

Carlo Rovelli

A ordem do tempo

TRADUÇÃO
Silvana Cobucci



Copyright © 2017 by Adelphi Edizioni S.p.A., Milão
Publicado mediante acordo com a Ute Körner Literary Agent, Barcelona —
www.uklitag.com

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

Título original
L'ordine del tempo

Capa
Celso Longo

Preparação
Raphani Margiotta

Índice remissivo
Probo Poletti

Revisão
Angela das Neves
Carmen T. S. Costa

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

Rovelli, Carlo
A ordem do tempo / Carlo Rovelli; tradução Silvana
Cobucci. – 1ª ed. – Rio de Janeiro: Objetiva, 2018.

Título original: L'ordine del tempo.
ISBN 978-85-470-0056-1

1. Cosmologia 2. Espaço e tempo 3. Presentismo
(Filosofia) 4. Tempo I. Título.

18-12677

CDD-530.11

Índice para catálogo sistemático:

1. Espaço e tempo : Física 530.11

[2018]

Todos os direitos desta edição reservados à
EDITORA SCHWARCZ S.A.

Praça Floriano, 19, sala 3001 — Cinelândia
20031-050 — Rio de Janeiro — RJ
Telefone: (21) 3993-7510

www.companhiadasletras.com
www.blogdacompanhia.com.br
facebook.com/editoraobjetiva
instagram.com/editora_objetiva
twitter.com/edobjetiva

Para Ernesto, Bilo e Edoardo

Sumário

Talvez o maior mistério seja o tempo	11
--	----

PRIMEIRA PARTE

A DESINTEGRAÇÃO DO TEMPO

1. A perda da unicidade	17
A desaceleração do tempo.....	17
Dez mil shivas dançantes.....	20
2. A perda da direção.....	24
De onde vem a eterna corrente?	24
Calor.....	26
Desfocar.....	30
3. O fim do presente.....	37
A velocidade também desacelera o tempo	37
Agora não significa nada	39
A estrutura temporal sem o presente.....	42
4. A perda da independência.....	52
O que acontece quando não acontece nada?	52
O que existe onde não existe nada?.....	60
A dança de três gigantes.....	63

5. Quanta de tempo.....	68
Granularidade.....	69
Sobreposições quânticas de tempos	72
Relações	74

SEGUNDA PARTE

O MUNDO SEM TEMPO

6. O mundo é feito de eventos, não de coisas	79
7. A inadequação da gramática	86
8. Dinâmica como relações.....	94
Eventos quânticos elementares e redes de spins	99

TERCEIRA PARTE

AS FONTES DO TEMPO

9. O tempo é ignorância	105
Tempo térmico	107
Tempo quântico	110
10. Perspectiva	114
Nós é que giramos!	115
Indexicalidade	119
11. O que emerge de uma peculiaridade	124
É a entropia, não a energia, que impulsiona o mundo ..	124
Vestígios e causas.....	129
12. O perfume da madeleine	133
13. As fontes do tempo.....	148
A irmã do sono.....	156
Notas	163
<i>Créditos das imagens</i>	181
<i>Índice remissivo</i>	183

Os versos que iniciam os capítulos foram
extraídos das *Odes* de Horácio.

Talvez o maior mistério seja o tempo

*Até as palavras que agora dizemos
o tempo, em sua voracidade,
já levou embora
e nada retorna
(I, 11)*

Paro e não faço nada. Nada acontece. Não penso em nada. Ouço o passar do tempo.

O tempo é isso. Familiar e íntimo. Sua força nos arrasta. A sucessão de segundos, horas e anos nos projeta na vida, depois nos arrasta para o nada... Vivemos nele como peixes na água. O que somos, somos no tempo. Sua cantiga alimenta, descortina o mundo, perturba, assusta, acalenta. O universo se transforma levado pelo tempo, segundo a ordem do tempo.

A mitologia hindu representa o fluxo cósmico na imagem do deus Shiva que dança: sua dança sustenta o curso do universo, é a passagem do tempo. O que há de mais universal e evidente que esse curso?

Mas as coisas são mais complicadas. A realidade não costuma ser o que parece: a Terra parece plana, mas é esférica; o Sol parece se mover no céu, mas somos nós que giramos. Da mesma forma, a estrutura do tempo não é o que parece: é diferente do curso uniforme universal. Fiquei espantado ao descobrir isso nos livros de física, na universidade. O funcionamento do tempo é diferente do que parece.

Naqueles mesmos livros descobri também que ainda não sabemos como o tempo funciona de fato. A natureza do tempo talvez continue sendo o maior mistério de todos. Estranhos fios o conectam aos outros grandes mistérios não resolvidos: a natureza da mente, a origem do universo, o destino dos buracos negros, o funcionamento da vida. Mas algo de essencial insiste em nos levar à natureza do tempo.

O fascínio é o que alimenta o nosso desejo de conhecer,¹ e a descoberta de que o tempo não é como pensávamos suscita uma infinidade de perguntas. A natureza do tempo esteve no centro do meu trabalho de pesquisa em física teórica a vida toda. Nas páginas a seguir, falo sobre o que compreendemos do tempo, os caminhos que estamos trilhando para tentar entendê-lo melhor, o que ainda não sabemos e aquilo que penso vislumbrar.

Por que nos lembramos do passado e não do futuro? Somos nós que existimos no tempo ou é o tempo que existe em nós? O que realmente significa dizer que o tempo “passa”? O que liga o tempo à nossa natureza de indivíduos?

O que percebo, quando percebo o passar do tempo?

O livro está dividido em três partes diferentes. Na primeira, resumo o que a física moderna compreendeu sobre o tempo. É como segurar um floco de neve: à medida que o estudamos, ele derrete por entre os dedos até desaparecer. Em geral pensamos o tempo como algo simples, fundamental, que passa uniforme

e indiferente a tudo, do passado para o futuro, medido pelos relógios. No decorrer do tempo vemos uma sucessão ordenada dos eventos do universo: passados, presentes, futuros; o passado, estabelecido; o futuro, aberto... Bem, tudo isso se revelou falso.

Os aspectos característicos do tempo, um depois do outro, mostraram aproximações, enganos decorrentes da perspectiva, como a planura da Terra ou o movimento circular do Sol. O aumento do conhecimento levou a uma lenta desintegração da noção de tempo. O que denominamos “tempo” é uma complexa coleção de estruturas e de camadas.² À medida que o estudo do tempo avançou, essas camadas se perderam, uma depois da outra, um pedaço após o outro. A primeira parte do livro é um relato dessa desintegração do tempo.

A segunda parte descreve o que sobra no fim. Uma paisagem vazia e exposta ao vento, que parece ter perdido qualquer vestígio de temporalidade. Um mundo estranho, desconhecido; mas nosso mundo. É como chegar ao alto da montanha, onde há apenas neve, rochedos e céu. Ou como deve ter sido para Armstrong e Aldrin quando se aventuraram na areia imóvel da Lua. Um mundo essencial que resplandece uma beleza árida, límpida e perturbadora. A física em que trabalho, a gravidade quântica, é o esforço de compreender e dar um sentido coerente a esta paisagem extrema e belíssima: o mundo sem tempo.

A terceira parte do livro é a mais difícil, mas também a mais viva e a que mais se aproxima de nós. No mundo sem tempo, deve existir, porém, algo que depois dê origem ao tempo que conhecemos, com a ordem, o passado diferente do futuro, o fluxo suave. De algum modo, o tempo deve se manifestar ao nosso redor, em nossa escala, através de nós.³

Esta é a viagem de volta, rumo ao tempo perdido na primeira parte do livro em busca da gramática elementar do mundo.

Como num romance policial, vamos atrás do culpado que gerou o tempo. E descobrir cada uma das peças que compõem o tempo que conhecemos, não como estruturas elementares da realidade, mas como aproximações adequadas às criaturas desengonçadas e atrapalhadas que somos nós, mortais, como aspectos da nossa perspectiva, e talvez também aspectos — determinantes — daquilo que somos. Porque no final, possivelmente, o mistério do tempo diz respeito mais ao que somos do que ao cosmos. Talvez, como no primeiro e maior de todos os romances policiais, *Édipo rei*, de Sófocles, o culpado seja o detetive.

Neste ponto, o livro se torna uma explosão de ideias, às vezes luminosas, às vezes confusas; venham comigo, e levarei vocês até onde, a meu ver, chega o nosso saber atual sobre o tempo, até o grande oceano noturno e estrelado daquilo que ainda não sabemos.

Primeira Parte

A desintegração do tempo

1. A perda da unicidade

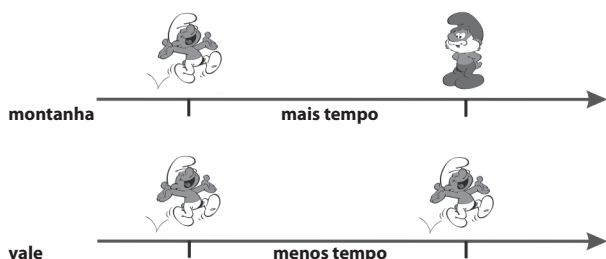
*Danças de amor enlaçam
dulcíssimas donzelas
iluminadas pela lua
destas límpidas noites
(I, 4)*

A DESACELERAÇÃO DO TEMPO

Começo por um fato simples: o tempo passa mais rápido na montanha e mais devagar no vale.

A diferença é pequena, mas pode ser medida com relógios precisos, hoje disponíveis na internet por cerca de mil euros. Um pouco de prática é suficiente para que qualquer um de nós possa constatar a desaceleração do tempo. Com os relógios de laboratórios especializados observa-se essa desaceleração até mesmo entre poucos centímetros de desnível: o relógio que está no chão anda um pouquinho mais devagar que o relógio sobre a mesa.

Os relógios não são os únicos que desaceleram: embaixo todos os processos são mais lentos. Dois amigos se separam: um vai morar no vale, o outro, na montanha. Anos depois eles se reencontram: o do vale viveu menos, envelheceu menos, o pêndulo do seu cuco oscilou menos vezes, teve menos tempo para fazer as coisas, suas plantas cresceram menos, suas ideias tiveram menos tempo para se desenvolver... Embaixo há menos tempo que no alto.



Surpreendente? Talvez. Mas assim é o mundo. O tempo passa mais devagar em alguns lugares e mais rápido em outros.

O mais incrível é que alguém compreendeu essa desaceleração do tempo um século antes de termos relógios que a medissem: Einstein.

A capacidade de compreender antes de ver é a essência do pensamento científico. Na Antiguidade, Anaximandro entendeu que o céu se estende sob os nossos pés, antes que os navios completassem a volta ao redor da Terra. No início da era moderna, Copérnico observou que a Terra gira, antes que os astronautas a vissem se mover da Lua. Assim também, Einstein compreendeu que o tempo não passa uniformemente, antes que os relógios fossem precisos o bastante para medir a diferença.

Com avanços como esses, aprendemos que coisas consideradas óbvias eram preconceitos. O céu — ao que parece — está

obviamente em cima, não embaixo; do contrário, a Terra cairia. A Terra — ao que parece — *obviamente* não se move; senão seria o caos. O tempo — ao que parece — passa com a mesma velocidade em todos os lugares, é *óbvio*... As crianças crescem e aprendem que o mundo não é como aparenta ser dentro de casa; a humanidade faz o mesmo.

Einstein se fez uma pergunta que muitos de nós já devemos nos ter feito ao estudar a força da gravidade: como o Sol e a Terra “se atraem” com a força da gravidade, se não se tocam e não usam nada no meio? Einstein buscou uma história plausível. Imaginou que o Sol e a Terra não se atraem diretamente, mas cada um deles age aos poucos sobre o que está entre eles. E, como no meio só há espaço e tempo, imaginou que o Sol e a Terra modificam o espaço e o tempo em volta deles, como um corpo, ao mergulhar na água, desloca o líquido ao seu redor. A modificação da estrutura do tempo, por sua vez, influencia no movimento de todos os corpos, fazendo-os “cair” uns na direção dos outros.¹

O que significa a “modificação da estrutura do tempo”? Significa a desaceleração do tempo descrita acima: todo corpo desacelera o tempo nas suas proximidades. A Terra é uma grande massa, e desacelera o tempo perto dela. Mais no vale e menos na montanha, porque a montanha está um pouco mais distante da Terra. Por isso o amigo no vale envelhece menos.

Se as coisas caem, é por causa da desaceleração do tempo. No espaço interplanetário, onde o fluxo do tempo é uniforme, as coisas não caem, flutuam. Já aqui, na superfície do planeta, o movimento das coisas se volta naturalmente para onde o tempo passa mais devagar, como quando corremos na praia em direção ao mar e a resistência da água nos pés nos derruba e nos faz cair com o rosto nas ondas. As coisas vão para baixo porque embaixo o tempo é desacelerado pela Terra.²

Ainda que não percebamos com facilidade, a desaceleração do tempo tem efeitos evidentes: faz as coisas caírem, nos mantém firmes com os pés no chão. Os pés aderem ao solo porque o corpo é atraído naturalmente para onde o tempo passa devagar, e o tempo é mais lento nos pés que na cabeça.

Estranho? É como quando, ao ver o sol se pôr radiante e desaparecer atrás de nuvens longínquas, nos damos conta de que não é o Sol que se move, é a Terra que gira; e de repente, com a imaginação, percebemos todo o planeta, e nós com ele, girando para trás, afastando-se do Sol. São os olhos do louco na colina de Paul McCartney,³ que, como tantos outros, enxergam mais que os nossos sonolentos olhos cotidianos.

DEZ MIL SHIVAS DANÇANTES

Tenho uma paixão por Anaximandro, o filósofo grego que, 26 séculos atrás, compreendeu que a Terra navega no espaço, apoiada no nada.⁴ Conhecemos o pensamento de Anaximandro através de outros que falaram dele, mas resta apenas um fragmento de seus escritos. Este:

As coisas se transformam uma na outra segundo a necessidade e reconhecem o valor uma da outra segundo a ordem do tempo.

“Segundo a ordem do tempo” (κατὰ τὴν τοῦ χρόνου τάξιν). De um dos momentos primordiais da ciência da natureza só ressaltaram essas palavras obscuras de ressonância arcana, esse apelo à “ordem do tempo”.

A astronomia e a física se desenvolveram seguindo a sugestão de Anaximandro: compreender como os fenômenos acontecem