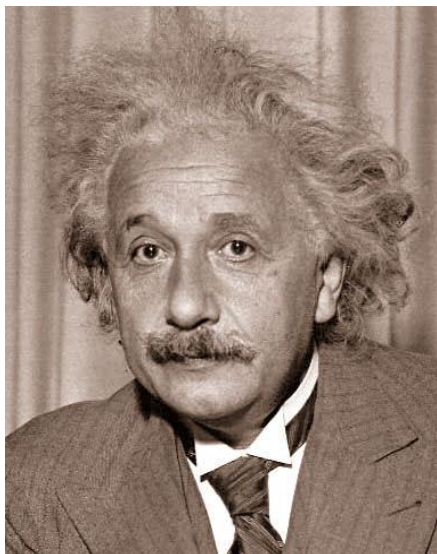


## A proibição da dinâmica: universos estáticos

Desde os tempos mais antigos os pensadores que ousaram descrever o universo acreditavam que ele era essencialmente imutável. Até mesmo Newton acreditava que o universo era sempre o mesmo se o estudássemos não localmente mas sob o ponto de vista mais amplo possível. É claro que ocorriam fenômenos no universo que mudavam coisas mas isso o afetava apenas localmente e não o perturbava de um modo geral. O nascimento ou morte dos seres vivos na Terra, o movimento dos astros e até mesmo a explosão de uma estrela eram vistos como fenômenos locais. O universo permanecia inalterado, exatamente como ele sempre foi. Isso era descrito dizendo-se que o universo era **estático**.

As equações da teoria relativística da gravitação descrevem a natureza do espaço-tempo e isso logo levou os pesquisadores a perguntar o que elas poderiam dizer sobre a estrutura do próprio universo ou seja, a estrutura do espaço-tempo sob o maior ponto de vista possível. Isso é o domínio da Cosmologia.

### O universo estático de Einstein



Tanto Albert Einstein como outros pesquisadores logo se dedicaram a essa tarefa ambiciosa. Em 1917, um ano após Einstein ter divulgado as equações da TRG em sua forma final, para sua surpresa, verificou-se que as equações da TRG não tinham soluções estáticas quando estudadas em escalas cosmológicas. Dito de outro modo, as equações da TRG previam que o universo não era estático: ele era dinâmico e deveria estar ou se expandindo ou se contraindo.

A conclusão de que o universo deveria ser dinâmico e não estático desagradou Einstein. Mas havia um problema com o modelo de universo estático: a TRG mostrava que modelos contendo matéria não podiam ser estáticos. Se o universo fosse estático desde o seu início, a atração gravitacional da matéria faria todos os corpos existentes colapsarem sobre si mesmos. Isso parecia ridículo pois não havia qualquer razão que justificasse um espaço tão instável.

Para Einstein tudo isso era implausível e ele imediatamente decidiu modificar sua teoria a

fim de obrigar a existência de uma solução cosmológica estática mas estável. Para isso Einstein alterou as equações de campo da TRG introduzindo um termo que foi chamado de **constante cosmológica** e representada pela letra grega lambda maiúscula ( $\Lambda$ ). Sua função era fornecer soluções cosmológicas estáticas estáveis. Essa constante cosmológica agia como uma força repulsiva que se opunha à ação da força gravitacional. Ajustando o valor dessa constante cosmológica era possível contrabalançar a ação da gravidade que resulta de uma distribuição uniforme de matéria. Se essa constante fosse diferente de zero o modelo estático com matéria não colapsaria sob sua própria gravidade.

Einstein considerava que essa "constante cosmológica" era somente "um termo hipotético". Segundo ele, essa constante "não era exigida pela teoria nem parecia natural de um ponto de vista teórico". Ele declarou que "esse termo é necessário somente para o propósito de tornar possível uma distribuição quase-estática de matéria".

Em resumo, o modelo proposto por Einstein para o universo continha matéria uniformemente distribuída. A geometria do espaço era esférica ou seja, o espaço era uniformemente curvado. Seu universo era de natureza estática: ele não estava se alterando, nem expandindo e nem colapsando.

### **de Sitter e o universo estático sem matéria**

No mesmo ano em que Einstein apresentou seu modelo de universo estático, o astrônomo holandês Willem de Sitter também propôs um modelo de universo, completamente diferente daquele apresentado por Einstein.



O universo de de Sitter era isotrópico e, para ser estático, não podia conter qualquer quantidade de matéria!

O universo de de Sitter poderia ter sido considerado uma mera curiosidade matemática pelos astrônomos (ele exigia a não existência de matéria mas todos sabemos que o universo é preenchido por matéria na forma de nebulosas, estrelas, galáxias, etc.) se não fosse por uma propriedade muito interessante. Se você jogasse um punhado de partículas dentro desse universo elas se comportavam de uma maneira estranha: elas pareciam estar se afastando umas das outras. Isso foi interpretado como tendo alguma relação com os resultados de redshift obtidos por Slipher e por muito tempo foi chamado de "efeito de Sitter".

(a essa hora alguém já está dizendo: "ué, o cara disse que o universo é o todo de matéria e energia existentes e agora diz que eu posso jogar algo "dentro" do universo? Onde estava essa matéria até agora? Pior ainda, para jogar alguma coisa dentro do universo eu precisaria estar do lado de "fora" dele, o que é um absurdo! Mas que curso vagabundo!" Ai eu respondo: Tá bom! Suponha então que um grupo de partículas é criado, bem próximas

umas das outras em um determinado ponto do universo. Ai esse alguém diz de novo: "ué, agora ele quer criar partículas a partir do "nada"? De repente essas partículas surgem e pronto! Está explicado! Isso é uma violação do princípio de conservação de energia! Mas que curso vagabundo!" Ai eu respondo: Tá bom. As partículas surgiram a partir de uma flutuação quântica do vácuo. E cale a boca senão eu dou um tiro em você!)

Logo foi mostrado que a natureza estática do universo de de Sitter era um artifício puramente matemático. Seu modelo de universo se comportava de modo estático somente devido ao fato dele não conter matéria. A presença de matéria fazia com que ele exibisse suas características dinâmicas. O astrônomo norte-americano Howard Robertson mostrou, mais tarde, que o modelo de universo proposto por de Sitter era homogêneo e isotrópico e que nessa forma ele também era espacialmente plano, infinito e estava se expandindo.

Uma distinção pode ser feita agora entre os modelos de universo propostos por Einstein e por de Sitter. o universo de Einstein era "matéria sem movimento" enquanto que o universo de de Sitter era "movimento sem matéria".

A imagem abaixo mostra Einstein e de Sitter discutindo cosmologia.

