

Unidades para Medidas Muito Grandes e Muito Pequenas

Curso completo de Matemática — 9º ano do Ensino Fundamental

Alinhado à habilidade EF09MA18 da BNCC

Sumário

1	Apresentação e objetivos de aprendizagem	1
2	Grandeza, unidade e medida	1
3	Notação científica aplicada às medidas	2
4	Prefixos decimais do SI	3
5	Conversão por fatores unitários	4
6	Escalas astronômicas	4
7	Escalas microscópicas e nanométricas	6
8	Tempo e massa em escalas extremas	6
9	Informação digital: bit, byte e capacidade	7
10	Exatidão, aproximação e escolha da unidade	8
10.1	Ordem de grandeza — extensão	8
11	Calculadora, planilha e validação	8
12	Exercícios de consolidação	9
13	Aprofundamento e elaboração	10
14	Avaliação-síntese	11
15	Gabarito comentado	11
16	Síntese final	14

1 Apresentação e objetivos de aprendizagem

O Universo exige uma linguagem capaz de expressar tanto distâncias entre estrelas quanto dimensões de células, vírus e componentes eletrônicos. Escrever todos os zeros é trabalhoso e favorece erros. As unidades, os prefixos e a notação científica formam um sistema de comunicação que torna essas medidas comparáveis e verificáveis.

Ao concluir o curso, espera-se que o estudante seja capaz de:

- interpretar uma medida como produto entre valor numérico e unidade;
- reconhecer prefixos decimais do Sistema Internacional de Unidades;
- converter medidas usando potências de dez e fatores unitários;
- escolher unidades adequadas à escala de um fenômeno;
- empregar unidade astronômica, ano-luz, micrômetro e nanômetro;
- distinguir bit, byte e prefixos decimais e binários de informação;
- separar valores definidos exatamente de medições aproximadas;
- resolver e elaborar problemas de astronomia, biologia e tecnologia.

Correspondência com a BNCC

A habilidade **EF09MA18** propõe reconhecer e empregar unidades usadas para expressar medidas muito grandes ou muito pequenas, como distâncias entre planetas e sistemas solares, dimensões de vírus e células e capacidade de armazenamento de computadores. O objetivo, portanto, não é memorizar uma tabela isolada, mas selecionar unidades, converter valores e interpretar ordens de escala em contextos reais.

2 Grandeza, unidade e medida

Definição 2.1: Grandeza

É uma propriedade que pode ser comparada quantitativamente, como comprimento, massa, tempo, temperatura ou quantidade de informação. Grandezas de naturezas diferentes não podem ser somadas diretamente.

Definição 2.2: Unidade de medida

É uma quantidade padronizada escolhida como referência para medir uma grandeza. O metro é uma unidade de comprimento; o segundo, de tempo; o byte, de informação digital.

Definição 2.3: Medida

Uma medida é expressa como $Q = q \cdot U$, em que q é o valor numérico e U é a unidade. Em 3,5 km, temos $q = 3,5$ e $U = \text{km}$.

Teorema 2.1: Mudança de unidade

Ao trocar a unidade, a grandeza física Q permanece a mesma; o valor numérico muda inversamente ao tamanho da unidade. Se $U_1 = kU_2$, então

$$q_1 U_1 = q_2 U_2 \implies q_2 = k q_1.$$

Demonstração

Substitua $U_1 = kU_2$ em $Q = q_1 U_1$: obtemos $Q = q_1 k U_2$. Comparando com $Q = q_2 U_2$, segue $q_2 = k q_1$. Assim, uma unidade menor exige um número maior para representar a mesma grandeza.

Exemplo

Como $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, temos $2,4 \text{ m} = 240 \text{ cm}$. A distância não aumentou; apenas foi contada com uma unidade cem vezes menor.

Número sem unidade pode perder o significado

Dizer que uma célula mede “12” é incompleto. São 12 m, 12 mm ou $12 \mu\text{m}$? Em ciência e tecnologia, omitir ou trocar a unidade pode produzir erros de milhões ou bilhões de vezes.

3 Notação científica aplicada às medidas

Definição 3.1: Notação científica

Um número positivo está em notação científica quando é escrito como

$$a \times 10^n, \quad 1 \leq a < 10, \quad n \in \mathbb{Z}.$$

O expoente n indica quantas potências de dez separam o valor da unidade escolhida.

Exemplo

$$149\,600\,000 \text{ km} = 1,496 \times 10^8 \text{ km}, \quad 0,000\,000\,12 \text{ m} = 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}.$$

O primeiro valor é de escala astronômica; o segundo é compatível com o tamanho de certos vírus.

Teorema 3.1: Operações com medidas em notação científica

Para multiplicar medidas, multiplicam-se os coeficientes, somam-se os expoentes e multiplicam-se as unidades. Para dividir, dividem-se os coeficientes, subtraem-se os expoentes e dividem-se as unidades. Somas e subtrações exigem unidades compatíveis e a mesma potência de dez.

Demonstração

As regras decorrem de $10^m 10^n = 10^{m+n}$ e $10^m / 10^n = 10^{m-n}$. A exigência nas somas vem da distributiva: $a10^n + b10^n = (a + b)10^n$. Unidades obedecem à mesma estrutura de produto e quociente.

Homogeneidade dimensional

Só se somam medidas da mesma grandeza depois de convertidas para unidades compatíveis. É válido somar $2\text{ m} + 30\text{ cm}$, após converter; não faz sentido físico somar $2\text{ m} + 30\text{ s}$.

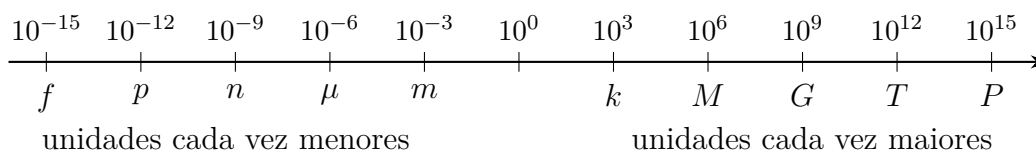
4 Prefixos decimais do SI

Um prefixo colocado antes de uma unidade representa uma potência de dez. A letra maiúscula ou minúscula faz parte do símbolo.

Prefixo	Símbolo	Fator	Prefixo	Símbolo	Fator
quilo	k	10^3	mili	m	10^{-3}
mega	M	10^6	micro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	pico	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}

Leitura correta de símbolos

mm significa milímetro; Mm significa megametro. Além disso, símbolos não recebem plural: escrevemos 5 km, e não “5 kms”. Recomenda-se deixar um pequeno espaço entre número e símbolo.



Teorema 4.1: Conversão entre prefixos

Se o prefixo de origem representa 10^a e o prefixo de destino representa 10^b , então

$$q_{\text{destino}} = q_{\text{origem}} \times 10^{a-b}.$$

Demonstração

A medida original é $q_{\text{origem}} 10^a U$. Para escrevê-la como $q_{\text{destino}} 10^b U$, igualamos as expressões e dividimos por $10^b U$, obtendo $q_{\text{destino}} = q_{\text{origem}} 10^{a-b}$.

Exemplo

Para converter $4,7 \mu\text{m}$ em nanômetros, usamos $a = -6$ e $b = -9$:

$$4,7 \times 10^{-6-(-9)} = 4,7 \times 10^3 = 4700 \text{ nm}.$$

Para converter 850 nm em micrômetros, $a = -9$ e $b = -6$:

$$850 \times 10^{-3} = 0,850 \mu\text{m}.$$

5 Conversão por fatores unitários

Definição 5.1: Fator unitário

É uma fração equivalente a 1, construída com duas expressões da mesma medida. Como $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$,

$$\frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1 \quad \text{e} \quad \frac{1 \text{ km}}{10^3 \text{ m}} = 1.$$

Teorema 5.1: Cancelamento de unidades

Multiplicar uma medida por fatores unitários preserva a grandeza e permite cancelar simbolicamente as unidades de origem. A orientação do fator deve deixar no numerador a unidade desejada.

Exemplo

$$72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Quilômetro e hora são cancelados; restam metros por segundo.

Áreas e volumes

O fator de conversão deve acompanhar a potência da unidade:

$$1 \text{ cm}^2 = (10^{-2} \text{ m})^2 = 10^{-4} \text{ m}^2, \quad 1 \text{ cm}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3.$$

Converter o lado por 10^{-2} não significa converter a área pelo mesmo fator.

6 Escalas astronômicas

Quilômetros são adequados no cotidiano, mas produzem números enormes quando comparamos planetas e estrelas. Unidades astronômicas reúnem muitos quilômetros numa única referência.

Definição 6.1: Unidade astronômica

A unidade astronômica, símbolo au ou usualmente UA em materiais escolares, é definida exatamente por

$$1 \text{ UA} = 149\,597\,870\,700 \text{ m} \approx 1,496 \times 10^{11} \text{ m}.$$

Ela é próxima da distância média entre a Terra e o Sol.

Definição 6.2: Ano-luz

É a distância percorrida pela luz no vácuo durante um ano juliano de 365,25 dias. Como $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$,

$$1 \text{ ano-luz} \approx 9,461 \times 10^{15} \text{ m}.$$

Dedução do ano-luz

Um ano juliano contém $365,25 \cdot 24 \cdot 3600 = 31\,557\,600 \text{ s}$. Pela relação $d = vt$,

$$d = (299\,792\,458 \text{ m/s})(31\,557\,600 \text{ s}) \approx 9,461 \times 10^{15} \text{ m}.$$

O segundo é cancelado, confirmando que o ano-luz é unidade de comprimento.

Definição 6.3: Parsec — extensão

Um parsec é a distância da qual 1 UA é vista sob ângulo de um segundo de arco. Aproximadamente,

$$1 \text{ pc} \approx 3,086 \times 10^{16} \text{ m} \approx 3,26 \text{ anos-luz}.$$

Ano-luz não é unidade de tempo

A palavra “ano” aparece porque o tempo participa da definição. O resultado de velocidade multiplicada por tempo é uma distância. Dizer que uma estrela está a 4 anos-luz informa separação espacial e também que sua luz levou cerca de 4 anos para chegar até nós.

Exemplo

Usando $1 \text{ ano-luz} \approx 9,461 \times 10^{15} \text{ m}$, uma distância de 4,2 anos-luz corresponde a

$$4,2 \cdot 9,461 \times 10^{15} \approx 3,97 \times 10^{16} \text{ m}.$$

7 Escalas microscópicas e nanométricas

Escala típica	Unidade conveniente	Exemplo aproximado
10^{-3} m	milímetro (mm)	espessura de um cartão
10^{-5} m	micrômetro (μm)	célula animal
10^{-6} m	micrômetro (μm)	bactéria
10^{-7} m	nanômetro (nm)	muitos vírus
10^{-9} m	nanômetro (nm)	moléculas pequenas
10^{-10} m	picômetro ou nanômetro	dimensão atômica

Teorema 7.1: Razão de tamanhos em unidade comum

Para comparar duas dimensões, converta-as para a mesma unidade e forme o quociente. A unidade cancela, e a razão resultante indica quantas vezes uma medida contém a outra.

Exemplo

Uma célula de $20\ \mu\text{m}$ e um vírus de $100\ \text{nm}$ devem ser comparados na mesma unidade. Como $20\ \mu\text{m} = 20\,000\ \text{nm}$,

$$\frac{20\,000\ \text{nm}}{100\ \text{nm}} = 200.$$

A dimensão linear da célula é cerca de 200 vezes maior.

Valores biológicos são variáveis

“Célula”, “bactéria” e “vírus” não designam objetos de tamanho único. Os valores em tabelas escolares são ordens típicas ou exemplos, não definições exatas. Sempre preserve palavras como “aproximadamente”, “em média” ou “neste modelo”.

8 Tempo e massa em escalas extremas

Os mesmos prefixos podem acompanhar outras unidades. Um milissegundo é 10^{-3} s; um microssegundo, 10^{-6} s; um nanossegundo, 10^{-9} s. Um miligrama é 10^{-3} g; um micrograma, 10^{-6} g; um nanograma, 10^{-9} g.

Exemplo

Em $1\ \text{ms} = 10^{-3}\ \text{s}$, a luz percorre aproximadamente

$$(3,0 \times 10^8\ \text{m/s})(10^{-3}\ \text{s}) = 3,0 \times 10^5\ \text{m} = 300\ \text{km}.$$

Mesmo um intervalo aparentemente curto pode corresponder a uma grande distância quando a velocidade é extrema.

A unidade-base de massa no SI

O quilograma é a unidade-base de massa do SI, embora já contenha o prefixo “quilo”. Na prática escolar, submúltiplos pequenos são frequentemente expressos a partir do grama: $1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g}$.

9 Informação digital: bit, byte e capacidade

Definição 9.1: Bit e byte

O **bit**, símbolo b, é uma unidade binária de informação. O **byte**, símbolo B, reúne 8 bits:

$$1 \text{ B} = 8 \text{ b}.$$

Teorema 9.1: Prefixos decimais em armazenamento

Com prefixos do SI,

$$1 \text{ kB} = 10^3 \text{ B}, \quad 1 \text{ MB} = 10^6 \text{ B}, \quad 1 \text{ GB} = 10^9 \text{ B}, \quad 1 \text{ TB} = 10^{12} \text{ B}.$$

As taxas de rede são frequentemente dadas em bits por segundo, como Mb/s ou Gb/s.

Definição 9.2: Prefixos binários

Para evitar ambiguidade, prefixos binários têm nomes e símbolos próprios:

$$1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ B}, \quad 1 \text{ MiB} = 2^{20} \text{ B}, \quad 1 \text{ GiB} = 2^{30} \text{ B}.$$

Assim, $1 \text{ GB} = 1\,000\,000\,000 \text{ B}$, enquanto $1 \text{ GiB} = 1\,073\,741\,824 \text{ B}$.

Maiúsculas alteram a informação

Mb significa megabit; MB, megabyte. Como $1 \text{ B} = 8 \text{ b}$, uma conexão de 80 Mb/s transfere, no máximo teórico, 10 MB/s. Na prática, protocolos e condições da rede reduzem a taxa útil.

Exemplo

Um arquivo de 800 MB contém 6400 Mb. Numa taxa ideal de 8 Mb/s, o tempo é

$$t = \frac{6400 \text{ Mb}}{8 \text{ Mb/s}} = 800 \text{ s} = 13 \text{ min } 20 \text{ s}.$$

10 Exatidão, aproximação e escolha da unidade

Definição 10.1: Valor exato e valor aproximado

Um valor é **exato** quando resulta de contagem ou definição sem incerteza no contexto. É **aproximado** quando vem de medição, arredondamento ou modelo. Usamos $=$ para igualdade e $\approx$ para aproximação.

Exemplo

1 B = 8 b é uma relação definida exatamente. Já $c \approx 3,0 \times 10^8$ m/s é uma aproximação conveniente do valor definido 299 792 458 m/s.

Teorema 10.1: Conversão não cria precisão

Uma conversão exata de unidade preserva a informação da medida original. Acrescentar casas decimais após converter não torna a medição mais precisa.

Demonstração

Se uma medida foi registrada como $3,0 \mu\text{m}$, ela possui duas casas significativas no contexto. A igualdade $3,0 \mu\text{m} = 3000 \text{ nm}$ é exata quanto à unidade, mas escrever 3000,000 nm não acrescenta informação experimental; apenas preenche zeros calculados.

Boa escolha de unidade

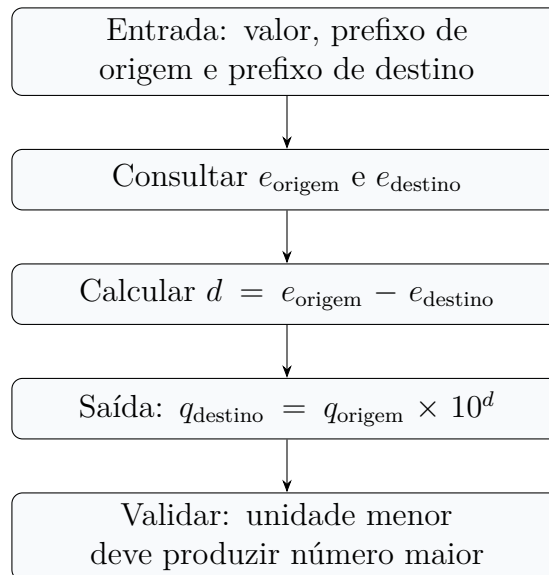
Prefira uma unidade que produza um valor numérico legível, frequentemente entre 1 e 1000. É mais informativo escrever 120 nm do que 0,000 000 120 m, embora as duas expressões sejam equivalentes.

10.1 Ordem de grandeza — extensão

A ordem de grandeza pode ser tomada como a potência de dez mais próxima do valor. Se $x = a \times 10^n$, com $1 \leq a < 10$, então a ordem é 10^n quando $a < \sqrt{10}$ e 10^{n+1} quando $a \geq \sqrt{10}$. Em todo uso, declare a convenção, pois alguns materiais escolares chamam simplesmente 10^n de ordem decimal.

11 Calculadora, planilha e validação

Uma conversão confiável pode ser organizada por expoentes. Associe a cada prefixo seu expoente e , calcule $e_{\text{origem}} - e_{\text{destino}}$ e multiplique o valor por 10 elevado a essa diferença.



Atividade investigativa

Crie numa planilha uma tabela com prefixo, símbolo e expoente. Em células separadas, informe valor, expoente de origem e expoente de destino. Use a fórmula `=valor*10^(origem-destino)`. Teste pelo menos uma conversão astronômica, uma microscópica e uma de armazenamento; faça também a conversão inversa para verificar se o valor inicial é recuperado.

12 Exercícios de consolidação

1. Defina grandeza mensurável.
2. Defina unidade de medida.
3. Em 4,2 mm, identifique valor numérico e unidade.
4. Explique por que 5 m e 5 s não podem ser somados.
5. Escreva 0,000 000 84 m em notação científica.
6. Escreva $3,2 \times 10^8$ m em forma decimal.
7. Calcule $(2 \times 10^3 \text{ m})(4 \times 10^2 \text{ m})$.
8. Compare $6 \times 10^{-7} \text{ m}$ e $4 \times 10^{-6} \text{ m}$.
9. Que potência de dez representa o prefixo quilo?
10. Que potência representa mega?
11. Que potência representa mili?
12. Que potência representa micro?
13. Que potência representa nano?
14. Converta 3,5 km em metros.

15. Converta 7200 m em quilômetros.
16. Converta 4,8 mm em metros.
17. Converta $2,5 \mu\text{m}$ em metros.
18. Converta 7×10^{-9} m em nanômetros.
19. Converta 0,035 m em milímetros.
20. Converta $6,2 \times 10^5$ nm em milímetros.
21. Quantos nanômetros há em um centímetro?
22. Converta 0,15 mm em micrômetros.
23. Use $1 \text{ UA} \approx 1,496 \times 10^8 \text{ km}$ para expressá-la em quilômetros sem notação científica.
24. Converta 2 UA em metros usando $1 \text{ UA} \approx 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$.
25. Usando $c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, calcule a distância percorrida pela luz em 8 minutos.
26. Converta 4,2 anos-luz em metros usando $1 \text{ ano-luz} \approx 9,46 \times 10^{15} \text{ m}$.
27. Explique por que ano-luz é unidade de distância.
28. Converta 1 pc em anos-luz usando a aproximação do curso.
29. Converta $12 \mu\text{m}$ em metros.
30. Converta 120 nm em micrômetros.
31. Converta $2 \mu\text{m}$ em nanômetros.
32. Converta 0,1 nm em metros.
33. Quantas vezes $20 \mu\text{m}$ é maior que 100 nm?
34. Diferencie bit e byte, incluindo seus símbolos.
35. Quantos bits formam um byte?
36. Quantos bytes há em 5 MB no sistema decimal?
37. Converta 2,5 GB em megabytes decimais.
38. Converta uma taxa de 16 Mb/s em MB/s.
39. Quantos bytes há em 1 GiB?
40. Compare 1 GB e 1 GiB: qual é maior e por quantos bytes?

13 Aprofundamento e elaboração

41. Converta 72 km/h em m/s por fatores unitários.
42. Estime a distância percorrida pela luz em 1 ms.

43. Converta 650 nm em metros e micrômetros.
44. Escolha uma unidade com valor entre 1 e 1000 para expressar $4,7 \times 10^{-5}$ m.
45. Expresse $3,6 \times 10^{12}$ B em terabytes e gigabytes decimais.
46. Calcule o tempo ideal para transferir 800 MB por uma conexão de 8 Mb/s.
47. Quantos intervalos de 10 nm cabem numa largura de $2 \mu\text{m}$?
48. Mil células de $7,5 \mu\text{m}$ são alinhadas sem espaços. Qual é o comprimento total em milímetros?
49. Estime o tempo que a luz leva do Sol à Terra usando $1,496 \times 10^{11}$ m e $2,998 \times 10^8$ m/s.
50. Converta 4 GiB em bytes e em gigabytes decimais.
51. Escreva um algoritmo geral para converter entre dois prefixos decimais.
52. Elabore um problema que exija distinguir valor definido exatamente de valor medido aproximadamente.

14 Avaliação-síntese

53. Converta $5,6 \times 10^{-8}$ m em nanômetros.
54. Converta 0,0032 mm em micrômetros.
55. Uma sonda percorre $2,4 \times 10^9$ km. Expresse em metros e em UA, usando $1 \text{ UA} \approx 1,496 \times 10^8$ km.
56. Uma estrela está a 12,5 anos-luz. Estime a distância em metros com $1 \text{ ano-luz} \approx 9,46 \times 10^{15}$ m.
57. Uma luz tem comprimento de onda de 550 nm. Expresse em metros e micrômetros.
58. Converta 32 GB decimais em bytes e aproximadamente em GiB.
59. Um campo microscópico de 0,24 mm contém 40 células lado a lado. Estime a dimensão média de cada uma em micrômetros.
60. Justifique por que $3,0 \mu\text{m} = 3000 \text{ nm}$ não torna a medição mais precisa.
61. Compare um exemplo de escala astronômica e um de escala microscópica, escolhendo unidades adequadas e justificando-as.
62. Descreva um procedimento de planilha que converta qualquer prefixo da tabela e valide o resultado pela operação inversa.

15 Gabarito comentado

1. Propriedade que pode ser comparada quantitativamente, como comprimento, massa ou tempo.

2. Quantidade padronizada usada como referência para medir uma grandeza.
3. Valor numérico 4,2; unidade milímetro, símbolo mm.
4. Porque representam grandezas diferentes, comprimento e tempo; não há unidade comum que torne a soma fisicamente significativa.
5. $8,4 \times 10^{-7} \text{ m}$.
6. 320 000 000 m.
7. $8 \times 10^5 \text{ m}^2$.
8. $4 \times 10^{-6} \text{ m}$ é maior: convertido para 10^{-7} m , vale $40 \times 10^{-7} \text{ m}$.
9. 10^3 .
10. 10^6 .
11. 10^{-3} .
12. 10^{-6} .
13. 10^{-9} .
14. $3,5 \times 10^3 = 3500 \text{ m}$.
15. $7200/1000 = 7,2 \text{ km}$.
16. $4,8 \times 10^{-3} \text{ m}$.
17. $2,5 \times 10^{-6} \text{ m}$.
18. 7 nm.
19. $0,035 \times 10^3 = 35 \text{ mm}$.
20. Como $1 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ mm}$, o resultado é 0,62 mm.
21. $1 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m} = 10^7 \text{ nm}$.
22. $0,15 \times 10^3 = 150 \mu\text{m}$.
23. 149 600 000 km.
24. $2 \cdot 1,496 \times 10^{11} = 2,992 \times 10^{11} \text{ m}$.
25. $8 \text{ min} = 480 \text{ s}$; $d = 3 \times 10^8 \cdot 480 = 1,44 \times 10^{11} \text{ m}$.
26. $4,2 \cdot 9,46 \times 10^{15} = 3,9732 \times 10^{16} \text{ m}$.
27. Porque é definida por $d = ct$: velocidade multiplicada por tempo resulta em comprimento.
28. $1 \text{ pc} \approx 3,26 \text{ anos-luz}$.
29. $12 \times 10^{-6} = 1,2 \times 10^{-5} \text{ m}$.
30. $120 \text{ nm} = 0,120 \mu\text{m}$.

31. $2\text{ }\mu\text{m} = 2000\text{ nm}$.
32. $0,1\text{ nm} = 1 \times 10^{-10}\text{ m}$.
33. $20\text{ }\mu\text{m} = 20\,000\text{ nm}$; a razão é $20\,000/100 = 200$.
34. Bit (b) é a unidade binária elementar; byte (B) reúne 8 bits.
35. 8 bits.
36. $5 \times 10^6 = 5\,000\,000\text{ B}$.
37. $2,5\text{ GB} = 2500\text{ MB}$.
38. $16/8 = 2\text{ MB/s}$.
39. $2^{30} = 1\,073\,741\,824\text{ B}$.
40. 1 GiB é maior por $1\,073\,741\,824 - 1\,000\,000\,000 = 73\,741\,824\text{ B}$.
41. $72 \cdot (1000/3600) = 20\text{ m/s}$.
42. $(3 \times 10^8)(10^{-3}) = 3 \times 10^5\text{ m} = 300\text{ km}$.
43. $650\text{ nm} = 6,50 \times 10^{-7}\text{ m} = 0,650\text{ }\mu\text{m}$.
44. $4,7 \times 10^{-5}\text{ m} = 47\text{ }\mu\text{m}$.
45. $3,6 \times 10^{12}\text{ B} = 3,6\text{ TB} = 3600\text{ GB}$.
46. $800\text{ MB} = 6400\text{ Mb}$; $6400/8 = 800\text{ s} = 13\text{ min }20\text{ s}$.
47. $2\text{ }\mu\text{m} = 2000\text{ nm}$; cabem $2000/10 = 200$ intervalos.
48. $1000 \cdot 7,5\text{ }\mu\text{m} = 7500\text{ }\mu\text{m} = 7,5\text{ mm}$.
49. $t = d/c \approx (1,496 \times 10^{11})/(2,998 \times 10^8) \approx 499\text{ s}$, cerca de 8 min 19 s.
50. $4\text{ GiB} = 4 \cdot 2^{30} = 4\,294\,967\,296\text{ B} = 4,294967296\text{ GB}$.
51. Associar expoentes a e b aos prefixos de origem e destino; calcular $d = a - b$; multiplicar o valor por 10^d ; anexar a unidade de destino; converter de volta para validar.
52. Resposta pessoal. Deve identificar uma relação exata por definição, uma medição aproximada, usar $=$ e $\approx$ corretamente e explicar por que arredondamentos não criam precisão.
53. $5,6 \times 10^{-8}\text{ m} = 56\text{ nm}$.
54. $0,0032\text{ mm} = 3,2\text{ }\mu\text{m}$.
55. $2,4 \times 10^9\text{ km} = 2,4 \times 10^{12}\text{ m}$; em UA, $(2,4 \times 10^9)/(1,496 \times 10^8) \approx 16,0\text{ UA}$.
56. $12,5 \cdot 9,46 \times 10^{15} = 1,1825 \times 10^{17}\text{ m}$.
57. $550\text{ nm} = 5,50 \times 10^{-7}\text{ m} = 0,550\text{ }\mu\text{m}$.
58. $32\text{ GB} = 32\,000\,000\,000\text{ B}$. Dividindo por 2^{30} , obtemos aproximadamente 29,8 GiB.
59. $0,24\text{ mm}/40 = 0,006\text{ mm} = 6\text{ }\mu\text{m}$.

60. A igualdade entre unidades é exata, mas os dois Algarismos Significativos de 3,0 continuam sendo os únicos dados pela medição; zeros escritos após a conversão não são novas observações.
61. Resposta pessoal. Deve escolher, por exemplo, UA ou ano-luz para a escala astronômica e μm ou nm para a microscópica, converter corretamente e justificar legibilidade.
62. Criar tabela de expoentes; ler origem a e destino b ; calcular $q' = q10^{a-b}$; mostrar unidade; repetir com origem e destino trocados e verificar se o valor inicial é recuperado, admitindo apenas erro de arredondamento.

16 Síntese final

Síntese

Toda medida tem a forma $Q = qU$. Se os prefixos de origem e destino representam 10^a e 10^b , então

$$q_{\text{destino}} = q_{\text{origem}} 10^{a-b}.$$

As unidades devem acompanhar todas as operações e podem ser canceladas por fatores unitários. UA e ano-luz tornam legíveis distâncias astronômicas; micrômetro e nanômetro descrevem escalas biológicas e tecnológicas; bytes e prefixos decimais ou binários expressam informação. Converter unidades preserva a grandeza e não aumenta a precisão da medição.