOS
O SER PEDRA.**

Copyrighted image

Notas

1. A última pergunta é o título de um dos artigos sobre filosofia mais citados no mundo em todos os tempos, do filósofo americano Thomas Nagel. Spoiler: a resposta é “Nunca saberemos”.
2. Sim, incluindo aquela vez no terceiro ano em que seu amigo lambeu um lagarto.
3. A ciência na sua forma moderna, com experimentos, dados e jalecos, tem apenas centenas de anos, mas a história do pensamento sobre essas questões tem milhares.
4. Nós achamos. Ninguém jamais tentou literalmente este experimento.

2.

O que é matéria escura?

Você está nadando nela

Aqui está um gráfico de barras da massa e energia do universo como conhecemos:

O UNIVERSO

Copyrighted image

ENERGIA
ESCURA

MATÉRIA
ESCURA

TUDO QUE
CONHECEMOS

UNIVERSO QUE É O MAIS
MAIS COMPREENSÍVEIS
AO SEREM COLOCADAS
NUM GRÁFICO DE BARRAS

Os físicos acreditam que uma porção surpreendente de 27% de toda a matéria e energia no universo conhecido

são compostas de algo chamado “matéria escura”. Isso significa que a maior parte da matéria no universo não é do tipo que passamos séculos estudando. Há *cinco vezes* mais dessa matéria misteriosa do que da matéria normal, que nos é familiar. Na verdade, nem é justo chamarmos nossa matéria de “normal”, uma vez que ela é, na verdade, bastante rara no universo.

Portanto, o que é a matéria escura? Ela é perigosa? Mancha a roupa? Como sabemos que ela existe?

A matéria escura está em todo lugar. Na verdade, você está provavelmente nadando nela. A existência da matéria escura foi inicialmente proposta nos anos 1920 e levada a sério pela primeira vez nos anos 1960, quando os astrônomos perceberam algo de estranho em como as galáxias giram e o que isso representa para a quantidade de massa nelas.

Fatos que nos garantem que matéria escura existe

1. Galáxias em rotação

Para entender a conexão entre matéria escura e galáxias em rotação, imagine colocar um monte de bolas de pingue-pongue num carrossel. Agora imagine o carrossel girando. É de se esperar que as bolas de pingue-pongue voem para fora do carrossel. Uma galáxia em rotação funciona quase da mesma forma.⁵ Como a galáxia está girando, as estrelas nela tendem a querer voar para fora. A única coisa que as

mantém juntas é a força gravitacional de toda a massa presente na galáxia (a gravidade puxa coisas com massa umas contra as outras). Quanto mais rápido uma galáxia gira, mais massa é necessária para manter todas as estrelas. Conseqüentemente, sabendo-se a quantidade de massa em uma galáxia podemos prever sua velocidade de rotação.

A princípio, os astrônomos tentaram estimar a massa das galáxias pela contagem do número de suas estrelas. Mas, quando usaram este número para calcular quão rápido as galáxias deveriam estar girando, algo não fechou. As medidas mostraram que as galáxias estavam girando mais rápido do que o previsto pela contagem do número de estrelas. Em outras palavras, as estrelas deveriam estar voando para fora das galáxias, assim como as bolas de pingue-pongue no carrossel. Para explicar essa alta velocidade de rotação, os astrônomos precisaram adicionar uma quantidade de massa enorme às galáxias para que as estrelas continuassem juntas segundo seus cálculos. Mas eles não conseguiam ver onde essa massa estava. Essa contradição poderia ser resolvida se supuséssemos a existência de uma quantidade enorme de alguma substância pesada e invisível, ou “escura”, em cada galáxia.

Essa foi uma afirmação bastante extraordinária. E, como o famoso astrônomo Carl Sagan uma vez disse: “Afirmações extraordinárias exigem evidências extraordinárias.” E, assim, esse estranho enigma existiu na comunidade de astronomia por décadas sem ser

compreendido. Com o passar dos anos, a existência dessa coisa pesada invisível e misteriosa (ou matéria escura, como ficou conhecida) começou a ser mais e mais amplamente aceita.

81e

ALGUMAS GALÁXIAS
ESTÃO GIRANDO
TÃO RÁPIDO QUE
SUAS ESTRELAS
DEVERIAM VOAR
PARA FORA.

Copyrighted image

MAS NÃO
VOAM, ENTÃO
ALGO PESADO DEVE
MANTÊ-LAS JUNTAS
ATRAVÉS DA
GRAVIDADE.

2. Lentes gravitacionais

Outro indício importante para convencer os cientistas da existência da matéria escura foi constatar que ela pode *entortar a luz*. É o que chamamos de lentes gravitacionais.

Os astrônomos olhavam para o céu e percebiam algo estranho. Viam a imagem de uma galáxia vindo de uma direção. Não há nada de estranho nisso, mas ao moverem o telescópio apenas um pouquinho eles viam a imagem de outra galáxia que se parecia muito com a primeira. A forma, a cor e a luz oriundas dessas galáxias eram tão similares que os astrônomos estavam certos de que era uma galáxia só. Mas como pode? Como uma mesma galáxia poderia aparecer duas vezes no céu?



Observar duas galáxias idênticas faz todo o sentido se existir algo pesado (e invisível) localizado entre você e uma galáxia; essa bolha pesada e invisível pode agir como uma lente gigante, entortando a luz de uma galáxia de modo que pareça que ela vem de duas direções diferentes.

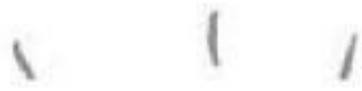
Imagine que a luz saia dessa galáxia em todas as direções. Agora considere duas partículas de luz, conhecidas como fótons, vindas dela em sua direção, mas uma pela esquerda e outra pela direita. Se houver algo pesado entre você e aquela galáxia, a força gravitacional desse objeto vai distorcer o espaço ao seu redor, fazendo com que as partículas de luz tracem uma curva até você.⁶

Copyrighted image

Da Terra, você observa isso no seu telescópio como duas imagens da mesma galáxia vindas de duas direções diferentes no céu. Esse efeito foi observado em todo o céu noturno; essa coisa pesada e invisível parece estar em todo lugar. A matéria escura deixou de ser uma ideia louca. Existia evidência dela para onde quer que olhássemos.

3. Galáxias em rota de colisão

A evidência mais contundente da existência de matéria escura veio quando conseguimos observar uma gigantesca colisão entre galáxias no espaço. Dois aglomerados de galáxias bateram um contra o outro milhões de anos atrás num evento épico; não presenciamos a colisão propriamente dita, mas, como a luz da colisão leva milhões de anos para nos alcançar, podemos nos sentar e nos acomodar para ver as explosões resultantes.



Copyrighted image

À medida que os dois aglomerados de galáxias bateram um no outro, o gás e a poeira de ambos colidiram com resultados espetaculares: grandes explosões e nuvens gigantes de poeira sendo rasgadas ao meio. É um festival de efeitos especiais. Se ajudar, tente visualizar uma pilha gigante de balões de água sendo arremessados um contra o outro a uma velocidade insanamente alta.

Mas os astrônomos também notaram algo além. Próximo ao local da colisão, eles perceberam dois aglomerados gigantes de matéria escura; é claro que essa matéria escura é invisível, mas eles puderam identificá-la indiretamente medindo a distorção que tais aglomerados estavam causando na luz das galáxias que se encontravam atrás deles. Esses dois aglomerados de matéria escura