

RESPOSTAS

1. a) 4 b) $3,2 \times 10$ c) $1,86 \times 10^5$ d) 3×10^7 e) $7,0 \times 10^{-1}$ f) $1,2 \times 10^{-3}$
 g) $4,03 \times 10^{-4}$ h) $5,32 \times 10^4$ i) $2,32 \times 10^2$ j) $7,89 \times 10^2$ k) $3,300 \times 10^3$
 l) $2,46 \times 10^7$ m) $3,4 \times 10^{-5}$ n) 4,5 o) $9,68 \times 10^{-5}$ p) $1,3 \times 10^{-3}$
 q) $2,8 \times 10^{-13}$ r) $4,5 \times 10$
 2. a) 4,2 km b) $4,2 \times 10^5$ cm c) $4,2 \times 10^6$ mm
 3. a) $6,2 \times 10^5$ cm³ b) $6,2 \times 10^8$ mm³
 4. a) $6,6 \times 10^2$ cm² b) $6,6 \times 10^4$ mm²
 5. a) $7,2 \times 10^9$ cm b) $7,2 \times 10^4$ km
 6. 5,40 cm. Porque tem mais algarismos significativos.
 7. 44,9 g 8. $8,10 \times 10^2$ m 9. 49 g 10. 21×10^4 cm²
 11. $3,81 \times 10^6$ g² 12. $6,54 \times 10^7$ m 13. 1,0 14. 161 cm²
 15. A medida 2,00 é mais precisa que 2,0 porque tem mais algarismos significativos.
 16. 7,60 m/s; $7,60 \times 10^2$ cm/s 17. 0,68 m/s; $6,8 \times 10$ cm/s

*Adquirido
em 17/11/83
Mestizagem*

SEÇÃO 6 – PESOS E MEDIDAS – HISTÓRICO

ANTIGUIDADE

Em nossa civilização atual, os processos de medição são bastante complexos, a fim de satisfazerem às necessidades da ciência e da tecnologia. Em épocas remotas, o homem utilizou processos simples, suficientes para a sua técnica primitiva.

Mas, quando começou a medir? Começou provavelmente quando ainda nem falava, pois poderia medir ou comparar um peixe com outro e saber qual o maior ou o menor. Também seria do seu conhecimento que uma certa quantidade de alimento saciava sua fome. Obviamente, eram maneiras intuitivas de medir.

A partir do momento em que o homem passou a viver em grupos e à proporção que esses aglomerados cresciam, a necessidade de medir aumentava ainda mais. As maneiras como mediam as grandezas eram bastante simples: usavam partes do próprio corpo, como o comprimento do pé, a largura da mão ou a grossura do dedo, o palmo e a passada. Utilizavam ainda uma vara ou um bastão.

Com o surgimento das primeiras civilizações, tais processos não mais satisfaziam às necessidades dos homens, pois os mesmos sabiam constatar as diferenças daquelas partes para cada indivíduo. As construções de casas e navios, a divisão de terras e o comércio com outros povos exigiam medidas padrões, que fossem as mesmas em qualquer lugar. Assim, um mercador de tecidos da Babilônia poderia vender sua mercadoria em Jerusalém, usando uma vara padrão de tamanho aproximado ao da adotada lá.

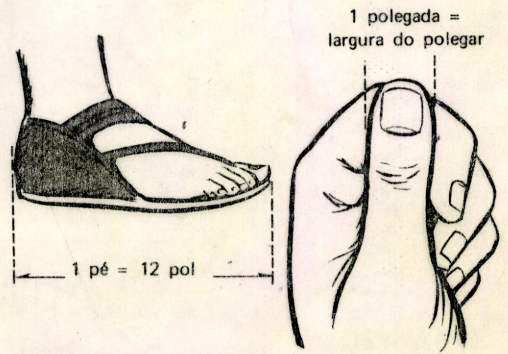
Os povos antigos – os egípcios, os babilônios, os assírios, os chineses, os persas e os gregos – possuíam padrões diferentes de comprimento. A unidade de com-



primento dos babilônios era o dedo (aproximadamente 16 milímetros). Usavam também o cúbito, que equivalia a 30 dedos. O pé e a polegada foram, em geral, para esses povos, as unidades padrões.



o pé



É interessante ressaltar que, segundo L.A. San-
ches, os egípcios possuíam uma estranha medida deno-
minada "polegada piramidal", encontrada na grande pi-
râmide de Quéops, junto ao Nilo, construída a 3 ou 4
mil a.C. Ao ser estudada, concluíram que o diâmetro da
Terra mede um bilhão e meio destas polegadas. O cál-
culo do perímetro da base da pirâmide resulta 365 242
polegadas, resultado cujos algarismos exprimem exata-
mente o número de dias do ano solar (365,242 dias).

O homem também precisou pesar, ou melhor,
comparar massas, pois peso e massa são duas grandezas
diferentes, sendo o primeiro uma força resultante da
atração gravitacional, como você verá mais adiante no
seu curso de Física. Massa é a quantidade de matéria de
um corpo, ou em termos mais físicos, é a resistência que
ele oferece a uma força aplicada. O peso pode variar
dependendo das condições e a massa é invariante no
estado de repouso.

Nos primeiros tempos, o homem comparava a
massa de dois corpos equilibrando-os um em cada mão.
Até que surgiu a primeira máquina de comparação: uma
vara suspensa no meio por uma corda. Os objetos eram
pendurados nas suas extremidades e, se houvesse o equi-
líbrio, ou seja, se a vara ficasse na horizontal, eles pos-
suíam a mesma massa.

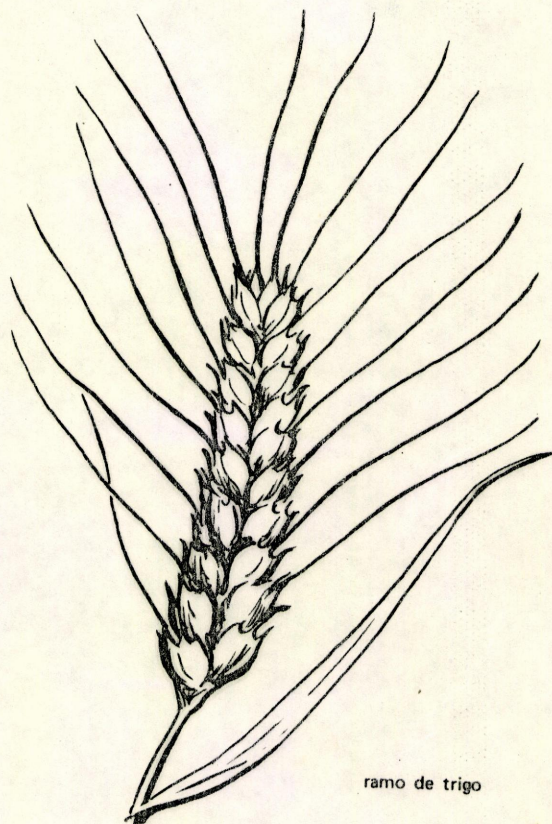


Os povos antigos padronizaram centenas de di-
ferentes pesos e medidas para atender às necessidades
de suas civilizações.

O grão de trigo tirado do meio da espiga, pro-
vavelmente foi o primeiro elemento padrão de peso. Dos
sistemas adotados, um deles propagou-se pela Europa to-

da e hoje ainda é usado pelos países de língua inglesa,
após pequenas modificações: trata-se do sistema comer-
cial chamado "avoirdupois", palavra francesa que signi-
fica "bens de peso". Suas unidades são:

grão	(gr.)	
dracma	(dr.)	unidade
onça	(oz.)	28,349
libra	(lb.)	unidade de
quintal	(cwt.)	unidade
tonelada	(t.)	



ramo de trigo

Com relação ao tempo, apesar de não poder
segurá-lo ou guardá-lo, o homem conseguia medi-lo re-
gistrando as repetições dos fenômenos periódicos. Qual-
quer evento familiar servia para marcar o tempo: o pe-
ríodo entre um e outro nascer do Sol, a sucessão das
luas cheias, ou a das primaveras.

Você deve saber que, assim como os antigos,
os índios contavam os anos por invernos ou verões, os
meses por luas e os dias por sóis. Tais cálculos não eram
muito exatos. As horas de claridade entre o nascer e o
pôr do sol variam muito durante o ano. Já o período
que vai de uma lua cheia a outra permanecia constante.
Logo os homens perceberam tal fato e concluíram que
a maneira mais exata de medir o tempo era baseando-se
na periodicidade de eventos em corpos celestes.

O nosso ano é o período de tempo que a
Terra faz o seu movimento de translação em torno do
Sol. Ele é, às vezes, chamado de ano astronômico, equi-

ponto da Terra onde se regista o maior dia
nacional, natural ou solar. Os cientistas chamam-no geralmente de ano trópico e tem 365 dias, 5 horas, 48 minutos, 45 segundos e 7 décimos. Como no calendário consideramos apenas 365 dias, a cada quatro anos, as horas e os minutos que sobram são reunidos, formando mais um dia, que aparece no ano bissexto.

O mês foi a primeira medida exata de tempo. Era calculado de uma lua cheia a outra e tinha exatamente 29 dias e meio. Entretanto, dividindo-se o ano em meses lunares, obtinha-se 12 meses e uma sobra de 11 dias. Não havia relação exata entre o ano calculado pela translação da Terra em torno do Sol e o mês lunar. Isto originava confusão ao iniciar um novo mês. Outras tentativas de divisões em relação a fenômenos naturais foram refutadas pela mesma razão. Júlio César, no ano 46 a.C., aboliu o ano lunar e adotou o ano solar de 365 dias, com um dia a mais a cada quatro anos. Os meses eram baseados aproximadamente nos meses lunares, porém com duração diferente. Os imperadores romanos costumavam subtrair dias de alguns meses para adicioná-los a outros, seus favoritos.

A semana de 7 dias não tem relação exata com os corpos celestes e seus movimentos, embora a divisão do mês em quatro semanas tenha origem nas divisões que representavam as quatro fases da Lua.

O dia é estabelecido pelo período de rotação da Terra em torno do seu eixo.

A hora é a vigésima quarta parte do dia, não existindo, porém, relação entre os fenômenos naturais e as repetições de duração de uma hora: a divisão foi feita arbitrariamente e por conveniência.

O relógio de Sol, que consistia em um bastão espetado no chão no centro de um círculo, foi o primeiro instrumento para medir o intervalo de tempo.

Uma hora possui 60 minutos e este, 60 segundos. Esta divisão foi feita pelos antigos babilônios (≈ 2000 a.C.), que adotavam um sistema de base sexagesimal, pois já haviam dividido o círculo na base 60, critério que até hoje conservamos.

IDADE MÉDIA E RENASCENÇA

Os pesos e medidas usados nas civilizações antigas eram levados a outras através do comércio ou da conquista. Assim, no início da Idade Média, as unidades adotadas eram as dos romanos, o último e maior império da Antiguidade, que levaram-nas por toda a Europa, oeste da Ásia e África. Sem dúvida, os mais usados eram ainda aqueles das dimensões humanas. Obviamente eram necessárias medidas mais precisas para certas atividades, como no caso das construções bizantinas e árabes. Esses povos certamente possuíam seus padrões de pesos e medidas, embora fossem diferentes para cada região. Ao que tudo indica, nenhum padrão foi criado em termos nacionais, até que, na Inglaterra, Ricardo I (reinou de 1189 a 1199), já no século XII, determinou unidades

para comprimento e para capacidade. Estas eram de ferro e mantidas em várias regiões do país por autoridades regionais com o objetivo de comprovar a veracidade de uma medida. Datam desta época a jarda e o galão, até hoje usados pelos países de língua inglesa.

Várias versões existem para explicar o aparecimento da jarda: no norte da Europa, supõe-se que era o tamanho da cinta usada pelos anglo-saxões e no sul seria o dobro do comprimento do cúbito dos babilônios. Seu valor também pode ter sido determinado por Henrique I (reinou de 1100 a 1135), que teria fixado o seu comprimento como sendo a distância entre o seu nariz e a ponta de seu braço esticado. Informações como esta provavelmente não carecem de verdade, pois a maioria dos padrões da Idade Média era realmente criada pelos soberanos, primeiros interessados nas medidas dos valores de seus reinos.



a jarda

Os pesos padrões eram aqueles dos povos antigos, conforme a região, em geral mantendo o grão como unidade fundamental. Em algumas regiões européias, continuava o uso do sistema "avoirdupois" nas transações comerciais. Para o comércio de jóias e pedras preciosas, que exigia processos de medidas mais delicados, era usado o sistema "troy", cujas unidades eram:

grão	(gr.)
pennyweight	(dw.t)
onça	(oz.t)
libra	(lb.t)

Para pedras preciosas, a unidade era o quilate, que equivale aproximadamente a 4 grãos.

nenh
gêne
guidi
devic
deso

temp
sendo
Euro
fim c
drões
e poc
pogra
ternat
até h

SISTE
INTE

medid
comer
às nov
e as in
trial, f
ra a de
que fo

natura
Após e
famosc
a unida
decima
guintes

a) com
ções

b) com

c) com
dor

grandez
peso, e
veis, fo
de não
com um
Paris já
parado

cessárias
para a e
Legendr
varia e
aceito p
medida
realment

De todos os padrões de pesos e medidas criados, nenhum conseguiu uma utilização internacional e homogênea, existindo ainda aqueles remanescentes da Antiguidade. A situação se tornava mais delicada e confusa, devido a reprodução inexata, erros de interpretação e desonestidade de alguns.

O mesmo não aconteceu com as medidas de tempo que já haviam sido padronizadas por Júlio César, sendo seu calendário adotado pelo menos em toda a Europa. Ainda devemos lembrar que nas invenções do fim da Idade Média e Renascença eram adotados padrões cautelosos, pois tratava-se de uma nova atividade e podia ser muito bem controlada. Como exemplo, a tipografia e a imprensa, cujos tipos móveis de padrões internacionais foram criados em fins do século XV e são até hoje mantidos.

SISTEMA MÉTRICO DECIMAL E SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

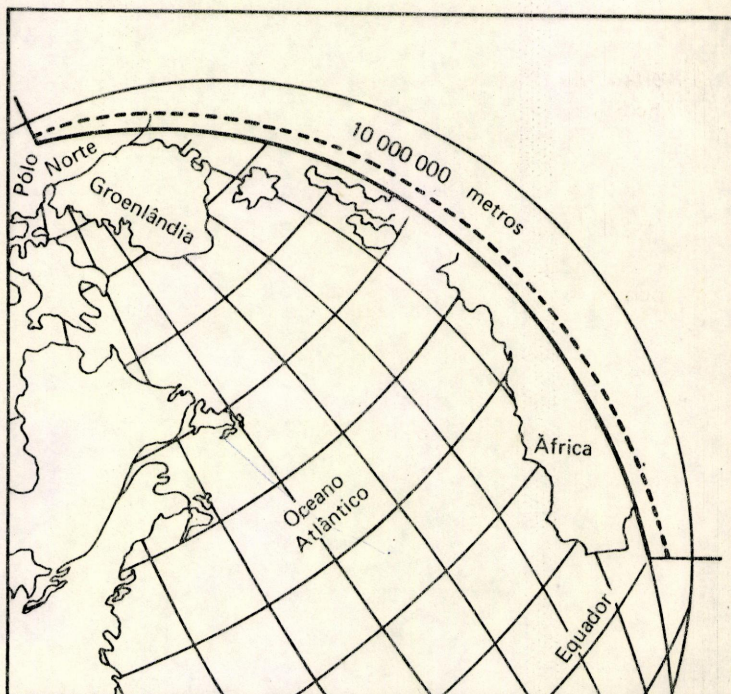
Em fins do século XVIII, a diversificação de medidas era enorme, dificultando muito as transações comerciais. Na França, a situação estava pior e graças às novas idéias trazidas pela Revolução Francesa de 1789 e as imposições que fazia o florescimento da era industrial, foi criada uma comissão de homens de ciência para a determinação e construção de padrões, de tal modo que fossem universais.

Os padrões deveriam reproduzir os fenômenos naturais, para não dependerem de futuras mudanças. Após estudos e pesquisas, a comissão que incluía nomes famosos como Borda, Lagrange e Laplace concluiu que a unidade de comprimento deveria pertencer ao sistema decimal, de maior facilidade, e presa a um dos três seguintes fenômenos naturais:

- a) comprimento de um pêndulo de período (2 oscilações) igual a 1 segundo, latitude 45°
- b) comprimento de $\frac{1}{4}$ do círculo equatorial
- c) comprimento de $\frac{1}{4}$ de meridiano terrestre do equador a um dos pólos

Como na primeira a medida iria depender de grandezas alheias ao comprimento, como o tempo e o peso, e como medidas do equador eram quase impossíveis, foi aceita a proposição do meridiano, pois, além de não apresentar os defeitos das anteriores, já contava com uma boa comparação. O meridiano que passa por Paris já havia sido medido precisamente e podia ser comparado com a nova determinação.

Imediatamente foram tomadas as medidas necessárias para o trabalho e designadas cinco comissões para a execução, onde figuravam Lavoisier, Coulomb e Legendre. Devido à demora que o empreendimento levaria e à urgência da criação do sistema, foi proposto e aceito pela Assembléia o metro provisório, baseado na medida antiga. Mais tarde, verificou-se que a diferença realmente era mínima.



A distância do Pólo Norte ao Equador é de quase exatamente 10 000 000 metros.

As unidades padrões eram o metro, o quilograma e o segundo.

O metro foi definido como a décima milionésima parte do meridiano terrestre, medido de Dunkerke a Barcelona.

A unidade de massa era o quilograma, construído em platina iridiada, massa próxima de 1 litro de água destilada a 4°C .

O segundo era a unidade de tempo, de valor 86 400 avós do dia solar médio.

Por decreto-lei, as unidades tornaram-se oficiais na França e, passados alguns anos, vários países já as adotavam.

Os padrões foram feitos e cópias exatas foram enviadas aos países que legalizaram o sistema métrico, dentre eles o Brasil.

Anualmente, por volta de 1870, reuniam-se em Paris os membros da Confederação Internacional de Pesos e Medidas e, em 1875, determinou-se a criação do Bureau Internacional de Medidas. Participaram 30 países, dentre os quais o Brasil, através de seu representante, Visconde de Itajubá.

A Inglaterra resolveu não adotar o sistema decimal, mantendo até hoje suas unidades, juntamente com os Estados Unidos.

Com o desenvolvimento científico e tecnológico de nosso século, verificou-se, além de melhores maneiras de definir as unidades, a insuficiência destas, pois não havia um padrão para grandezas fundamentais como no caso da eletricidade.

Enfim, em 1960, na XI Conferência Internacional de Pesos e Medidas, foi adotado o Sistema Interna-

cional de Unidades e o metro e o segundo foram redefinidos, como você encontrou neste capítulo.

As grandezas fundamentais do SI são: Comprimento, Massa, Tempo, Intensidade Elétrica, Temperatura e Intensidade Luminosa.

Devido a sérios prejuízos que sofre a Inglaterra pela não adoção do SI, já está determinado oficialmente que passará a implantá-lo a partir de 1974.

Como você deve ter observado, um modelo ou uma teoria científica nunca é eternamente exata, podendo vir a sofrer mudanças conforme a própria ciência e tecnologia exija, de acordo com o seu desenvolvimento.

QUESTÕES

- 1 ■ Por que o homem precisou medir?
- 2 ■ Por que na Idade Média e Renascença aumentou a necessidade de medir com mais sistematização?
- 3 ■ Procure deduzir as razões que levaram às redefinições do metro e segundo.
- 4 ■ Você acha que as unidades atuais iriam satisfazer mais aos povos anteriores que as por eles usadas?
- 5 ■ Pelo desenvolvimento das maneiras de medir, você acha que as unidades atuais não mais necessitarão serem redefinidas?