

CARLO ROVELLI
RESUMO

Conferência: *O que é ciência?*

Por Luciana Thomé

A ciência como um processo para repensar o mundo

A física quântica é um campo complexo da ciência. Embasado em equações e matemática, procura desvendar os mistérios do universo. Nessa área, o físico italiano Carlo Rovelli é reconhecido mundialmente por seus livros de divulgação científica que, com textos e abordagem acessíveis, apresentam e familiarizam a ciência para o público leitor leigo. Ele também é um dos criadores da Teoria da Gravidade Quântica em Loop, uma das possíveis soluções para resolver o problema da incompatibilidade entre a Teoria Geral da Relatividade e a Mecânica Quântica. Na conferência de abertura da temporada 2017 do *Fronteiras do Pensamento* São Paulo, Rovelli trouxe dois exemplos ilustrativos para mostrar como a ciência tem o seu papel rebelde e contestador ao aprimorar o conhecimento e a nossa compreensão a respeito do mundo em que vivemos.

Para responder o que é ciência, o físico falou sobre o que ele considerou como as duas grandes etapas da história do pensamento científico. Definir o papel e o significado de ciência é uma questão ampla, que envolve demandas como observação da natureza, aprendizado a partir da experiência, experimentos, razão, matemática, teorias, previsões e testes de hipóteses. E que, no caso daqueles que a “vivem” e que são apaixonados pela ciência, vai muito além disso.

No primeiro exemplo, relacionado às origens da ciência, mostrou que o mundo pode ser dividido em duas partes: a de cima e a de baixo. “Entre o céu e a Terra há coisas, e elas se movimentam ao longo do tempo. O tempo passa e esse é outro aspecto crucial do mundo. E entre essas coisas estamos nós. Muitas imagens do mundo são variantes desta história.” E, há 27 séculos, antes do grande período de Atenas e Esparta, o filósofo pré-socrático Anaximandro de Mileto, que Rovelli considera como um de seus heróis, questionou essa visão. Famoso e reconhecido em sua época, Anaximandro desejava saber o que existia além do céu e também dentro da Terra. Antes dele, todas as civilizações sempre viram o mundo dessa maneira, e o que mantinha a Terra no lugar não era sequer debatido. Seu livro *Física*, que originou a palavra que designa essa área da ciência, defendia que a Terra tinha o céu em todo o seu entorno. “O céu não está apenas em cima. Está em todos os lados. Abaixo de nós, à nossa volta e em todas as direções. E a Terra é como se fosse uma pedra que flutua no meio do céu.

Apresentação



Patrocínio



HOSPITAL
SÍRIO-LIBANÊS



Parceria Cultural



Apoio

JK IGUATEMI

Latitudes
VIAGENS DE CONHECIMENTO

Apoio Institucional



INSTITUT
FRANÇAIS
BRASIL

Parceria de Mídia

revista **PIAUI**

Livraria Oficial



Promoção

FOLHA
VÃO DE PRA NÃO LER

É uma imagem completamente diferente. Claro que ele tem razão. Hoje nós temos imagens da Terra vista da Lua. Nós vemos a Terra como uma pedra flutuando. E sabemos que podemos dar a volta na Terra. Aqui no Brasil vocês estão de cabeça para baixo com relação à Europa. E Anaximandro deu-se conta disso. Como é que ele conseguiu?”

De acordo com Rovelli, não é difícil construir esse raciocínio. Anaximandro acompanhou o movimento do Sol, que nasce e se põe todos os dias, e analisou que talvez não só o Sol, mas também a Lua e as estrelas se movessem ao redor da Terra. “Durante a noite, as estrelas não dormem. Elas se movimentam lentamente. É um movimento majestoso. E elas giram à volta de uma estrela: a estrela Polar no Hemisfério Norte e a estrela Austral no Hemisfério Sul. As estrelas giram, desaparecendo no horizonte e reaparecendo no outro lado. O que significa que há espaço vazio por ali. Se algo desaparece e reaparece é porque há espaço vazio, um buraco. Então, nós temos todo o céu girando à nossa volta. É razoável pensar que todo o céu gira à nossa volta.”

Foi assim que Anaximandro compreendeu a questão. E ele seguiu o raciocínio: se estamos flutuando no espaço, então, por que a Terra não cai? Uma pergunta óbvia, que muitos devem ter se feito antes mesmo de Anaximandro. E testaram largando objetos que caíram em direção ao chão. Mas será que tudo está mesmo caindo, ou os objetos apenas estão indo em direção ao centro da Terra? “Para fazer isso, é preciso mudar a visão do mundo, em primeiro lugar. É preciso redefinir ‘para cima’ e ‘para baixo’. Os antigos conceitos de ‘para cima’ e ‘para baixo’ não estão errados, pois são aproximações. Estão quase certos. Todo mundo concorda com isso. Mas não podemos pegar essa ideia e generalizá-la para todo o planeta. Ou melhor: podemos, mas precisamos ter cuidado, pois o ‘para cima’ também muda à medida que nos deslocamos. Então, em primeiro lugar, uma nova visão do mundo. Em segundo lugar, um novo conceito, e uma noção diferente. E em terceiro lugar, desafiar o que todo mundo pensava. Foi preciso ver que a visão comum do mundo estava errada e que podemos ter uma visão melhor.”

Esta, detalhou Rovelli, é a essência do que é ciência, e Anaximandro redesenhou o mundo e foi a mente que originou a primeira revolução científica da história. O pensamento, ao longo dos séculos, evoluiu, e novas contribuições de cientistas como Hiparco, Ptolomeu, Nicolau Copérnico, Isaac Newton, James Clerk Maxwell e Albert Einstein desenvolveram teorias que mudaram a nossa compreensão sobre o espaço e o tempo. No segundo exemplo, Rovelli trouxe informações sobre o seu próprio trabalho como físico, enfocando a gravidade quântica. “Esta história, de certa maneira, é semelhante à de Anaximandro. Porque, mais uma vez,

Apresentação



Patrocínio



HOSPITAL
SÍRIO-LIBANÊS



Parceria Cultural



Apoio



Apoio Institucional



Parceria de Mídia



Livreria Oficial



Promoção



questiona algo que parece natural, como ‘para cima’ e ‘para baixo’. E nos leva a mudar nossos conceitos e ter uma imagem diferente do universo.”

O físico italiano explicou que, na situação atual, temos o tempo, o espaço, as “coisas”, e nós estamos entre essas “coisas”. O espaço e o tempo estão bem detalhados e entendemos os seus funcionamentos graças às descrições e equações de Einstein na Teoria Geral da Relatividade. Ou seja, o espaço não é algo rígido. Ele é feito uma folha de borracha que, assim como o tempo, pode se esticar, curvar e expandir. As “coisas” estão bem explicadas pela Mecânica Quântica, teoria desenvolvida por Werner Heisenberg, que trata dos componentes da matéria e nos ensina que tudo é feito de partículas. O problema que muitos cientistas tentam resolver hoje é que essas duas teorias explicam muito a respeito do universo, mas, quando unidas, geram incongruências e não conversam entre si. Para resolver esses pontos, Rovelli desenvolveu seus estudos na gravidade quântica.

“O espaço é algo contínuo que se dobra. Os físicos chamam isso de campo, como um campo elétrico ou magnético. E o que a Mecânica Quântica diz é que esses campos são granulares quando olhados bem de perto. Por exemplo, a luz é um movimento do campo magnético. Mas, se vocês olharem, verão que ela é feita de grãos de luz, os fótons. Então, se você reunir as duas ideias, é muito simples: o espaço, que é um campo, deve ter propriedades quânticas, granulares. O espaço, então, deve ser granular. A teoria com a qual trabalho, a Teoria da Gravidade Quântica em Loop, é uma descrição matemática desses grãos de espaço. O espaço em que estamos imersos não é contínuo, mas tem uma textura. É como a minha camiseta. Ela parece ter um tecido liso. Mas, quando olhamos de perto, vemos que há uma trama, fios, uma estrutura mínima. Você pode cortar em pedaços mínimos, até chegar a um ponto em que não é mais uma camiseta. É um único fio. Com a matéria acontece a mesma coisa: você pode compor a matéria em pedaços cada vez menores, mas, em determinada altura, acaba-se chegando no final, no átomo.”

Rovelli explicou que essa pequena estrutura pode ser descrita matematicamente e que são unidades de espaço, os *quanta*, que interagem uns com os outros. “Esses grãos de espaço não ‘estão’ no espaço, eles ‘são’ o espaço. O espaço é um contêiner dessas coisas, ele é feito de *quanta*, como a matéria. O universo é feito de elétrons, que são *quanta* de espaço. A antiga noção de espaço desaparece, assim como a antiga noção de ‘para cima’ e ‘para baixo’. Então, a gravidade quântica é uma descrição matemática dessa ideia.”

No entanto, Rovelli ressaltou que os cientistas nunca têm certeza a respeito de nada. “Se voltarmos no tempo, uma coisa que não entendemos é o *big bang*. Nós sabemos, com quase

Apresentação



Patrocínio



HOSPITAL
SÍRIO-LIBANÊS



Parceria Cultural



Apoio

JK IGUATEMI

Latitudes
VIAGENS DE CONHECIMENTO

Apoio Institucional



INSTITUT
FRANÇAIS
BRASIL

Parceria de Mídia

revista **PIAUI**

Livreria Oficial



Promoção



certeza – porque cientistas nunca têm certeza de nada –, que no passado o universo era muito menor e comprimido. Quanto mais voltamos no tempo, mais ele fica comprimido. Há cerca de 14 bilhões de anos, ele emergiu de uma configuração inicial apertada e explodiu. O que aconteceu e de onde ele explodiu nós não sabemos. E, se tentarmos conhecer as teorias que conhecemos hoje, elas não funcionam porque precisamos de uma gravidade quântica. Se usarmos a gravidade quântica, vemos que não podemos espremer num ponto, porque não há ponto. Há um tamanho mínimo. Então, nós trabalhamos numa equação em que, antes do *big bang*, havia um outro universo, num certo sentido, que se contraiu até um tamanho muito pequeno e, de repente, teve um rebote. Se essa teoria está correta, e estamos muito longe de ter certeza, o *big bang* não é o estado inicial do universo. E, sim, foi um rebote de um universo que se contraiu anteriormente.”

Na relação espaço-tempo, o tempo também se encurva, se alonga e vai para diferentes direções na teoria de Einstein. Dessa forma, nossa visão do tempo, como uma passagem uniforme, determinando o relógio do universo, não funcionou no *big bang* e não funciona agora para determinar a equação do mundo. “O universo não evolui num tempo único. É como se todos estivessem dançando consigo próprios. Em vez de ser uma orquestra, na qual há um maestro que dá o ritmo de tudo e tudo se encaixa, é uma combinação de evolução relativa de uma coisa relacionada a outra. Não é muito fácil. Eu tento explicar a intuição que está nas equações da gravidade quântica, em que não há variável de tempo. No lugar de uma variável de tempo que explica como o tempo passa há a mudança de uma coisa relacionada a outra. Então, o tempo desaparece das fundações da teoria e nos deixa um universo atemporal, sem tempo. Isso não significa que para nós o tempo desaparece. Nós vivemos no tempo. Mas lembre-se do ‘para cima’ e ‘para baixo’: para nós, esses conceitos estão definidos. Mas, se formos para o universo, não há ‘para cima’ e ‘para baixo’. Para os astronautas, todas as direções são iguais no foguete. O tempo faz sentido para nós, mas não fundamentalmente para o universo.”

Dessa forma, é preciso desconstruir nossa percepção direta e ingênua sobre o mundo. Saem as noções de “cima” e de “baixo”, de que espaço é contínuo, dos *quanta* que pulam e saltam, e do tempo. “Permanecem coisas muito complicadas que nós podemos descrever por meio de equações, mas que estão muito longe de nossas intuições. Isso é ciência. A ciência nos conta que o mundo é diferente do que pensamos, questiona a nossa visão e nos dá outra visão. Que é difícil de aprender e de se adaptar a ela. Mas, quando aprendemos, temos uma visão mais ampla. Que talvez não seja importante para as nossas vidas cotidianas, mas que nos permite saber o que aconteceu em planos pequenos e amplos.”

Apresentação



Patrocínio

**HOSPITAL
SÍRIO-LIBANÊS**

Parceria Cultural



Apoio

JK IGUATEMI

Latitudes
VIAGENS DE CONHECIMENTO

Apoio Institucional

**INSTITUT
FRANÇAIS**
BRASIL

Parceria de Mídia

revista **piauí**

Livreria Oficial



Promoção

FOLHA
NÃO DE PRA NÃO LER

No encerramento, Rovelli explicou que a ciência não tem relação com a certeza. Para ele, é estar atento para o fato de que sabemos muito pouco sobre o nosso próprio mundo. E, mesmo que a ciência tenha mais relação com o “não saber”, é ela que tem o papel de questionar, de se rebelar e, a partir disso, construir novas respostas. “A base da ciência não é pensar que nós sabemos, mas é percebermos aquilo que não sabemos. Quanto mais conscientes estivermos de nossa própria falta de conhecimento, mais a ciência pode progredir. A parte difícil não é apenas ter novas ideias, é nos darmos conta de quais das nossas ideias atuais estão erradas. E abandoná-las. Por causa disso, a ciência é sempre rebelde, porque questiona continuamente as ideias. É crítica e rebelde.”

A natureza é compreensível, mas para conseguir compreendê-la é preciso, por meio do questionamento contínuo, pensar de uma maneira diferente do modelo mítico-religioso, mantendo uma atitude crítica em relação ao passado. Rovelli ressaltou que o mundo é cheio de mistérios e que aceitar a nossa própria ignorância a respeito dele não é apenas um modo de aprender mais, mas é um caminho mais bonito, mais verdadeiro e mais honesto.

“A curiosidade é uma das principais características dos seres humanos. Sempre queremos aprender um pouco mais, olhar além da colina, e ir passo a passo na direção do mistério. É o que nos torna humanos. O mistério e a incerteza do nosso conhecimento não tiram o sentido da vida. Pelo contrário: tornam a vida mais preciosa. E a ciência descobre estas coisas: que o mundo é redondo, que o espaço não era o que pensávamos, que o tempo não era o que pensávamos. É o mundo que nós vemos e que, a cada minuto, é muito mais vasto, interessante e complexo do que todos os contos de fadas que nós aprendemos de nossos pais. E essa beleza é maravilhosa. Nós queremos ver mais e aprender mais. E, para mim, esse é o coração da ciência”, finalizou.

Apresentação



Patrocínio



HOSPITAL
SÍRIO-LIBANÊS



Parceria Cultural



Apoio

JK IGUATEMI

Latitudes
VIAGENS DE CONHECIMENTO

Apoio Institucional



INSTITUT
FRANÇAIS
BRASIL

Parceria de Mídia

revista **piauí**

Livraria Oficial



Promoção

FOLHA
NÃO DE PRA NÃO LER