

ria. Posteriormente ficou demonstrado, no entanto, que, embora de fato um tal universo estático possa existir em princípio, na prática ele jamais poderia perdurar, porque o equilíbrio entre a atração da gravitação e o empurrão da constante cosmológica seria instável. Como no caso de um lápis equilibrado sobre sua ponta, o mais leve tremor numa direção ou noutra causaria uma mudança unidirecional. Se o universo estático de Einstein não fosse perfeitamente equilibrado (e no mundo real isso nunca seria possível, dadas as flutuações e não-uniformidades cambiantes, como nós mesmos, que sabemos existir nele), logo começaria a se contrair ou a se expandir. Quando essa situação ficou clara, o interesse se voltou para o estudo de um universo em expansão, que foi ainda mais estimulado, a partir de 1929, pela monumental descoberta de que o universo *está* se expandindo, feita por Hubble.

O universo estático de Einstein foi deixado de lado e, mais tarde, seu inventor lamentou ter introduzido a constante cosmológica para sustentá-lo, chamando isso de "a maior estupidez da minha vida", porque com ela perdera a oportunidade de fazer a maior previsão científica de todos os tempos: a expansão do universo. A constante cosmológica, porém, recusou-se a sair graciosamente de cena. Não havia problema algum em dizer que ela não era mais necessária, mas de fato não se tinha nenhuma boa razão para excluí-la das equações de Einstein. Muitos a encaravam apenas como um adereço da nova teoria einsteiniana da gravitação, de tal modo que podia ser cancelada com base no fato de que não tinha nenhuma contrapartida na teoria clássica da gravitação, de Newton. Pois, se essa constante fosse mantida, a teoria de Newton, à qual a de Einstein se reduz quando as intensidades de todos os campos de gravitação são muito fracas e todos os movimentos ocorrem em velocidades muito inferiores à da luz, já não poderia ser restaurada. Ao invés da famosa lei newtoniana do inverso do quadrado, que diz que a força de gravitação entre duas massas cujos centros estão separados por uma distância d é

$$\text{Força} \propto 1/d^2 \quad (*)$$

verifica-se que a lei da força tem a forma

$$\text{Força} \propto 1/d^2 + \Lambda d, \quad (**)$$

onde Λ é a constante cosmológica.

É interessante observar que, de fato, Newton poderia ter chegado a essa lei de força 300 anos atrás. Um dos problemas que muito o

instigou, e que atrasou por muitos anos a publicação de sua *magnum opus*, os *Principia*, foi o da justificação da sua suposição habitual de que a atuação gravitacional exercida por uma massa esférica é idêntica à exercida por uma "massa pontual" de extensão zero localizada em seu centro. Isso é conhecido como a "propriedade esférica". Por fim, Newton estabeleceu que essa suposição é válida para a lei da força do inverso do quadrado (*), que constitui sua lei da gravitação, mas não para quaisquer outras leis da força hipotéticas, como o inverso do cubo ou da quarta potência da distância.

Mas, se Newton tivesse indagado "Qual é a lei geral das forças que permite que a propriedade esférica se mantenha?", como o francês Simon de Laplace acabou por fazer, teria descoberto que a lei (**) é a resposta. Assim se a gravitação newtoniana tivesse sido formulada tendo a propriedade esférica como seu princípio fundador, a constante cosmológica teria sido permitida, mas não exigida — exatamente a situação encontrada por Einstein na fundamentação da teoria geral da relatividade.

Qual a situação da constante cosmológica em nossos dias? A partir dos efeitos que ela teria sobre a taxa de expansão de galáxias distantes, sabemos que, se ela existe, seu valor numérico deve ser infinitesimal, menos de 10^{-55} por cm^2 . Essas unidades não são muito ilustrativas. É mais esclarecedor comparar seu tamanho com o da unidade básica de comprimento usada nos mundos das partículas elementares e gravitacional. Esse "comprimento de Planck" é a única quantidade com as dimensões de um comprimento que pode ser obtido das três constantes mais fundamentais da natureza: a velocidade da luz c , a constante de Planck h , e a constante gravitacional de Newton G . É dado por

$$l_p = (Gh/c^3)^{1/2} = 4 \times 10^{-33} \text{ cm}$$

Essa minúscula dimensão sintetiza os atributos de um mundo que é ao mesmo tempo relativístico (c), mecânico-quântico (h) e gravitacional (G). Trata-se de um padrão de comprimento que não faz referência a nenhum artefato humano e nem mesmo às forças químicas e nucleares da natureza. Em termos dessa unidade de comprimento, o tamanho de todo o universo visível atualmente se estende a aproximadamente 10^{60} comprimentos de Planck, mas a constante cosmológica, se expressa nessas unidades de comprimento e não em centímetros, deve ser menos de 10^{-118} . A consideração de tal grau de