

Mudança de Unidades

Muitas vezes, precisamos mudar as unidades nas quais uma grandeza física está expressa, o que pode ser feito usando um método conhecido como *conversão em cadeia*. Nesse método, multiplicamos o valor original por um **fator de conversão** (uma razão entre unidades que é igual à unidade). Assim, por exemplo, como 1 min e 60 s correspondem a intervalos de tempo iguais, temos:

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1 \quad \text{e} \quad \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1.$$

Assim, as razões (1 min)/(60 s) e (60 s)/(1 min) podem ser usadas como fatores de conversão. Note que isso não é o mesmo que escrever $1/60 = 1$ ou $60 = 1$; cada *número* e sua *unidade* devem ser tratados conjuntamente.

Como a multiplicação de qualquer grandeza por um fator unitário deixa essa grandeza inalterada, podemos usar fatores de conversão sempre que isso for conveniente. No método de conversão em cadeia, usamos os fatores de conversão para cancelar unidades indesejáveis. Para converter 2 minutos em segundos, por exemplo, temos:

$$2 \text{ min} = (2 \text{ min})(1) = (2 \text{ min})\left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}\right) = 120 \text{ s}. \quad (1-6)$$

Se você introduzir um fator de conversão e as unidades indesejáveis *não* desaparecerem, inverta o fator e tente novamente. Nas conversões, as unidades obedecem às mesmas regras algébricas que os números e variáveis.

O Apêndice D apresenta fatores de conversão entre unidades de SI e unidades de outros sistemas, como as que ainda são usadas até hoje nos Estados Unidos. Os fatores de conversão estão expressos na forma “1 min = 60 s” e não como uma razão; cabe ao leitor escrever a razão na forma correta.

Comprimento

Em 1792, a recém-fundada República da França criou um novo sistema de pesos e medidas. A base era o metro, definido como um décimo milionésimo da distância entre o polo norte e o equador. Mais tarde, por questões práticas, esse padrão foi abandonado e o metro passou a ser definido como a distância entre duas linhas finas gravadas perto das extremidades de uma barra de platina-irídio, a **barra do metro padrão**, mantida no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, nas vizinhanças de Paris. Réplicas precisas da barra foram enviadas a laboratórios de padronização em várias partes do mundo. Esses **padrões secundários** foram usados para produzir outros padrões, ainda mais acessíveis, de tal forma que, no final, todos os instrumentos de medição de comprimento estavam relacionados à barra do metro padrão a partir de uma complicada cadeia de comparações.

Com o passar do tempo, um padrão mais preciso que a distância entre duas finas ranhuras em uma barra de metal se tornou necessário. Em 1960, foi adotado um novo padrão para o metro, baseado no comprimento de onda da luz. Especificamente, o metro foi redefinido como igual a 1.650.763,73 comprimentos de onda de certa luz vermelho-alaranjada emitida por átomos de criptônio 86 (um isótopo do criptônio) em um tubo de descarga de gás. Esse número de comprimentos de onda aparentemente estranho foi escolhido para que o novo padrão não fosse muito diferente do que era definido pela antiga barra do metro padrão.

Em 1983, entretanto, a necessidade de maior precisão havia alcançado tal ponto que mesmo o padrão do criptônio 86 já não era suficiente e, por isso, foi dado um passo audacioso: o metro foi redefinido como a distância percorrida pela luz em um intervalo de tempo especificado. Nas palavras da 17ª Conferência Geral de Pesos e Medidas:

O metro é a distância percorrida pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299.792.458$ de segundo.

Esse intervalo de tempo foi escolhido para que a velocidade da luz c fosse exatamente

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}.$$

Como as medidas da velocidade da luz haviam se tornado extremamente precisas, fazia sentido adotar a velocidade da luz como uma grandeza definida e usá-la para redefinir o metro.

A Tabela 1-3 mostra uma vasta gama de comprimentos, que vai desde o tamanho do universo conhecido (linha de cima) até o tamanho de alguns objetos muito pequenos.

Tabela 1-3 Valor Aproximado de Alguns Comprimentos

Descrição	Comprimento em Metros
Distância das galáxias mais antigas	2×10^{26}
Distância da galáxia de Andrômeda	2×10^{22}
Distância da estrela mais próxima	4×10^{16}
Distância de Plutão	6×10^{12}
Raio da Terra	6×10^6
Altura do Monte Everest	9×10^3
Espessura desta página	1×10^{-4}
Comprimento de um vírus típico	1×10^{-8}
Raio do átomo de hidrogênio	5×10^{-11}
Raio do próton	1×10^{-15}