

Assim, como os "argumentos do plano" do século XIX arrumaram os fatos para que Darwin os explicasse pelos processos da seleção natural, Eddington armou o problema dos valores das constantes da natureza como um alvo para os atiradores de elite do futuro.

### O QUE AS CONSTANTES NOS REVELAM?

*Uma maravilhosa neutralidade têm essas coisas matemáticas, e também uma estranha participação entre coisas sobrenaturais, imortais, intelectuais, simples e indivisíveis, e coisas naturais, mortais, sensíveis, compostas e divisíveis.*

JOHN DEE

Estivemos considerando a importância que os físicos atribuíram tradicionalmente aos valores das constantes da natureza, mas que papel têm essas constantes no universo? Por que são consideradas tão importantes? Podemos divisar isso considerando, em primeiro lugar, o mundo dos átomos e das moléculas. Essas entidades não são partículas elementares, mas compostos de muitas partículas mantidas em equilíbrio por forças opostas. Os tamanhos dessas estruturas determinam a densidade da matéria e os arranjos dos elétrons em átomos geram toda a gama das propriedades químicas da matéria. No entanto, apesar da grande complexidade de tudo que é feito de átomos e moléculas, juntamente com a ampla gama de propriedades que abarca os estados da matéria, de gases a líquidos e de líquidos a sólidos, os traços gerais de todo esse mundo de matéria são determinados pelos valores de apenas dois números. Os números em questão são: a massa do próton (que é o núcleo do átomo de hidrogênio) dividida pela massa do elétron,

$$\frac{\text{massa do próton}}{\text{massa do elétron}} = 1836,104 \dots,$$

e uma quantidade que se tornou conhecida como a "constante da estrutura fina", que é o quadrado da carga elétrica de um único

\* Argumentos baseados no pressuposto de que há um plano divino subjacente nos processos da natureza. (N.R.T.)

elétron, dividida pelo produto da velocidade da luz pela constante de Planck da teoria quântica. Essa abstrusa combinação particular é tomada porque produz um número puro. Seu valor peculiar de  $1/137,036\dots$  é obtido pela combinação dos valores medidos das três constantes que a constituem. Não sabemos por que esses dois números assumem esses valores precisos. Se fossem diferentes, nosso universo seria diferente, talvez inimaginavelmente diferente.

Se olharmos acima da Terra, para a estrutura do sistema solar, a força da gravidade se junta às forças químicas na determinação das características gerais das coisas. A intensidade da gravidade é determinada pela constante gravitacional de Newton e, a partir dessa quantidade, podemos determinar um número puro como a constante da estrutura fina, mas dessa vez o quadrado da carga do elétron é substituído pelo produto da constante de Newton e do quadrado da massa do próton. Esse número, a constante de estrutura gravitacional, tem um valor diminuto, igual a  $5,9041183\dots \times 10^{-39}$ . Sua pequenez, se comparada a  $1/137$ , nos revela que as forças químicas de origem eletromagnética são muito mais fortes que as da gravitação. De fato, a gravitação é inteiramente irrelevante para a estrutura dos átomos. Está ali, mas seus efeitos são tão ínfimos em relação aos das forças elétricas entre os prótons e elétrons, que podem ser totalmente ignorados para todos os efeitos práticos na física química e nuclear. Os tamanhos de todos os corpos astronômicos, desde a escala dos asteróides até as estrelas, são determinados pelos valores relativos das constantes da estrutura fina e gravitacional. Isso é mostrado na figura 5.1, a partir da qual podem ser vistos os efeitos de uma mudança nos valores dessas constantes. Os tamanhos dos planetas e das estrelas não são acidentes aleatórios ou o resultado pré-programado de condições iniciais particulares no Big Bang. Surgem antes como estados de equilíbrio entre forças opostas da natureza. Essas forças só entram em equilíbrio quando o agregado de partículas envolvido atinge certo tamanho. Em corpos frios, como a Terra, a força compressiva da gravidade, que tenta reduzir todas as coisas a um tamanho menor de densidade mais alta, sofre a oposição de um efeito quântico conhecido como princípio de exclusão. Partículas como prótons ou elétrons ocupam nichos microscópicos em que só é permitida a entrada de uma delas. Toda tentativa de comprimir a matéria de tal modo que mais de uma partícula tivesse de se espremer em cada nicho encontra uma força de resistência. O equilíbrio entre essa força e a atração interna da gravidade resulta nos corpos grandes, estáveis e frios que vemos no sistema solar.