

Introdução à Física

C. Kittel, W. D. Knight & M. A. Ruderman ¹

O Mundo Natural. O mundo em que vivemos nos parece imenso e complexo, e é o palco de uma diversidade surpreendente de eventos. Essas impressões baseiam-se em estimativas dos valores de algumas grandezas interessantes. No momento, não entraremos em detalhes sobre os argumentos e medições que nos levam aos referidos números. O fato notável é que nós os conhecemos, mesmo que aproximadamente.

O Universo é imenso. A partir de observações astronômicas, pode-se inferir que 10^{28} cm ou 10^{10} anos-luz é o comprimento característico do que chamamos raio médio do Universo, a menos de um fator de incerteza da ordem de 3. Ou seja, entre 10^{25} cm e 10^{31} cm. Para comparação, a distância média da Terra ao Sol é da ordem de $1,5 \times 10^{13}$ cm e o raio médio da Terra de $6,4 \times 10^8$ cm.

O número de átomos no Universo é muito grande. O número total de prótons e nêutrons no Universo, com uma incerteza de talvez um fator 100, é da ordem de 10^{80} . Aqueles que constituem o Sol são em número de 10^{57} e aqueles que constituem a Terra de 4×10^{51} . Esse número equivaleria, então, a $10^{80}/10^{57}$ (ou 10^{23}) estrelas de massa igual à do Sol. Ou seja, cerca de um sexto de mols de estrelas. A maioria da massa do Universo está concentrada nas estrelas, e todas têm massas entre 0,01 e 100 vezes a massa do nosso Sol.

A vida é o fenômeno mais complexo do Universo. O homem, uma das formas mais complexas de vida, é composto de aproximadamente 10^{16} células. Uma célula é uma unidade fisiológica elementar que contém aproximadamente de 10^{12} a 10^{14} átomos. Cada célula, de qualquer variedade de matéria viva, contém ao menos uma longa cadeia molecular de DNA (ácido dioxiribonucléico). As cadeias de DNA numa célula contém todas as instruções químicas ou informações genética que caracterizam um homem, um pássaro, uma bactéria, ou uma árvore. Numa molécula de DNA, que é composta de 10^8 a 10^{10} átomos, o arranjo preciso dos átomos pode variar de um indivíduo a outro dentro de uma mesma espécie ². Mais de 10^6 espécies foram identificadas.

A matéria inanimada também aparece sob muitas formas. Prótons, nêutrons e elétrons se combinam para formar cerca de 100 diferentes elementos químicos e quase 10^3 isótopos. Os elementos têm sido combinados em proporções diferentes para formar, talvez, 10^6 ou mais compostos químicos, e a esse número pode ser adicionado o vasto número de soluções líquidas, sólidos, e ligas de composições químicas e propriedades físicas diversas.

A partir de experimentos, triunfando sobre a obscuridade e a ignorância, conseguimos aprender todos esses fatos sobre o mundo natural, até o ponto de classificar as estrelas e estimar suas massas, composições distâncias e velocidades relativas; classificar as espécies vivas e esclarecer suas relações genéticas; sintetizar cristais inorgânicos, substâncias

¹Curso de Física de Berkeley, Vol. 1, Mecânica, Edgard Blücher Ltda., 1970.

²A grosso modo, duas espécies são distintas se existe alguma(s) diferença(s) entre elas e se elas não se misturam para uma reprodução natural.

bioquímicas e novos elementos químicos; medir as linhas espectrais emitidas por átomos e moléculas, no intervalo que vai de 100 a 10^{20} ciclos por segundo (Hz); e criar nos laboratórios novas partículas fundamentais.

Esses grandes sucessos da Ciência Experimental foram obtidos por homens de diversos tipos: pacientes, persistentes, intuitivos, inventivos, enérgicos, preguiçosos, sortudos, e habilidosos. Alguns preferiram utilizar aparelhos simples; outros inventaram ou construíram instrumentos de grande refinamento, tamanho ou complexidade. Apenas uma coisa esses homens tiveram em comum: a honestidade, no sentido de que fizeram efetivamente as observações que registraram, publicando os resultados de seus trabalhos numa forma que permitiu a outros duplicar seus experimentos e observações.

Essa caracterização do mundo natural, enfatizando a descrição do imenso e do complexo, não é completa. Argumentos teóricos fizeram com que várias partes desse mundo, aparentemente desconexas, fossem enquadradas num esquema de explicação geral e de certo modo muito mais simples. Juntamente com a **Teoria da Relatividade** e a **Mecânica Estatística**, as teorias resumidas abaixo, são aquelas que nos baseamos para explicar o nosso mundo.

1. A **Mecânica Clássica** nos permite prever, com uma precisão notável, os movimentos das diferentes partes do sistema solar (incluindo cometas e asteróides) levaram à predição e descobertas de novos planetas. Essa teoria sugere também mecanismos possíveis para a formação de estrelas e galáxias, e juntamente com as leis da radiação dão uma explicação satisfatória das relações observadas entre a massa e a luminosidade das estrelas. As aplicações astronômicas das leis da Mecânica Clássica, apesar de serem as mais belas de suas aplicações, não são as únicas realizadas com sucesso. Essas leis são as que mais condicionam os objetos utilizados em nossa vida diária e nos vários ramos das **Engenharias Tradicionais**.

2. A **Mecânica Quântica** explica boa parte dos fenômenos atômicos. Para átomos simples, foram feitas predições que concordam com a experiência dentro de uma parte em 10^5 ou melhor. Quando aplicada a eventos de larga escala, terrestres ou celestiais, a Mecânica Quântica fornece, dentro de uma aproximação excelente, resultados idênticos aos da Mecânica Clássica. A Mecânica Quântica fornece também, em princípio, uma base teórica para a **Química** e a **Metalurgia**. Entretanto, mesmo utilizando-se os grandes computadores existentes ou em planejamento, a maioria dos problemas desses campos parecem demasiadamente difíceis para um ataque teórico direto baseado em primeiros princípios.

3. A **Eletrodinâmica Clássica** permite uma explicação excelente de todos os efeitos elétricos, magnéticos e óticos, exceto aqueles em escala atômica, e são a base da **Engenharia Elétrica** e da **Indústria de Telecomunicações**. Em escala atômica, esses fenômenos são descritos pela **Eletrodinâmica Quântica**.