

singularidade no conteúdo material do espaço-tempo (por exemplo, a densidade infinita de matéria que ocorre na concepção tradicional do Big Bang) indica que o espaço-tempo também chegou ao fim. Temos agora singularidades de espaço e tempo, e não meramente singularidades no espaço e no tempo. Além disso, qualquer espaço-tempo dado pela teoria da relatividade geral de Einstein é um universo por si só. Diversamente do que acontece na teoria de Newton, ela nunca pode descrever meramente algum objeto situado num palco externo de espaço fixo. Assim, as singularidades da relatividade geral são características da totalidade do universo, não apenas de um local dentro dele ou de um momento de sua história. Essas singularidades demarcam a fronteira do espaço e do tempo.

Se estudamos o universo em expansão segundo essa concepção e retraçamos sua história, torna-se possível que ele tenha começado numa tal singularidade. Essa previsão foi utilizada por muitos como prova de que o universo teve um início no tempo. Entretanto, como toda dedução lógica, essa conclusão decorre de certos pressupostos cuja verdade exige um exame mais detido. O mais duvidoso deles é o de que a gravidade é sempre atrativa. Nossas teorias atuais das partículas elementares contêm muitos tipos de partícula, e formas de matéria, a que esse pressuposto não se aplica. De fato, toda a concepção do universo inflacionário que introduzimos acima baseia-se na condição de que isso *não* seja verdade, pois só nesse caso o breve período de expansão "inflacionária" acelerada teria podido ocorrer. Entretanto, mesmo que evitando uma singularidade pudéssemos evitar um início para o universo, não escaparíamos da obrigação de estabelecer condições "iniciais" em algum momento passado, para distinguir nosso universo real da infinidade de outros mundos possíveis que têm início em singularidades. Mesmo que tenha havido uma singularidade, temos de enfrentar o fato de que há diferentes tipos de singularidade. A especificação das propriedades dessa singularidade é uma condição "inicial" a ser definida nos limites de nosso espaço e tempo. Ainda falta encontrar algum ingrediente extra que possa permitir tal especificação.

QUÃO LONGE É LONGE O BASTANTE?

*Havia uma Porta cuja chave não encontrei
Havia um Vêu através do qual não pude ver.*

RUBAYAT, OMAR KHAYYAM

A relatividade geral (e qualquer outra teoria relativística da gravitação que não possua espaço ou tempo absolutamente fixos) gera uma outra propriedade sutil, que não está presente nas concepções newtonianas simples de espaço e tempo. Na verdade, muitos espaços-tempo diferentes podem surgir das mesmas condições iniciais.

Suponha que algum espaço-tempo S tenha condições iniciais estabelecidas em algum tempo inicial zero, que chamaremos de t_0 . Podemos construir um outro espaço-tempo pela remoção de toda aquela parte do primeiro espaço-tempo que se situa no futuro de algum tempo t_1 (posterior a t_0). O novo espaço-tempo S' é o mesmo que S com relação ao passado do momento t_1 , mas não contém nenhum espaço ou tempo no futuro de t_1 , como o ilustra a figura 3.5. Tanto S como S' , porém, surgem do mesmo estado inicial, e de fato poderíamos cortar pedaços de S em um número infinito de maneiras diferentes para fazer outros espaços-tempo que começassem a partir das mesmas condições iniciais. Mesmo assim, há algo de perturbador em torno desses universos separados, de S' e seus companheiros. Ele chega ao fim no tempo designado t_1 sem que haja para isso qualquer razão física. Não há nenhuma singularidade de nenhuma quantidade física. De fato, não tivemos de fazer qualquer menção aos conteúdos materiais do universo. As equações que governam o comportamento da matéria ainda estariam prontas para prever o futuro além de t_1 , se pelo menos lhes fosse permitido ter um futuro.

Essa amputação arbitrária do futuro é considerada irrealisticamente artificial, e os cosmologistas preferem excluir essa possibilidade e especificar unicamente a evolução futura. Para isso, é necessário introduzir mais uma condição à receita de possíveis espaços-tempo, ou universos, em teorias como a da relatividade geral, além da especificação de condições iniciais e leis da natureza. Estipula-se que o universo deveria continuar a existir até que as leis da natureza que governam o comportamento da massa e da energia indiquem que o próprio tempo chegou ao fim numa singularidade física real. Sob condições razoáveis, verifica-se que há um único espaço-tempo "maior", que contém todos os outros que surgem das mesmas