

# A ORDEM DO TEMPO

Carlo Rovelli

# A ORDEM DO TEMPO

Tradução de  
SILVANA COBUCCI



## ÍNDICE

<b>Talvez o maior mistério seja o tempo</b> .....	13
<b>PARTE 1: A desintegração do tempo</b> .....	17
1. A perda da unicidade .....	19
<i>A desaceleração do tempo</i> .....	19
<i>Dez mil Shivas dançantes</i> .....	23
2. A perda da direcção .....	27
<i>De onde vem a eterna corrente?</i> .....	27
<i>Calor</i> .....	29
<i>Desfocar</i> .....	34
3. O fim do presente .....	41
<i>A velocidade também desacelera o tempo</i> .....	41
<i>Agora não significa nada</i> .....	44
<i>A estrutura temporal sem o presente</i> .....	48
4. A perda da independência .....	59
<i>O que acontece quando não acontece nada?</i> .....	59
<i>O que existe onde não existe nada?</i> .....	69
<i>A dança de três gigantes</i> .....	72

5. Quanta de tempo .....	77
<i>Granularidade</i> .....	78
<i>Sobreposições quânticas de tempos</i> .....	82
<i>Relações</i> .....	83
<b>PARTE 2: O mundo sem tempo</b> .....	87
6. O mundo é feito de eventos, não de coisas .....	89
7. A inadequação da gramática .....	97
8. Dinâmica como relações .....	107
<i>Eventos quânticos elementares e redes de spins</i> .....	113
<b>PARTE 3: As fontes do tempo</b> .....	119
9. O tempo é ignorância .....	121
<i>Tempo térmico</i> .....	124
<i>Tempo quântico</i> .....	127
10. Perspectiva .....	131
<i>Somos nós que giramos!</i> .....	132
<i>Indicalidade</i> .....	137
11. O que emerge de uma peculiaridade .....	143
<i>É a entropia, e não a energia, que arrasta o mundo</i> ....	143
<i>Vestígios e causas</i> .....	149
12. O perfume da <i>madeleine</i> .....	153
13. As fontes do tempo .....	173
<b>A irmã do sono</b> .....	181
<b>ÍNDICE ANALÍTICO</b> .....	187

*Para Ernesto, Bilo e Edoardo*



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





## TALVEZ O MAIOR MISTÉRIO SEJA O TEMPO

Até as palavras que agora dizemos  
o tempo, na sua voracidade,  
já arrastou,  
e nada retorna (I, 11)

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

O tempo é isso. Familiar e íntimo. A sua voracidade carrega-nos. A sucessão de segundos, horas e anos lança-nos na vida, depois arrasta-nos para o nada... Vivemos nele como peixes na água. O nosso ser é ser no tempo. A sua cantiga alimenta-nos, descortina-nos o mundo, perturba-nos, assusta-nos, acalenta-nos. O universo desenvolve o seu devir levado pelo tempo, segundo a ordem do tempo.

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

Mas as coisas são mais complicadas. A realidade frequentemente não é o que parece: a Terra parece plana, mas é uma esfera; o Sol parece vagar no céu, mas somos nós

que giramos. A estrutura do tempo também não é o que parece: é diferente desse curso uniforme universal. Descubri isso com espanto, nos livros de física, na universidade. O funcionamento do tempo é diferente do que parece.

Nesses mesmos livros, também descobri que ainda não sabemos como o tempo realmente funciona. A natureza do tempo talvez seja o maior mistério. Estranhos fios o ligam aos grandes mistérios não resolvidos: a natureza da mente, a origem do universo, o destino dos buracos negros, o funcionamento da vida. Algo essencial continua a levar-nos à natureza do tempo.

A admiração é a fonte do nosso desejo de conhecer<sup>1</sup>, 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 ao longo de toda a vida. Nas páginas que se seguem, falo sobre o que compreendemos do tempo, sobre os caminhos que trilhamos para tentar compreender melhor, sobre o que ainda não compreendemos e aquilo que tenho a impressão de vislumbrar.

Porque 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 sujeitos? O que ouço, quando ouço o passar do tempo?

O livro está dividido em três partes distintas. Na primeira, resumo aquilo que a física moderna compreendeu sobre o tempo. É como pegar num floco de neve: à medida que o estudamos, derrete-se nos nossos dedos,

---

1 Aristóteles, *Metafísica*, I, 2, 982 b.

até desaparecer. Geralmente pensamos o tempo como algo simples, fundamental, que passa uniformemente, indiferente a tudo, do passado para o futuro, medido pelos relógios. No decorrer do tempo, temos uma sucessão ordenada dos eventos do universo: passados, presentes, futuros; o passado está dado; o futuro, aberto... Pois bem, tudo isso se revelou falso.

Os aspectos característicos do tempo, um após outro, mostraram que são aproximações, enganos decorrentes da perspectiva, como a planura da Terra ou o movimento circular do Sol. O aumento do nosso saber levou a uma lenta desintegração da noção de tempo. O que denominamos «tempo» é uma complexa colecção de estruturas<sup>2</sup>, de camadas. Com um estudo mais profundo, o tempo perdeu essas camadas, uma após outra, um pedaço a seguir a 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 cheia de vento, que parece ter perdido qualquer vestígio de temporalidade. Um mundo estranho, desconhecido; mas o 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 aventurar-se na areia imóvel da Lua. Um mundo essencial que resplandece de uma beleza árida, límpida e perturbadora. A física em que trabalho, a gravidade quântica, é o esforço de compreender e de dar um sentido coerente a esta paisagem extrema e belíssima: o mundo sem tempo.

---

2 A estratificação da noção de tempo é discutida a fundo, por exemplo, por J. T. Fraser em *Of Time, Passion, and Knowledge*, Nova Iorque, Braziller, 1975.

A terceira parte do livro é a mais difícil, mas também a mais viva e a mais próxima de nós. No mundo sem tempo, deve existir algo que depois dê origem ao tempo que conhecemos, com a sua ordem, o passado diferente do futuro, o fluxo suave. De algum modo, o nosso tempo deve emergir à nossa volta, na nossa escala, para nós<sup>3</sup>.

Esta é a viagem de regresso, rumo ao tempo perdido na primeira parte do livro, em busca da gramática elementar do mundo. Como num romance policial, agora vamos atrás do culpado que gerou o tempo. Encontramos cada uma das peças que compõem o tempo a que estamos acostumados, não como estruturas elementares da realidade, mas como aproximações adequadas para estas criaturas desengonçadas e atrapalhadas que somos, mortais, como aspectos da nossa perspectiva, e talvez também aspectos — determinantes — daquilo que somos. Porque no fim — talvez — 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, o *Édipo Rei*, de Sófocles, o culpado seja o detective.

Aqui o livro torna-se um magma incandescente de ideias, às vezes luminosas, às vezes confusas; venham comigo, levá-los-ei onde, a meu ver, chega o nosso saber actual sobre o tempo, até ao grande oceano nocturno e estrelado daquilo que ainda não sabemos.

---

3 O filósofo Mauro Dorato insistiu na necessidade de tornar o quadro conceptual elementar da física explicitamente coerente com a nossa experiência (*Che cos'è il tempo?*, Roma, Carocci, 2013).

PRIMEIRA PARTE

## A DESINTEGRAÇÃO DO TEMPO



## A PERDA DA UNICIDADE

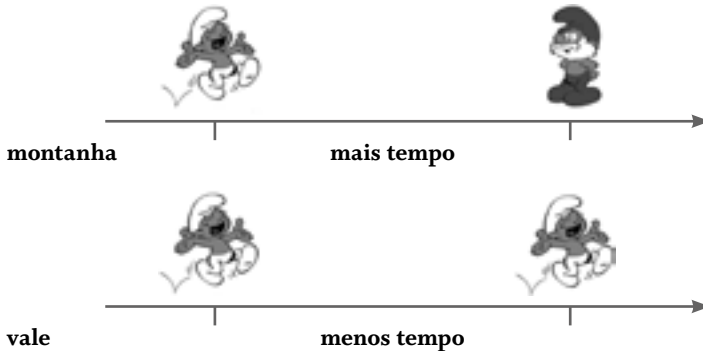
Danças de amor enlaçam  
dulcíssimas donzelas  
iluminadas pela lua  
destas límpidas noites (I, 4)

### *A desaceleração do tempo*

Começo por um facto simples: o tempo passa mais depressa na montanha e mais lentamente no vale.

A diferença é pequena, mas pode ser medida com relógios precisos, hoje disponíveis na Internet por cerca de mil euros. Com um pouco de prática, qualquer um de nós pode constatar a desaceleração do tempo. Com os relógios de laboratórios especializados observa-se a desaceleração do tempo mesmo com poucos centímetros de desnível: o relógio que está no chão anda um bocadinho mais devagar que o relógio em cima da mesa.

Não são apenas os relógios que desaceleram: em baixo, todos os processos são mais lentos. Dois amigos separam-se: um vai morar para o vale, o outro para a montanha. Passados anos, reencontram-se: o do vale viveu menos,



envelheceu menos, o pêndulo do seu cuco oscilou menos vezes, teve menos tempo para fazer as coisas, as suas plantas cresceram menos, os seus pensamentos tiveram menos tempo para se desenvolver... Em baixo há menos tempo do que em cima.

Surpreendente? Talvez. Mas o mundo é assim. O tempo passa mais devagar em alguns lugares, mais rapidamente noutros.

O surpreendente é alguém ter compreendido essa desaceleração do tempo um século antes de termos relógios para a medir: Einstein.

A capacidade de compreender antes de ver é a essência do pensamento científico. Na Antiguidade, Anaximandro percebeu que o céu continua sob os nossos pés, antes de os navios terem completado a volta à Terra. No início da era moderna, Copérnico percebeu que a Terra gira, antes de os astronautas terem visto girar a Lua. Assim, Einstein compreendeu que o tempo não passa uniformemente, antes de os relógios terem sido suficientemente precisos para medir a diferença.

Com passos como estes, aprendemos que coisas consideradas óbvias eram preconceitos. O céu — parecia — está