

# NÃO FAZEMOS IDEIA

JORGE CHAM &  
DANIEL WHITESON

Tradução de Sérgio Gonçalves

 **DESASSOSSEGO**  
LIVROS PARA PENSAR



Para a minha filha, Elinor.

—J.C.

Para a minha família, por apoiarem todos os capítulos da minha vida,  
mesmo aqueles com trocadilhos miseráveis.

—D.W.



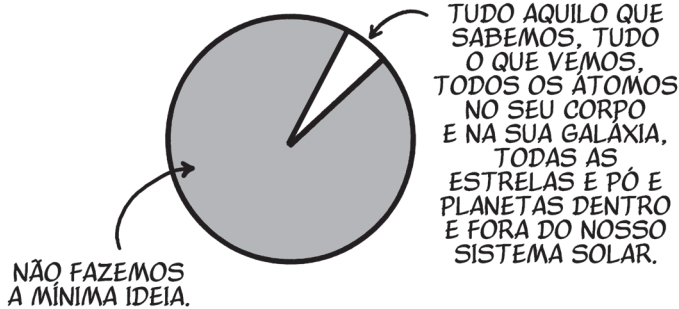
## ÍNDICE

Introdução	11
1. De que é feito o Universo?	13
2. O que é a matéria negra?	21
3. O que é a energia negra?	35
4. Qual será o elemento mais básico da matéria?	51
5. Os mistérios da massa	67
6. Por que motivo é a gravidade tão diferente das outras forças?	83
7. O que é o espaço?	99
8. O que é o tempo?	119
9. Quantas dimensões existem?	143
10. Poderemos nós viajar mais rápido do que a luz?	163
11. Quem é que anda a disparar partículas super-rápidas para a terra?	187
12. Por que motivo somos feitos de matéria e não de antimatéria?	203
14. O que aconteceu durante o Big Bang?	227
15. Quão grande é o Universo?	251
16. Existirá uma teoria de tudo?	275
17. Estaremos sozinhos no Universo?	303
Uma espécie de conclusão	327
<i>Agradecimentos</i>	333
Bibliografia	335



## INTRODUÇÃO

### O UNIVERSO TAL COMO O CONHECEMOS:



**G**ostaria de saber como foi o início do Universo, em que consiste o mesmo, e como acabará? De compreender de onde vêm o tempo e o espaço? De saber se estamos sozinhos no Universo?

Temos pena! Este livro não irá responder a qualquer uma dessas questões.

Em vez disso, este livro debruça-se sobre todas as coisas que nós *não* sabemos acerca do Universo: todas as grandes questões que poderá achar que já respondemos quando, na verdade, não o fizemos.

É frequente ouvirmos nas notícias algo acerca de uma qualquer grande descoberta que responde a uma questão profunda sobre o nosso Universo. Mas quantas pessoas já tinham ouvido falar da questão antes de terem ficado a saber da resposta? E quantas grandes questões estão ainda por responder? É esse o intuito deste livro, iniciá-lo nas questões em aberto.

Nas páginas que se seguem, explicaremos quais as maiores questões por responder acerca do Universo e o porquê de ainda se manterem um mistério. No final, terá uma maior perceção de quão absurdo é pensar que temos sequer a mínima ideia do que se está a passar ou de como o Universo realmente funciona. Vendo as coisas pelo lado positivo, pelo menos fará ideia do porquê de não fazermos a mínima ideia.

O objetivo do livro não é fazê-lo sentir-se deprimido acerca do que não sabemos, antes preenchê-lo com um sentimento de excitação pela quantidade incrível de territórios desconhecidos ainda por desbravar. Por cada mistério cósmico por resolver, também revelaremos o que as respostas poderiam significar para o ser humano e que tipo de surpresas estonteantes poderão estar escondidas em cada local desconhecido. Ensinar-lhe-emos a olhar para o mundo de forma diferente — ao compreendermos aquilo que desconhecemos, conseguimos ver que o futuro está repleto de possibilidades fantásticas.

Por isso, aperte o cinto, ponha-se confortável, e prepare-se para explorar as profundezas da nossa ignorância, porque o primeiro passo para a descoberta será ficar a conhecer o que é desconhecido. Estamos prestes a embarcar numa viagem pelos maiores mistérios do Universo.





1.

## DE QUE É FEITO O UNIVERSO?

Em que ficamos a saber que somos relativamente estranhos e especiais



Caso seja um ser humano (por agora, vamos partir desse pressuposto), então o mais provável é que não consiga evitar ter alguma curiosidade acerca do mundo que o rodeia. Tem que ver com o que significa ser humano, e tem que ver com o porquê de ter pegado neste livro.

Não é uma sensação nova. Desde os primórdios da civilização que as pessoas se questionam acerca das respostas para algumas questões básicas e consideravelmente razoáveis acerca do mundo que nos rodeia:

De que é feito o Universo?

Será que as rochas grandes são feitas de rochas mais pequenas?

Porque é que não podemos comer rochas?

Como será ser-se um morcego?<sup>1</sup>

...

---

<sup>1</sup> Esta última questão é o título de um dos textos filosóficos mais citados a nível global, escrito pelo filósofo americano Thomas Nagel. *Spoiler*: a resposta é “Jamais saberemos”.

A primeira questão, “De que é feito o Universo?”, é uma grande questão. Não só por causa do tópico (não dá para se ser muito maior do que o Universo), mas também porque perguntar de que é feito o Universo se torna relevante para todos. É o mesmo que perguntar de que é feita a sua casa, bem como tudo o que lá está dentro (incluindo-o a si). Não são necessários grandes conhecimentos de matemática ou física para compreender que esta questão afeta cada um de nós.

Imaginemos que o leitor seria a primeira pessoa a alguma vez tentar responder à questão “De que é feito o Universo?”. Uma boa abordagem seria tentar recorrer, em primeiro lugar, à ideia mais simples, mais ingénua. Por exemplo, poderia dizer que o Universo é feito das coisas que nele conseguimos ver, por isso conseguiria responder à questão criando uma lista. Essa lista poderia começar da seguinte forma:

- O UNIVERSO:**

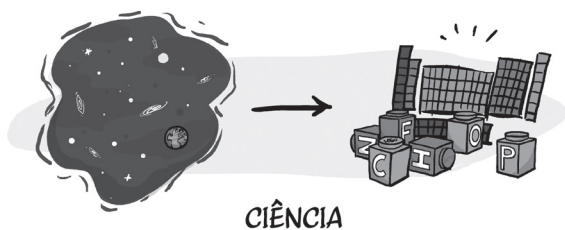
---

  - Eu.
  - Você.
  - Aquela rocha.
  - Aquela outra rocha.
  - Aquelas rochas do outro lado.
  - Etc.

Mas esta abordagem acarreta sérios problemas. Em primeiro lugar, a sua lista irá ser muito, mas muito longa. Terá de incluir todas as rochas de todos os planetas no Universo, e terá de incluir a sua própria lista (afinal, também faz parte do Universo). Caso exija que a lista inclua objetos, bem como todos os componentes no interior dos mesmos, então esta poderia tornar-se infinitamente longa. Caso não faça questão de que a lista mencione os componentes no interior dos objetos da lista, então poderia ter uma lista com um único elemento: “o Universo”. Claramente, esta abordagem demonstra sérios problemas por qualquer ponta em que se lhe pegue.

Mas o mais importante é que criar uma lista acaba por não responder propriamente à questão. Uma resposta satisfatória não se limitaria a fazer um registo da complexidade daquilo que vemos em nosso redor — a variedade quase infinita de coisas que vemos na nossa envolvência —, também a *simplificar* para nós. É precisamente esse o triunfo da tabela periódica (aquela

com o oxigênio, o ferro, o carbono, etc.). Ela descreve cada objeto que o ser humano alguma vez viu, tocou, provou,<sup>2</sup> ou atirou a outro, tudo em cerca de cem blocos de construção básicos. Ela revela que o Universo está organizado sob o mesmo princípio dos legos. Com o mesmo conjunto de minúsculos blocos de plástico, podemos construir dinossauros, aviões, ou piratas — ou até criarmos o nosso próprio híbrido, o dinopirata.



Tal como no caso dos legos, uns quantos blocos básicos de construção (os elementos) permitem-nos construir muitas coisas no nosso Universo: estrelas, rochas, pó, gelado, lamas. Este princípio de organização, em que objetos complexos não passam de combinações de objetos simples, permite-nos obter uma maior compreensão ao descobrir esses objetos simples.

Mas por que motivo seguirá o Universo a filosofia dos legos? Tanto quanto sabemos, não existe uma razão válida para que tal simplificação seja sequer possível. Tanto quanto os primeiros homens e mulheres das cavernas sabiam, o mundo *poderia* ter funcionado de inúmeras formas diferentes. Tudo o que os cientistas das cavernas, Ook e Groog, tinham para servir de base às suas ideias era a sua experiência, que era consistente com inúmeras ideias diferentes acerca do que o Universo era feito.

*Poderia* ter sido que o número de tipos de coisas fosse quase infinito. Num tal Universo, as rochas poderiam ser feitas de partículas de rocha elementar. O ar poderia ser feito de partículas de ar elementares. Os elefantes poderiam ser feitos de partículas de elefante elementares (chamemos-lhes dumbotrões). Nesse Universo hipotético, a tabela periódica conteria um número quase infinito de itens.



FÍSICOS DO PASSADO

Ou então, ainda mais estranho,

<sup>2</sup> Sim, incluindo aquela vez em que o seu colega de turma no terceiro ano lambeu um lagarto.

poderíamos ter vivido num Universo onde as coisas nem sequer fossem feitas de minúsculas partículas. Num Universo assim, as rochas seriam simplesmente feitas de um material rochoso suave, que poderia ser eternamente cortado em pedaços mais pequenos, e a faca que utilizaríamos para os cortar permaneceria afiada para todo o sempre.

Ambas as ideias seriam consistentes com toda a informação reunida pelos professores Ook e Groog, nas suas famosas experiências de cacetadas em rochas. Mencionamos estas possibilidades não porque achemos que é assim que o Universo funciona, mas para o lembrar a si de que poderia ter sido assim o funcionamento da nossa parte do Universo, e *ainda poderá ser válido para outros tipos de matéria no Universo que ainda não explorámos.*

É por isso que os mistérios ainda por resolver do Universo que irá descobrir neste livro o deviam fazer sentir-se inspirado e excitado, em vez de frustrado ou desmotivado. Eles revelam-nos quanto ainda temos por explorar e descobrir.

No Universo que conhecemos e adoramos, as coisas que nos rodeiam parecem ser feitas de partículas minúsculas. Após milhares de anos de ponderação e investigação, temos uma maravilhosa teoria da matéria.<sup>3</sup> Desde as primeiras experiências de Ook e Groog até aos dias modernos, já fomos além da tabela periódica e espreitámos para o interior do átomo.

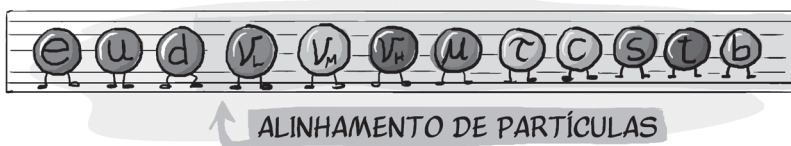


<sup>3</sup> A ciência na sua forma moderna com experiência e dados e batas brancas tem apenas centenas de anos, mas a história do pensamento sobre estas questões conta já com milhares de anos.

A matéria, tal como a conhecemos, é composta por átomos dos elementos listados na tabela periódica. Cada átomo tem um núcleo rodeado de uma nuvem de elétrons. O núcleo contém prótons e elétrons, cada um dos quais é constituído por quarks cima e quarks baixo. Por isso, com quarks cima, quarks baixo e elétrons, poderemos reproduzir qualquer elemento da tabela periódica. Que feito maravilhoso! Reduzimos a nossa lista de ingredientes do Universo de algo infinitamente longo aos cerca de cem elementos da tabela periódica e depois a apenas três partículas. Tudo o que alguma vez vimos, tocámos, cheirámos ou esmagámos com os dedos dos pés pode ser reproduzido a partir de três blocos de construção básicos. Muitos parabéns ao trabalho coletivo de milhões de cérebros humanos.

Mas ainda que devêssemos sentir-nos orgulhosos de nós próprios enquanto espécie, esta descrição está incompleta de duas formas muito importantes.

Em primeiro lugar, existem outras partículas por aí, e não apenas o elétron e dois quarks. Apenas são necessárias estas três partículas para criar matéria normal, mas, no último século, físicos de partículas descobriram mais nove partículas de matéria e outras cinco partículas que transmitem força. Algumas destas partículas são muito estranhas, como é o caso dos fantasmagóricos neutrinos, que conseguem percorrer biliões de quilómetros através de chumbo sem ricochetearem numa única partícula.<sup>4</sup> Para os neutrinos, o chumbo é transparente. Já outras partículas são muito semelhantes às três partículas que compõem a matéria, mas são muito, muito mais pesadas.



Porque existem estas partículas extras? Para que servem? Quem é que as convidou para a festa? Quantos mais tipos de partículas existem? Não sabemos. Mais do que isso: *não fazemos ideia*. Algumas destas estranhas partículas, bem como os seus padrões intrigantes, serão discutidos em detalhe no capítulo 4.

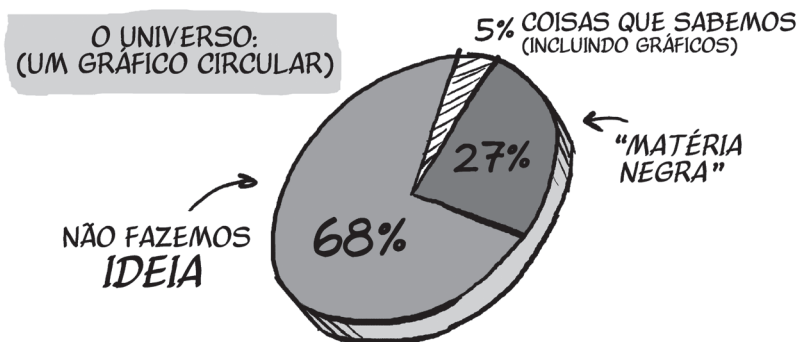
Mas esta descrição demonstra-se incompleta de outra forma muito importante. Ainda que apenas necessitemos de três partículas para fazer estrelas, planetas, cometas e pickles, acontece que estas coisas representam somente uma minúscula fração do Universo. O tipo de matéria que consideramos normal — porque é a única que conhecemos — é, na verdade, consideravelmente

<sup>4</sup> Ou assim o achamos. Ninguém levou literalmente esta experiência a cabo.

incomum. De todas as coisas (matéria e energia) no Universo, este tipo de matéria representa apenas cerca de cinco por cento do total.

De que são feitos os restantes 95 por cento do Universo? *Não sabemos.*

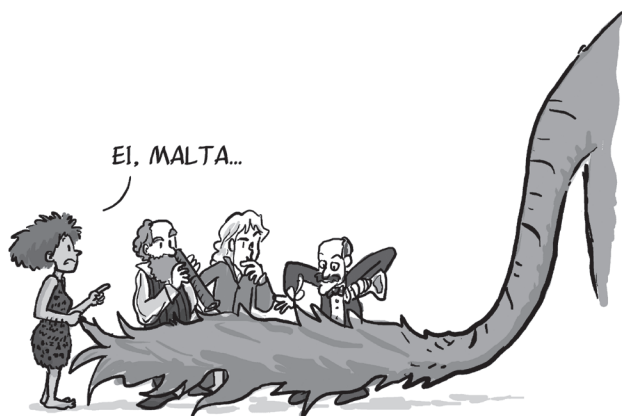
Se desenhassemos um gráfico circular do Universo, resultaria em algo parecido com isto:



Este gráfico parece bastante misterioso. Apenas cinco por cento do seu conteúdo se refere a coisas que sabemos, incluindo as estrelas, os planetas e tudo o que há neles. Uns vastos 27 por cento são compostos por algo a que chamamos “matéria negra”. Os restantes 68 por cento do Universo são algo que mal compreendemos sequer. Os físicos chamam-lhe “energia negra”, e nós achamos que ela leva o Universo a expandir-se, mas pouco mais sabemos do que isso. Explicaremos ambos os conceitos e como chegámos a esses números em capítulos mais à frente.

E ainda fica pior. Mesmo dentro dos cinco por cento de coisas sobre as quais sabemos, existe uma infinidade de coisas que não sabemos (lembra-se daquelas partículas extras?). Em alguns casos, nem sequer sabemos como colocar as questões certas para revelarmos esses mistérios.

E eis o nosso ponto de situação enquanto espécie. Ainda alguns parágrafos atrás nos congratulávamos pelos nossos feitos incríveis de exploração intelectual, ao descrevermos toda a matéria conhecida em termos simples. Agora isso parece algo prematuro, tendo em conta que *a maior parte do Universo é composta de algo diferente*. É como se tivéssemos estado a estudar um elefante durante milhares de anos e subitamente descobríssemos que tínhamos passado o tempo todo a olhar para a *sua cauda!*



Ao tomar consciência disto, poderá sentir-se algo desapontado. Talvez pensasse que tínhamos atingido o auge da nossa compreensão e mestria do Universo (pelo amor da Santa, até já temos robôs que aspiram a nossa casa por nós). Mas o mais importante será ver isto não como fator de decepção, mas como uma oportunidade incrível: uma oportunidade para explorar e aprender e ganhar um pouco de perspectiva. Como seria se descobrisse que apenas explorámos cinco por cento da superfície da Terra? Ou que apenas tinha provado cinco por cento de todos os sabores de gelado? O cientista dentro de si exigiria uma explicação minuciosa (acompanhada de muitas colheres) e sentir-se-ia empolgado perante a possibilidade de novas descobertas.

Tente remontar aos tempos do ensino básico, quando estava a aprender acerca das aventuras dos maiores exploradores da história. Eles navegaram por mares desconhecidos e descobriram novas terras e mapearam o mundo. Se achou que isso soava empolgante, também poderá ter sentido um laivo de tristeza, tendo em conta que já foram encontrados todos os continentes, todas as pequenas ilhas já foram nomeadas, e, nesta era de satélites e GPS, a época de exploração parece já estar bem lá atrás. A boa notícia é que não é esse o caso.

Existe uma quantidade *enorme* de exploração por levar a cabo. Na verdade, estamos nos primórdios de toda uma nova era de exploração. Estamos a entrar num período que muito provavelmente irá redefinir a nossa compreensão do Universo. Por um lado, sabemos que sabemos muito pouco (cinco por cento, recorda-se?), por isso temos alguma noção das questões a colocar. E, por outro, estamos a construir novas ferramentas incríveis, como novos e poderosos aceleradores de partículas, detetores de ondas gravitacionais e telescópios que nos ajudarão a obter as respostas. Tudo se começa a desenrolar *neste preciso momento*.



A parte mais empolgante é que os grandes mistérios científicos *têm* respostas reais e sólidas. Simplesmente ainda não sabemos quais são. Existe a hipótese de que venham a ser solucionadas durante a nossa vida. Por exemplo, das duas, uma: existe, ou não existe, vida inteligente algures no Universo, agora mesmo, neste preciso momento. A resposta existe (Mulder tinha razão: a verdade *está* lá fora). Conhecer essas respostas mudaria a um nível bastante basilar a forma como pensamos sobre o mundo.

A história da ciência é feita de revoluções nas quais descobrimos, de cada vez, que a nossa visão do mundo era distorcida pela nossa perspetiva pessoal. Uma Terra plana, um sistema solar com a Terra como centro, um Universo dominado por estrelas e planetas — todas elas ideias razoáveis tendo em conta a informação disponível no seu dado momento, mas hoje olhamos para elas como embaraçosamente ingénuas. Será quase certo que haja outras tantas revoluções mesmo ao virar da esquina, nas quais conceitos importantes que aceitamos hoje, como a relatividade e a física quântica, poderão ser destronados e substituídos por novas teorias fascinantes. Daqui a duzentos anos, é bem provável que as pessoas olhem para a forma como nós compreendemos o funcionamento das coisas da mesma forma que nós olhamos para a compreensão que os homens e mulheres das cavernas tinham do mundo em que viviam.

A jornada da raça humana pela compreensão do nosso Universo está longe de ter terminado, e *você* tem a hipótese de participar na mesma. Prometemos-lhe que a viagem será mais tranquila do que uma sesta à sombra da bananeira.



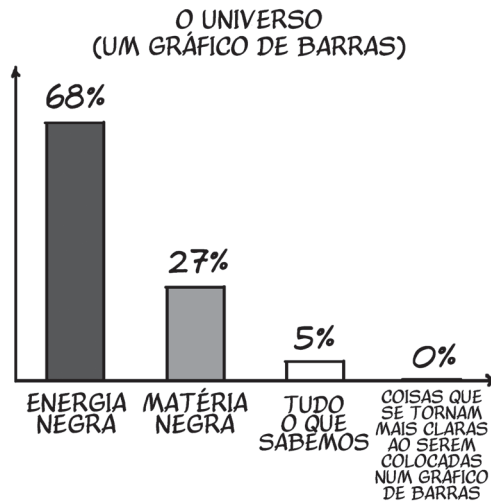


## 2.

### O QUE É A MATÉRIA NEGRA?

Estamos a nadar nela

Segue um gráfico de barras da massa e da energia no Universo tal como as conhecemos:



Os físicos acreditam que uns impressionantes 27 por cento da matéria e energia no Universo conhecido são constituídos por algo a que se chama “matéria negra”. Isto significa que a maior parte da matéria no Universo não é do tipo de matéria que temos vindo a estudar ao longo de séculos. Há *cinco vezes mais* desta matéria misteriosa do que da matéria normal, familiar. Aliás,

não será sequer justo chamar à nossa matéria “normal” quando, na verdade, é bastante rara no Universo.

Então o que será essa matéria negra? É perigosa? Manchará as nossas roupas? Como sabemos que anda por aí?

A matéria negra está em todo o lado. Na verdade, é provável que neste momento esteja inundado dela. A sua existência foi proposta pela primeira vez por volta dos anos 1920 e foi levada a sério pela primeira vez por volta dos de 1960, quando astrónomos notaram algo estranho na forma como as galáxias giravam e o que isso significava para a quantidade de massa que existia no seu interior.

## **De Que Formas Sabemos Que a Matéria Negra Está Aqui**

### 1. Galáxias giratórias

Para melhor compreender a ligação entre matéria negra e galáxias giratórias, imagine pousar um punhado de bolas de pingue-pongue num carrossel. E agora imagine que fazia o carrossel girar. Seria de esperar que as bolas de pingue-pongue voassem para fora das bordas do carrossel. Uma galáxia giratória funciona quase da mesma forma.<sup>5</sup> Como a galáxia está a rodar, as estrelas no seu interior tendem a querer voar para fora. A única coisa a mantê-las juntas é a força da gravidade de toda a massa presente na galáxia (a gravidade junta as coisas com massa). Quanto mais rápido a galáxia girar, mais massa será necessária para manter todas as estrelas no seu interior. Por outro lado, ao ter-se conhecimento da massa da galáxia significa que se poderá prever quão rápido a galáxia consegue girar.

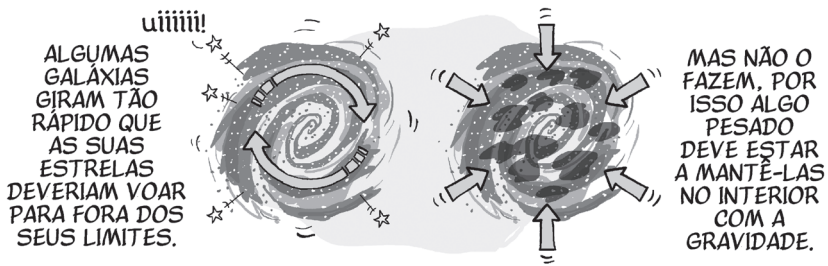
Inicialmente, os astrónomos tentaram descobrir a massa das galáxias contando o número de estrelas no seu interior. Mas quando usaram esse número para estimar quão rápido as galáxias deveriam estar a girar, algo não batia certo. Os cálculos indicavam que as galáxias estavam a girar mais rápido do que aquilo que tinha sido estimado mediante o número de estrelas no seu interior. Por outras palavras, as estrelas deveriam estar a voar para fora dos limites das galáxias, tal como no caso das bolas de pingue-pongue no carrossel. Por forma a explicar a elevada velocidade de rotação, os astrónomos necessitaram de acrescentar uma enorme quantidade de massa às galáxias dos seus cálculos, para que todas as estrelas se mantivessem juntas. Mas não conseguiam ver

---

<sup>5</sup> Se bem que as galáxias tenham tendência a ser algo maiores do que carrosséis.

onde estava essa massa. Esta contradição poderia ser resolvida partindo-se do pressuposto de que havia uma enorme quantidade de algum tipo de coisa pesada que fosse invisível, ou “negra”, em cada galáxia.

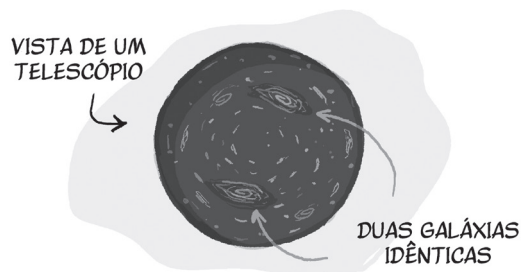
Esta alegação foi bastante extraordinária. E como o famoso astrónomo Carl Sagan certa vez disse: “Alegações extraordinárias exigem evidências extraordinárias.” Por isso este estranho dilema existiu entre a comunidade de astrónomos durante décadas, sem ser compreendido. À medida que os anos foram passando, a existência dessa coisa pesada invisível e misteriosa (ou matéria negra, como viria a tornar-se conhecida) começou a ser aceite de forma cada vez mais global.



## 2. Lentes gravitacionais

Uma outra pista importante que convenceu os cientistas de que a matéria negra era real foi a constatação de que a mesma consegue *distorcer a luz*. A isso se dá o nome de lente gravitacional.

Por vezes, quando os astrónomos observavam o céu, detetavam algo estranho. Viam a imagem de uma galáxia proveniente de uma direção. Não há nada de extraordinário nisso, mas se eles movessem ligeiramente o telescópio, conseguiam ver a imagem de uma outra galáxia muito semelhante à primeira. O formato, a cor, e a luz que provinham dessas galáxias eram tão semelhantes que os astrónomos estavam seguros de que se tratava da mesma galáxia. Mas como poderia isso ser possível? Como poderia a mesma galáxia surgir duas vezes no céu?



Ver a mesma galáxia duas vezes faz todo o sentido se houver algo pesado (e invisível) localizado entre si e essa galáxia; este borrão invisível e denso pode atuar como uma lente gigante, distorcendo a luz da galáxia de tal forma que pareça estar a vir de duas direções.

Imagine que a luz sai desta galáxia em todas as direções. E agora imagine duas partículas leves, conhecidas como fótons, com origem nessa galáxia e a dirigirem-se ligeiramente para cada um dos seus lados. Se houver algo denso entre si e essa galáxia, a gravidade desse objeto distorcerá o espaço em redor do mesmo, levando a que as partículas de luz se curvem na sua direção<sup>6</sup>.

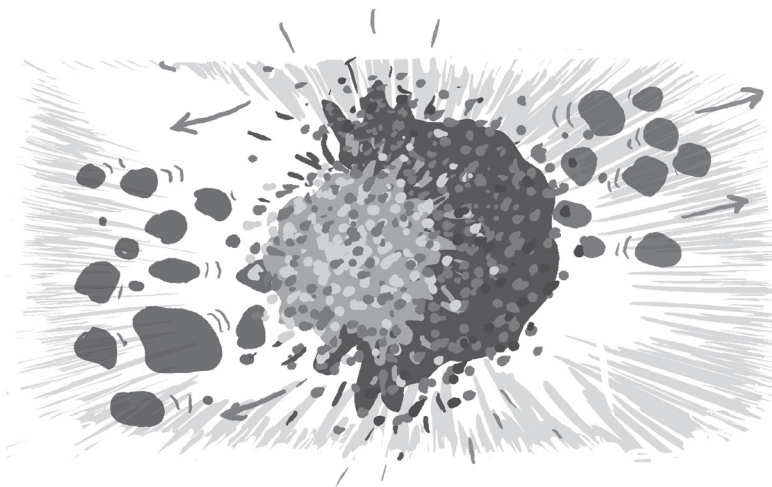


Na Terra, poderá assistir a isso no seu telescópio na forma de duas imagens da mesma galáxia a chegarem de duas direções diferentes no céu. Este efeito foi observado um pouco por todo o céu noturno; aquela coisa densa e invisível parecia estar em todo o lado. Não tardou até que a matéria negra deixasse de parecer um conceito de doidos. Havia provas da sua existência para onde quer que olhássemos.

### 3. Colisão de galáxias

A prova mais convincente da existência de matéria negra ocorreu quando observámos uma gigantesca colisão galáctica no espaço. Dois aglomerados de galáxias embateram entre si há milhões de anos, num acontecimento épico; não assistimos à colisão entre si, mas tendo em conta que a luz daí proveniente leva milhões de anos a chegar até nós, podemos refastelar-nos e observar confortavelmente as explosões daí resultantes.

<sup>6</sup> A distorção da luz devido à gravidade foi algo que Albert Einstein propôs e viria mais tarde a provar. Há quem diga que ele era um tipo bastante esperto.

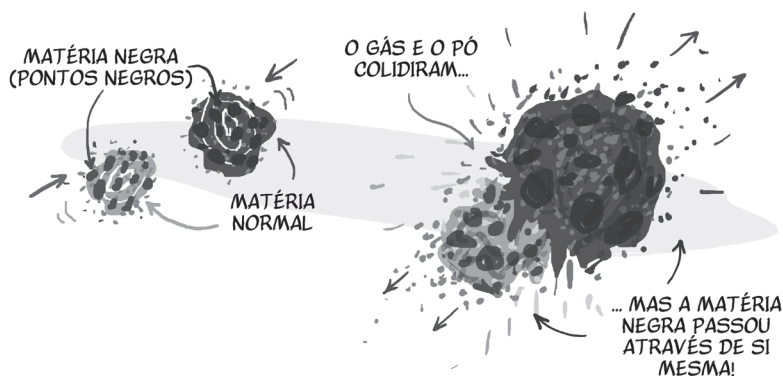


À medida que os dois aglomerados de galáxias embatiam um no outro, o gás e o pó dos dois aglomerados colidiram com resultados espetaculares: explosões enormes, e nuvens gigantes de pó a serem desfeitas. Um autêntico festim de efeitos especiais. Caso ajude a compreender, visualize a colisão de dois montes enormes de balões cheios de água arremessados uns contra os outros a uma velocidade insana.

Mas os astrónomos também repararam noutra coisa. Perto do local de colisão, repararam em dois aglomerados enormes de matéria negra; claro que esta matéria negra era invisível, mas conseguiam detetá-la indiretamente ao medirem a distorção que os aglomerados estavam a causar na luz das galáxias atrás deles. Estes dois aglomerados de matéria negra pareciam estar a mover-se ao longo da linha de colisão como se nada se tivesse passado.

A conclusão a que os astrónomos chegaram foi esta: havia dois aglomerados de galáxias, cada um deles com matéria normal (na sua maioria gás e pó com algumas estrelas) e matéria negra. Quando os dois aglomerados colidiram, a maior parte do gás e do pó embateu da forma que se esperaria que acontecesse com matéria normal. Mas o que acontece quando matéria negra colide com outra matéria negra? *Nada que pudéssemos detetar!* Os aglomerados de matéria negra seguiram caminho e passaram *através* do outro — quase como se fossem invisíveis um para o outro. A maior parte das estrelas também passou, por estar tão dispersa.

Borrões enormes de matéria, maiores do que muitas galáxias, limitaram-se a passar através do outro. No fundo, a colisão apenas retirou o gás e o pó destas galáxias.



## O Que Sabemos sobre a Matéria Negra

Por esta altura, já deveria ser ponto assente que a matéria negra existe e que é algo estranho e diferente da matéria com que estamos familiarizados. Aqui está o que sabemos sobre a matéria negra:

- Tem massa.
- É invisível.
- Gosta de se dar com galáxias.
- Parece que a matéria normal não lhe consegue tocar.
- Parece que outra matéria negra também não lhe consegue tocar<sup>7</sup>.
- Tem um nome porreiro.

Neste momento, provavelmente estará a pensar: *Eh, pá, quem me dera ser feito de matéria negra. Ia ser um super-herói altamente.* Não? OK, se calhar só acontece connosco.

Algo que sabemos acerca da matéria negra é que não anda escondida muito longe. A matéria negra tem tendência a amontoar-se em borrões enormes que flutuam pelo espaço e se juntam a galáxias. Isso significa que existe uma forte possibilidade de a matéria negra estar a rodeá-lo a si neste preciso momento. À medida que vai lendo esta página, é bem provável que a matéria negra esteja a atravessar este livro e a atravessá-lo a si. Mas se está a toda a

---

<sup>7</sup> É possível que a matéria negra consiga sentir-se ligeiramente a si própria através de alguma nova força desconhecida.

nossa volta, porque é um mistério tão grande? Porque não podemos vê-la ou tocá-la? Como pode ser que algo esteja aí, e não possa ser visto?

É difícil estudar a matéria negra porque não temos muitas oportunidades de interagir com ela. Não a podemos ver (por isso é que se chama “negra”), mas sabemos que tem massa (por isso é que se chama “matéria”). Para explicar como tudo isto é possível, primeiro temos de pensar sobre a forma como a matéria normal interage.

## Como a Matéria Interage

São quatro as formas principais em que a matéria interage:

Gravidade

Se duas coisas têm massa, sentirão uma força atrativa entre si.

Eletromagnetismo

É a força que duas partículas sentem se tiverem carga elétrica. Pode ser atrativa ou repelente, dependendo se estamos a falar de cargas iguais ou diferentes.



Na verdade, *sentimos* esta força no nosso quotidiano. Se pressionar este livro, a razão para o papel não ser esmagado, ou a razão para a sua mão não atravessar o papel, tem que ver com o facto de as moléculas no interior do livro se manterem firmemente juntas com ligações eletromagnéticas, repelindo as moléculas na sua mão.

O eletromagnetismo também é responsável pela luz e, claro, pela eletricidade e pelo magnetismo. Aprofundaremos sobre a luz e a relação profunda entre partículas e forças mais à frente.

A força nuclear fraca

Esta força é semelhante, em várias formas, ao eletromagnetismo, mas é muito, muito mais fraca. Por exemplo, os neutrinos usam esta força para interagir (ainda que fracamente!) com outras partículas. A níveis muito elevados de energia, a força fraca torna-se tão forte quanto o eletromagnetismo, e já demonstrou ser apenas uma parte de uma força unificada chamada “eletrofraca”.



A força nuclear forte

É a força que mantém os prótons e nêutrons juntos dentro do núcleo de um átomo. Sem ela, todos aqueles prótons com carga positiva no núcleo limitar-se-iam a repelir-se e escapar.

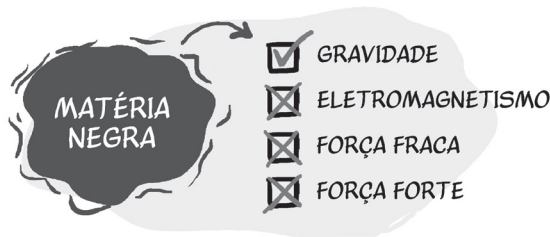


## Como a Matéria Negra Interage

Será importante clarificar que esta lista de forças é meramente *descritiva*. Por vezes, nesse sentido a física é como a botânica. Nós não compreendemos *porque é que* qualquer uma destas forças existe. Isto é apenas uma lista das coisas que observámos. Nem sequer sabemos se esta lista está completa. Mas até agora podemos explicar cada experiência levada a cabo na física de partículas utilizando estas quatro forças.

Então, porque é que a matéria negra é tão negra? Bem, a matéria negra tem massa, por isso sente a gravidade. Mas acaba por aí tudo aquilo que sabemos com certeza acerca das suas interações. Nós *achamos* que não tem interações eletromagnéticas. Tanto quanto sabemos, não reflete nem emite luz, razão pela qual nos é tão difícil *vê-la* diretamente. A matéria negra também não parece ter interações nucleares fracas ou fortes.

Assim, excetuando qualquer novo tipo de interação ainda por descobrir, parece que a matéria negra não consegue interagir connosco, nem com os nossos telescópios ou detetores, recorrendo a quaisquer mecanismos normais. Isso leva a que seja extremamente difícil estudá-la.



Das quatro formas fundamentais pelas quais sabemos que as coisas interagem, a única que temos a certeza de que se aplica à matéria negra é a gravidade. É daí que vem a “matéria” da matéria negra. A matéria negra tem algo. Tem massa, e se tem massa, consegue sentir a gravidade.

## Como Podemos Estudar a Matéria Negra?

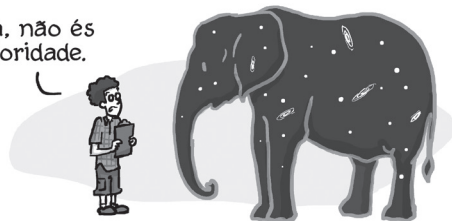
Esperamos ter conseguido convencê-lo de que a matéria negra existe. Há definitivamente algo por aí, a evitar que as estrelas fujam para o espaço vazio, a distorcer a luz das galáxias, e a afastar-se de colisões cósmicas gigantes da mesma forma que os heróis de filmes de ação se afastam de carros a explodir

em câmara lenta (sem sequer olharem para trás). Sim, a matéria negra é assim tão fixe.

Mas permanece a questão: de que é feita a matéria negra? Não podemos fingir ter uma resposta para a importante questão, acerca de que é feito o Universo, se apenas estudarmos os cinco por cento mais fáceis. Não podemos ignorar os abismais 27 por cento que a matéria negra representa. A resposta curta é que ainda temos muito pouca noção do que é a matéria negra. Sabemos que existe, quanto dela existe, e temos uma ideia de onde ela está, mas não sabemos de que tipo de partículas é feita — ou sequer se é feita de partículas. Tenha em conta que necessitamos de ser cuidadosos quanto a extrapolarmos de um tipo de matéria pouco habitual para o Universo inteiro<sup>8</sup>. É necessário manter uma mente aberta para se levar a cabo o género de descobertas que mudam a forma como pensamos acerca do Universo e do nosso lugar no mesmo.

Para se conseguir progredir, necessitamos de examinar algumas ideias específicas, explorar as suas consequências, e criar experiências para as testar. É possível que a matéria negra seja feita de elefantes cósmicos roxos dançantes, feitos de um novo tipo de partícula indetetável e bizarra, mas uma vez que essa teoria é difícil de colocar em teste, não está na lista de prioridades da ciência<sup>9</sup>.

Desculpa, não és  
uma prioridade.



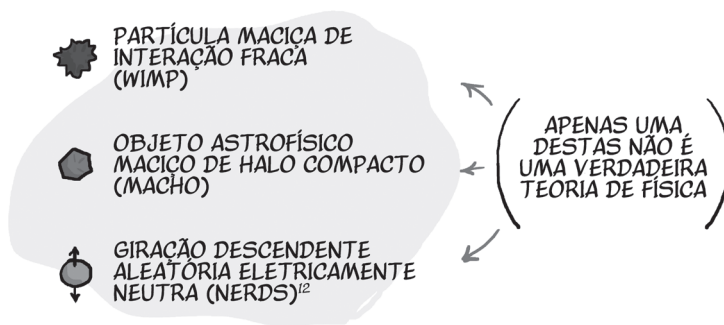
Uma ideia simples e concreta é a de que a matéria negra é feita de um novo tipo de partícula que recorre a um novo tipo de força para interagir de forma muito, muito ténue com a matéria normal. Porquê considerar apenas uma partícula nova? Porque é a ideia mais simples, logo fará sentido abordá-la primeiro. É totalmente possível que a matéria negra seja feita de diversos tipos de partículas como a matéria normal; estas partículas negras poderiam levar a todo o género de interações interessantes, resultando em química negra, ou talvez até biologia negra, vida negra, e perus negros (um pensamento perturbador).

<sup>8</sup> Se hoje almoçasse uma sandes de queijo, isso não significaria que todos os almoços são sandes de queijo.

<sup>9</sup> À data da escrita deste livro, o financiamento da ciência é imprevisível.

Esta candidata a partícula é conhecida pelo acrónimo WIMP, que significa *weakly interacting massive particle*<sup>10</sup> (por outras palavras, algo com massa que interage debilmente com a matéria normal). Especulamos que possa recorrer a uma nova força hipotética para interagir com o nosso tipo de matéria praticamente ao mesmo nível que os neutrinos, ou seja, muito, muito pouco. Durante algum tempo, foram consideradas outras ideias, como gosmas enormes de matéria normal do tamanho de Júpiter. Para se as distinguir das WIMP, foi-lhes dada a alcunha de MACHO (*massive astrophysical compact halo objects*)<sup>11</sup>.

### PARTÍCULAS CANDIDATAS A MATÉRIA NEGRA



Como sabemos que as partículas de matéria negra interagem com a matéria normal através de outras forças além da gravidade? Não sabemos. Mas esperemos que sim, porque isso torná-las-ia muito mais fáceis de detetar. Por isso começamos pelas experiências muito difíceis, antes de avançarmos para as experiências quase impossíveis.

Os físicos criaram experiências feitas para detetar estas hipotéticas partículas de matéria negra. Uma estratégia clássica é encher um recipiente com um gás nobre comprimido a frio e rodear o recipiente de detetores que disparam quando *um átomo* do gás é atingido por matéria negra. Até ao momento, estas experiências não encontraram evidências de matéria negra, mas apenas agora começam a tornar-se suficientemente grandes e sensíveis para que possamos esperar que detetem matéria negra.

Uma outra abordagem consiste em tentar criar matéria negra recorrendo a um acelerador de partículas de alta energia, que acelera partículas de matéria

<sup>10</sup> Partícula maciça de interação fraca. (N. de T.)

<sup>11</sup> Objetos astrofísicos maciços de halo compacto. (N. de T.)

<sup>12</sup> *Neutral electric random decay spin*. (N. de T.)

normal (prótons e elétrons) a velocidades ridículas e as faz embater umas nas outras. Isso, por si só, já é bastante incrível, mas tem ainda o benefício adicional de ser capaz de explorar o Universo em busca de novas partículas. Têm este poder porque conseguem transformar um tipo de matéria noutros tipos de matéria. Quando as partículas embatem umas nas outras, não se limitam a reajustar os fragmentos no seu interior em novas configurações; a matéria antiga é aniquilada e são criadas novas formas de matéria. É como alquimia (não estamos a brincar), mas a um nível subatômico. Isto significa que quase podemos, com algumas limitações, criar qualquer tipo de partícula que possa existir sem sabermos de antemão o que estamos a procurar. Os cientistas têm vindo a examinar as colisões em busca de evidências de que algumas delas levem à criação de partículas de matéria negra.

Uma terceira abordagem será apontarmos os nossos telescópios a locais onde achemos que possa haver grandes concentrações de matéria negra. O mais próximo de nós será o centro da nossa galáxia, que parece ter uma mancha muito grande de matéria negra. A ideia é que duas partículas de matéria negra possam colidir de modo aleatório e aniquilar-se mutuamente. Se a matéria negra tiver alguma forma de interagir consigo própria, então as partículas de matéria negra poderão colidir e transformar-se em partículas de matéria normal, da mesma forma que duas partículas de matéria normal podem colidir, criando matéria negra<sup>13</sup>. Se isto acontecer com suficiente frequência, algumas das partículas de matéria normal daí resultantes terão uma distribuição de energia e localização particulares que permitirão aos nossos telescópios identificá-las como provavelmente oriundas de colisões de matéria negra. Mas compreender isso requer que saibamos imenso acerca do que está a acontecer no centro da galáxia, o que em si será todo um novo conjunto de enigmas à parte.

## **Porque É Que Isto Interessa**

A matéria negra é uma pista enorme para o facto de, apesar de todas as nossas descobertas e progresso, ser bem provável que ainda estejamos a leste quanto à natureza do Universo. No que toca à nossa compreensão, estamos ao mesmo nível dos nossos cientistas das cavernas, Ook e Groog. A matéria negra nem sequer marca presença nos nossos modelos matemáticos e físicos atuais do Universo.

---

<sup>13</sup> Se duas partículas de matéria normal se podem transformar em duas partículas de matéria negra, então o processo também poderá ocorrer de forma inversa: duas partículas de matéria negra podem tornar-se duas partículas de matéria normal.

Há por aí uma quantidade enorme de algo que se acerca silenciosamente de nós, e nós não sabemos o que é. Não podemos, de forma alguma, alegar que compreendemos o nosso Universo sem compreendermos esta enorme parte dele.

Ora bem, antes que comece a ficar paranoico acerca de algo estranho, negro e misterioso a flutuar em seu redor, considere o seguinte: e se a matéria negra for algo *espetacular*?

A matéria negra é feita de algo com o qual não temos experiência direta. É algo que ainda não vimos, e poderá comportar-se de formas que não imaginamos.

Pense no potencial tremendo que existe nisso.



E se a matéria negra for feita de algum novo tipo de partícula que somos capazes de produzir e utilizar em aceleradores de partículas de alta energia? Ou então, e se, ao descobirmos o que é, encontrarmos algo novo acerca das leis da física que não soubéssemos antes, como uma nova e fundamental interação ou uma nova forma de funcionamento para as interações já existentes? E se essa nova descoberta nos permitir manipular matéria normal de formas completamente novas?

Imagine passar a sua vida a jogar um jogo e subitamente constatar que existem regras especiais ou novas peças especiais com que poderia estar a jogar. Que nova e fascinante tecnologia ou compreensão poderia ser espoletada ao decifrarmos o que é a matéria negra e como funciona?

Não podemos permanecer às escuras acerca disso para sempre. Lá por ser negra, não quer dizer que não seja matéria a ser estudada.

