

**O que é ciência?****Repensando o conhecimento e o universo**

Por Luciana Thomé

O físico teórico italiano Carlo Rovelli é reconhecido por suas contribuições na área da física quântica. Ele 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. No entanto, foi por meio dos livros de divulgação científica, que traduzem a complexidade da ciência para o público leigo, que ele ganhou projeção mundial. Na conferência de abertura da temporada 2017 do *Fronteiras do Pensamento*, Rovelli, tal qual o filósofo Anaximandro na Grécia antiga, desconstruiu o pensamento da plateia presente no Salão de Atos da UFRGS, em Porto Alegre, e mostrou uma nova maneira de entender e explicar o universo.

O objetivo principal de sua apresentação era responder ao questionamento: o que é ciência? Para Rovelli, esta 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. Mas vai além disso, especialmente para aqueles que “vivem” a ciência. Para ilustrar, trouxe exemplos de duas grandes etapas da história do pensamento científico.

No primeiro exemplo, mostrou que o mundo pode ser dividido em duas partes: a de cima e a de baixo. O céu e a Terra. “Este é o mundo que uma criança vê e que nós vamos ver também. A ciência diz respeito a questionar e colocar isso em dúvida, passo a passo.” E, há 27 séculos, o filósofo pré-socrático Anaximandro de Mileto questionou essa visão. Famoso e reconhecido em sua época, desejava saber o que existia além do céu e também dentro da Terra. Seu livro *Física*, que originou a palavra que designa esta área da ciência, defendia que a Terra tinha o céu em todo o seu entorno. “E que a Terra é como uma pedra que flutua no meio do céu. Nós sabemos que isso é basicamente verdade, que esta grande pedra flutua no meio do espaço. Aprendemos isso na escola e, hoje, até temos imagens feitas a partir da Lua, onde vemos a Terra flutuando no meio do céu. Mas Anaximandro, obviamente, não tinha fotos a partir da Lua, não estudou na escola e foi o primeiro a ter essa ideia. Então, como ele entendeu isso?”

## Apresentação



## Patrocínio



## Parceria Cultural



## Universidade Parceira



## Empresas Parceiras



## Parceria Institucional



## Apoio Institucional



## Promoção



De acordo com Rovelli, não é difícil construir esse raciocínio. Anaximandro acompanhou o movimento do Sol, que nasce e se põe todos os dias. Seriam vários sóis que se empilham no final do caminho? Existe um túnel por onde ele passa e volta? Como ele vai daqui para lá? Anaximandro analisou que talvez não só o Sol, mas também a Lua e as estrelas se movessem ao redor da Terra. “Se você olhar atentamente, verá que as estrelas se movimentam em círculos, e vão até o horizonte e desaparecem, e no outro lado reaparecem. Se você vê algo desaparecendo e reaparecendo, significa que há um espaço vazio ali. Além de nós, há um vazio. Tudo gira ao redor de nós, então, há um espaço vazio lá embaixo, no qual a Terra voa no meio. Isso foi o que Anaximandro pensou.”

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 à Terra? “Fazer isso é mudar completamente a imagem do universo. É dar um nome diferente e repensar o significado de para cima e para baixo, repensar o significado de cair, inventar uma visão completamente nova do universo e descobrir que a nossa intuição está errada. É como quando as crianças dizem que, em Paris, as pessoas vivem de cabeça para baixo. Se você for lá, você não ficará de cabeça para baixo. Então, nós aprendemos e mudamos o nosso modo de perceber o universo e mudamos a nossa gramática de para cima e para baixo, que não significa mais uma direção universal, mas uma direção relativa.”

Esta, detalhou Rovelli, é a essência do que é ciência: mudar a visão do mundo e o significado de conceitos e rearranjar nossa compreensão, descobrindo que nossa ideia pode ser falsa e parcial, mesmo que não esteja errada. Ou seja: “para cima” e “para baixo” não estão errados como conceitos, mas não são suficientes para entender a Terra. “Ele entendeu sem ver, apenas colocando alguns elementos juntos, racionalizando e, especialmente, tendo a coragem de ver que o nosso entendimento usual pode estar completamente errado.” Anaximandro redesenhou o mundo, e essa foi 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. “Estamos fazendo, ainda, algo similar àquilo que Anaximandro fez, com o mesmo tipo de lógica. Começando com o que já conhecemos – do que já vimos e aprendemos –, tentando trazer um sentido a isso e ver aonde tudo isso levará, o que

## Apresentação



## Patrocínio



## Parceria Cultural



## Universidade Parceira



## Empresas Parceiras



## Parceria Institucional



## Apoio Institucional



## Promoção



está faltando para tentar imaginar o resto da história. E, para isso, temos que mudar a nossa visão do mundo.”

O físico italiano explicou que, na situação atual, temos o tempo, o espaço e as “coisas” que estão neles. 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 e, assim como o tempo, pode se esticar, curvar e expandir. As “coisas” estão bem explicadas pela Mecânica Quântica, teoria desenvolvida por Werner Heisenberg. 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.

“Na Teoria Geral da Relatividade o espaço se dobra. Então, o espaço pode se alongar e se curvar como algo dinâmico. A física chama isso de campos, como os campos magnéticos e elétricos. É uma entidade que tem uma dinâmica. O espaço é um campo. A Mecânica Quântica nos ensina que cada entidade física é granular. A luz é granular, como uma nuvem de fótons. E todos os campos dinâmicos são feitos de *quanta*, os pequenos átomos dos campos. Os fótons são os átomos dos campos elétricos. Se você trazer as duas ideias juntas, é fácil: o espaço em si deveria ser feito de *quanta*. Então, não estamos imersos em um espaço contínuo. Estamos imersos em um espaço granular feito por átomos, grãos, *quanta*. A gravidade quântica é um esforço para descrever esse espaço quântico, esse aspecto granular do espaço. O ponto mais difícil é que esses grãos de espaço não estão ‘no’ espaço. Eles mesmos ‘são’ o espaço. É como a minha camiseta: ela parece lisa. Mas se você olhar de perto verá uma trama e os seus fios. Eles não estão na camiseta. Eles são a camiseta.”

Rovelli explicou que essa pequena estrutura pode ser descrita matematicamente e que são unidades de espaço, os *quanta*, que interagem uns com os outros. “E o que chamamos de espaço são apenas esses *quanta* dançantes vistos a uma distância da qual não se pode mais ver os detalhes. Essa é uma previsão principal da gravidade quântica: que o espaço é granular e o campo no qual eu trabalho, que é a gravidade quântica em loop, é uma descrição matemática quântica desse espaço.”

Sobre essas questões, Rovelli ressaltou que os cientistas nunca têm certeza a respeito de nada. “Para ver os grãos, você deve analisar situações do universo nas quais tudo fica menor. E a situação típica é o *big bang*. Pelo que podemos saber, no passado o universo era muito menor,

Apresentação



Patrocínio



Parceria Cultural



Universidade Parceira



Empresas Parceiras



Parceria Institucional



Apolo Institucional



Promoção



mais de 40 bilhões de anos atrás. E ele explodiu a partir de algo muito, muito pequeno. Mas as teorias consideradas confiáveis não funcionam mais. A Teoria Geral da Relatividade e a Mecânica Quântica não funcionam sozinhas para explicar isso. Precisamos das duas. Para explicar um espaço que é muito pequeno, precisamos da gravidade quântica. Então, a gravidade quântica é uma teoria que conta o que aconteceu no *big bang*. E se você trabalhar com as equações, o que vai descobrir é que, se voltar, não poderá voltar até um ponto, porque não há pontos. Em algum ponto, o universo teve esse tamanho mínimo. E o que aconteceu antes você não pode alongar mais. O que a teoria diz é que, se você voltar, o universo vai se abrir novamente. Provavelmente o *big bang* não foi a grande explosão, mas sim o grande rebote, como a bola de futebol que repica. A fase prévia é a contração do universo, ficando muito pequeno. O que vemos como o *big bang* é a segunda fase do rebote.”

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. “Em vez de ter um tempo único para tudo, é como se cada um dos espaços quânticos interagisse e dançasse uns com os outros, o tempo todo, distinguindo-se uns dos outros. Então, nós pensamos o universo não como algo relacionado à mudança de tempo ou como se o tempo fosse um grande maestro de uma orquestra e todos estivessem dançando no mesmo ritmo. Na verdade, é mais como se cada pedaço do universo tivesse o seu próprio tempo e o seu próprio ritmo. Para unir a Teoria Geral da Relatividade e a Mecânica Quântica, temos que repensar o espaço e o tempo.”

De que forma isso acontece? Desconstruindo 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. “O que permanece: um mundo muito estranho, sem espaço, sem tempo, sem coisas fixas, mas que é bem descrito pelas equações da nossa ciência. No mundo que vemos, tudo é uma aproximação. E isto é ciência: repensar o mundo, mudar a nossa visão do mundo e entender que as nossas visões anteriores podem ser uma aproximação.”

No encerramento, Rovelli explicou que a ciência, no fim das contas, não é o conhecimento fixo ou acumulado. É, em sua essência, um processo de mudar as nossas mentes. “Você faz ciência porque ama a ciência. É uma paixão que explora novos caminhos de olhar o mundo e que podem ser melhores. Para fazer isso, você constrói um conhecimento anterior, mas deve questionar esse conhecimento prévio. Anaximandro disse, na praça principal de Mileto, que

Apresentação



Patrocínio



Parceria Cultural



Universidade Parceira



Empresas Parceiras



Parceria Institucional



Apolo Institucional



Promoção



todos estavam errados. E, se você estuda gravidade quântica, deve dizer que o espaço é algo completamente diferente daquilo em que estivemos focados até então.”

A ciência não tem relação com a certeza. Para Rovelli, 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 ciência não é confiável porque tem certeza, mas porque é o melhor conhecimento obtido até então. E ela é baseada no alerta de que podemos estar errados. O conhecimento não é alimentado por ter certeza, mas sim pela falta dela. E dizer isso, muitas vezes, cria conflitos. É por isso que a ciência frequentemente cria conflitos.”

A natureza é compreensível, mas para conseguir compreendê-la é preciso pensar de uma maneira diferente do modelo mítico-religioso, promovendo um questionamento permanente e 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.

“Devemos ter a coragem de dizer que não sabemos. Esse é o ponto principal da ciência. Curiosidade de aprender mais, de tentar olhar além da colina aquilo que ainda não sabemos e de olhar através do mistério. Essa curiosidade é algo que nos torna humanos. E o mistério da incerteza de nossos conhecimentos não torna a vida sem sentido. Pelo contrário: torna a vida preciosa. O mundo que descobrimos, a partir de Anaximandro, de que a Terra flutua no espaço, até a ausência de espaço e tempo na gravidade quântica, é infinitamente mais surpreendente, amplo, bonito e complexo do que todos os contos de fadas que ouvimos dos nossos pais. É a beleza do mundo que motiva a ciência, que nos assombra e nos faz querer ver mais e descobrir mais. Então, para mim, é isso que é a ciência”, finalizou.

## Apresentação



## Patrocínio



## Parceria Cultural



## Universidade Parceira



## Empresas Parceiras



## Parceria Institucional



## Apoio Institucional



## Promoção

