

1.1- O QUE É MEDIR?

Todas as ciências lidam com um amplo conjunto de grandezas. Cada uma delas relevante para o estudo, ou a análise, de um determinado fenômeno. No caso da física dizemos que ela lida com grandezas físicas.

Um dos aspectos mais importantes em relação às grandezas físicas é que sempre existe a necessidade de quantificá-las. Quantificar, que é estabelecer o quanto existe de certa grandeza como a massa, requer que a comparemos com outras. Ou seja, exige que façamos comparações. Dizemos que para determinarmos com precisão o valor de uma grandeza física existe a necessidade de se efetuar medidas. Medir, por outro lado, é comparar.

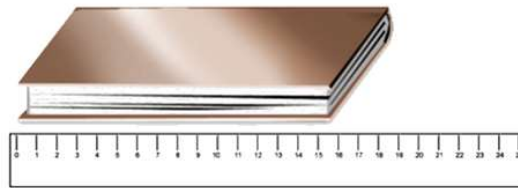


Fig. 1- Medir é comparar com uma unidade de medida.

Por exemplo, no cotidiano, quando estamos numa viagem muitas vezes queremos saber qual é a velocidade do automóvel. Existe um instrumento (o velocímetro) que nos dá informações sobre os valores dessa grandeza física ao longo da viagem. Quando vamos à feira, por exemplo, queremos saber qual é a massa de uma porção de tomates. Nesse caso dizemos que queremos saber qual é o peso dos tomates ou de uma porção de tomates. Também às vezes nos interessa saber qual é a altura de alguém. Ou seja, precisamos medir o comprimento de um indivíduo. O fato é que no dia a dia efetuamos medidas praticamente ao longo do dia inteiro. Para constatar isso basta, por exemplo, contar quantas vezes consultamos o relógio para determinar as horas. Estamos neste caso, medindo o tempo.



Fig. 2- Podemos usar nossas pulsações para medir o tempo. Unidade não padronizada, pois depende de cada indivíduo.

Medir é comparar uma grandeza com outra grandeza (de mesma natureza) a qual se adota como uma unidade de medida. De preferência, devemos adotar uma unidade padrão.

Na ciência, por outro lado, definimos o que é medir como sendo aquilo que fazemos quando comparamos grandezas da mesma natureza. Fazemos uma comparação da grandeza física que queremos medir com uma unidade de medida, de preferência uma unidade de medida padrão. No entanto, muitas vezes lançamos mão de unidades não padronizadas. Por exemplo: quando medimos o tamanho de uma sala, às vezes utilizamos o palmo, ou o do passo da perna. Você dá cinco passos e diz: essa sala mede 5 metros, imaginando que cada passo corresponda a 1 metro. Mas de qualquer maneira estamos lançando mão de uma unidade não padronizada. Por vezes é isso que temos à nossa disposição.

O fato é que no processo de medida, devemos adotar uma unidade da grandeza a ser medida. As unidades de medida padronizadas são aquelas que hoje são aceitas praticamente em todos os países. São as unidades do sistema internacional de medidas.

Gostaríamos de chamar a atenção para o fato de que muitas vezes agente lança mão de processos de medidas indiretas. Por exemplo: como se pode medir a massa da terra, a massa do sol, se nós não temos balanças para pesar esses objetos como dizemos no cotidiano ou para medir a massa.

1.2- MEDIDAS DE DISTÂNCIAS

Muitas vezes queremos medir a distância entre dois pontos no espaço. Às vezes queremos medir a distancia entre dois pontos localizados sobre uma mesa. Outras vezes queremos medir o comprimento de uma mesa ou sua largura.

Em se tratando de medidas de distância entre dois pontos estamos sempre nos referindo à menor distância entre esses dois pontos. E essa menor distância é aquela medida ao longo de um caminho que interliga esses dois pontos. Mas esse caminho é uma linha reta, ou um segmento de reta.



Fig. 3- Medidas de comprimento.

Às vezes, dizemos: “a menor distância entre dois pontos é uma reta”. Na realidade distância é uma coisa e reta é outra. O que nós estamos querendo dizer com isso é que a menor distância entre dois pontos é a distância medida ao longo de uma reta, no caso um segmento de reta que interliga esses dois pontos. Para medirmos distâncias, devemos adotar uma unidade de preferência uma unidade padrão. Mas podemos lançar mão de unidades não padronizadas o palmo, por exemplo. Essa mesa eu medi, e deu cinco palmos. Para quem tem essa informação ela é pouco útil por que cada um tem um palmo diferente. A menos que você especifique: o meu palmo é de 25 cm, por exemplo. O ideal mesmo é lançar mão de uma unidade padrão. Depois de muitas convenções entre vários países, adotou-se uma unidade padrão conhecida hoje como a unidade padrão do sistema internacional de medidas. O sistema internacional de medidas (SI) evoluiu a partir da Revolução Francesa, na qual se percebeu a necessidade de adotar unidades que fossem reconhecidas, padronizadas. Seria uma iniciativa visando dar segurança aos cidadãos no sentido de não serem lesados ao efetuarem compras. Assim, a França liderou um movimento internacional para definir unidades que viessem a ser utilizadas por todo mundo. É claro que isso não aconteceu em todos os países. A maioria aderiu. Os países de língua inglesa, por exemplo, adotam unidades de medidas que não são unidades do

sistema internacional de medidas. De qualquer maneira, hoje a tendência é a de que todos os países venham a aderir ao sistema internacional de medidas. No SI a unidade padrão é o metro. A ideia do metro foi evoluindo paulatinamente. Não foi definida rapidamente nem tampouco com muita precisão, porquanto no início se pensava no metro como sendo $1/10.000.000$ ou seja $1/10.000$ km. Essa fração, de 10.000.000 de metros se refere ao que eles entendiam ser a distância entre o polo e o Equador, ou seja, cobrindo $\frac{1}{4}$ do diâmetro terrestre. Na verdade se pensava mais do polo até Paris. Essa foi a ideia original. No entanto, depois se optou por estabelecer essa unidade padrão e construí-la a partir de um protótipo.

A partir de um determinado período, o metro padrão era uma barra, um objeto metálico, com um comprimento que seria a unidade padrão de medida de distância. Esta unidade, o metro padrão, ficou guardada durante muito tempo no Instituto de Pesos e Medidas de Paris. Já explicamos a razão pela qual a França liderou esse processo de buscar unidades que servissem para todo mundo, para oferecer garantias para os consumidores, para as pessoas que compravam. Este protótipo está na figura ao lado, é uma barra, constituída de metal.



Fig. 4- O protótipo do metro utilizado ao longo de muitos anos e guardado no Instituto de pesos e medidas de Paris.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2721652>

Hoje, procuramos definir o metro de uma maneira diferente. Muito mais precisa e com uma vantagem de ser uma definição que não requer que se recorra a esse metro padrão guardada em Paris. Na realidade é uma definição universal. Ela serve tanto aqui, no nosso mundo, quanto eventualmente em Marte, ou qualquer lugar no sistema solar ou no Universo. Serviria para ser adotada pelos seres vivos que vivam em exoplanetas.

Esta definição, por outro lado, se refere à distância percorrida pela luz. Na verdade a distância percorrida pela luz num intervalo muito pequeno de tempo de acordo com a definição:

"O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de $1/299792458$ de segundo."

Ela é muito precisa, mas, no dia a dia, agente não precisa de nada disso. É claro que nós utilizamos mesmo é o metro que é uma reprodução do metro padrão.

Os países de língua inglesa utilizam outras unidades como a milha, o pé, por exemplo, a polegada. No sistema internacional de medidas adotamos o metro.

Podemos também utilizar outras unidades de medidas que são os múltiplos dessa unidade. Por exemplo: o km é igual 1000 vezes o metro.

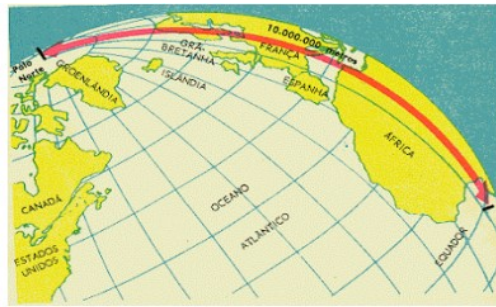


Fig. 5- Definição do metro original.

Por outro lado podemos adotar submúltiplos. O mais conhecido de todos é o centímetro que é 1/100 do metro. Podemos adotar igualmente o milímetro que é 1/1000 do metro. Para pequenas distâncias, no entanto, nós lançamos mão de outras unidades.

Quilômetro (<i>km</i>)	$1km = 1000m = 10^3m$
Metro (<i>m</i>)	$1m$
Decímetro (<i>dm</i>)	$1dm = 0,1m = 10^{-1}m$
Centímetro (<i>cm</i>)	$1cm = 0,01m = 10^{-2}m$
Milímetro (<i>mm</i>)	$1mm = 0,001m = 10^{-3}m$
Micrômetro (μm)	$1\mu m = 10^{-6}m$
Nanômetro (<i>nm</i>)	$1nm = 10^{-9}m$

Fig. 6- Múltiplos e submúltiplos do metro.

Por exemplo, na física atômica utilizamos o angstrom (símbolo Å^0)

$$1\text{Å}^0 = 10^{-10}m$$

Para medidas de grandes distâncias muitas vezes utilizamos a unidade astronômica 1UA é a distância média da terra até o sol $UA = 149\ 597\ 870\ 700\ m$ Podemos utilizar ainda uma unidade pouco conhecida entre os leigos, mas muito conhecida entre os astrônomos o parsec.

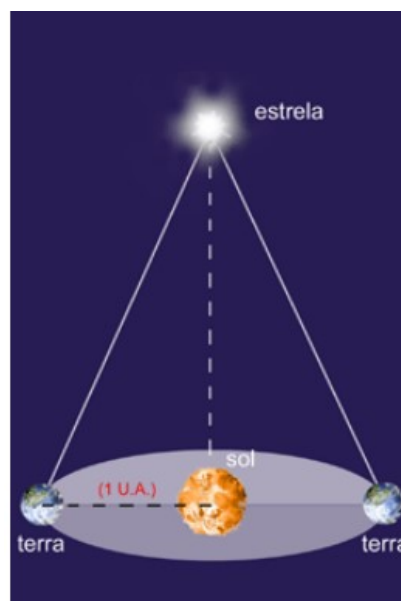


Fig. 7- Medida de paralaxe.

E para grandes distâncias, utilizamos o ano luz. Que é a distância percorrida pela luz decorrido um intervalo de tempo de um ano. É uma distância monumental.

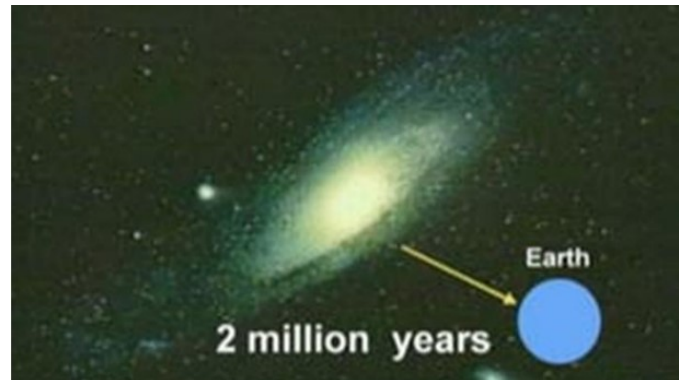


Fig. 8- Distâncias galáxias são expressas em anos luz.

Podemos efetuar medidas de distâncias grandes por métodos indiretos e também medidas de distâncias pequenas. Queremos por outro lado chamar a atenção de que agente mede distâncias, aliás, essa é uma coisa bastante comum.

1.3- INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Na maioria das vezes as medidas são efetuadas mediante o uso de instrumentos. E isso não é de agora.



Fig. 9- São muitos os instrumentos de medida

Instrumentos de medidas de distâncias

Efetua medidas de grandezas físicas utilizando instrumentos adequados para essas medidas. Uma simples régua pode ser utilizada para esse instrumento de medida de distância. Muitas vezes recorremos ao micrômetro, ao paquímetro, que são instrumentos de medidas para pequenas distâncias. Uma fita métrica é um instrumento de medida simples e versátil. Sempre lançamos mão de instrumentos de medidas de distância.

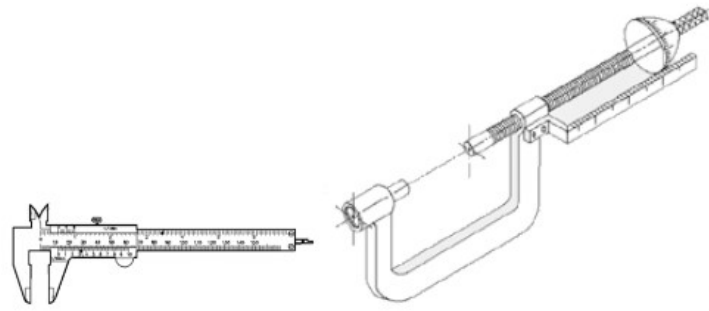


Fig. 10- Paquímetro e micrômetro

Finalmente queremos dizer que podemos medir arcos. Agora não estamos medindo a menor distância entre dois pontos. Mas estamos efetuando medidas de distância ao longo de uma curva. Nesse caso nós devemos dividir a curva em vários pedacinhos de tal maneira que em cada pedacinho possamos considerá-lo como sendo nessa aproximação um segmento de reta, em cada desses pedaços.



Fig.11- Trena: Instrumento simples e versátil.

Relógios

Aliás, o que é um relógio? A rigor, um relógio se baseia em fenômenos periódicos. Um pêndulo, por exemplo, quando oscila podemos utilizá-lo como relógio. Nesse caso, vamos compararmos o período de oscilação do relógio, ou seja, é um intervalo de tempo desde quando se inicia o movimento até ele voltar para a mesma posição pela primeira vez com uma unidade de tempo. Se considerarmos a segunda vez nós temos aí dois períodos.

Ao longo da história da humanidade nós os seres humanos, lançamos mão de vários tipos de relógios e ainda o fazemos nos dias de hoje.

Por exemplo, na antiguidade se utilizava muito relógios de areia. Notem a figura abaixo e isso acaba se tornando muito familiar, é a ampulheta.



Fig.12- Alguns relógios são verdadeiras obras de arte.

Também ao longo de toda a antiguidade lançamos mão do relógio de sol onde a sombra projetada no solo de uma simples estaca (ou gnomo) nos dá uma indicação a respeito da hora do dia. Depois evoluímos para relógio de sol bastante sofisticado e, no entanto para construí-los, há necessidade de se recorrer aos astrônomos. Por que só eles entendem como devemos fazer a marcação do solo para que possamos fazer a leitura desse tipo de relógio.



Fig. 13- Relógio de Sol na USP.

Também podemos mencionar os relógios d'água. Galileu utilizou relógio d'água. Aqui a ideia é que agente saiba quanto tempo demora para que, por exemplo, a caixa atinja a metade do volume. À medida que nós abrimos ou deixamos a água correr podemos medir o tempo



Fig. 14- Relógio de água e a ampulheta.

Galileu se deu conta que o pêndulo poderia ser muito utilizado para medir o tempo. Huighens não perdeu tempo. Desenvolveu o relógio a pêndulo com um mecanismo bastante sofisticado. Esses relógios a pêndulo são lindos, verdadeiras obras de arte. Em muitas casas nós temos esses relógios, verdadeiras preciosidades. Mas tudo evolui. Os relógios digitais dos dias de hoje representam uma evolução do conceito de relógio.



Fig. 15- O osciloscópio.

Osciloscópio

Um equipamento muito usado em laboratórios de pesquisa, que permite obter medidas de intervalos de tempo muito pequenos com alta precisão é o osciloscópio.

Hoje medimos o tempo utilizando relógios atômicos com uma precisão simplesmente impressionante. Digamos que esses relógios se atrasem cerca de 10 segundos ao longo de toda a história do universo, ou seja, ao longo de 13,7 bilhões de anos. É uma realização fantástica da ciência.



Fig. 16- Relógio atômico.

Instrumentos de Medidas de Massa

Existem balanças analógicas, balanças digitais dentre elas destaco a balança romana por que ela foi utilizada desde os tempos de Roma antiga, alguma versão dela na verdade.

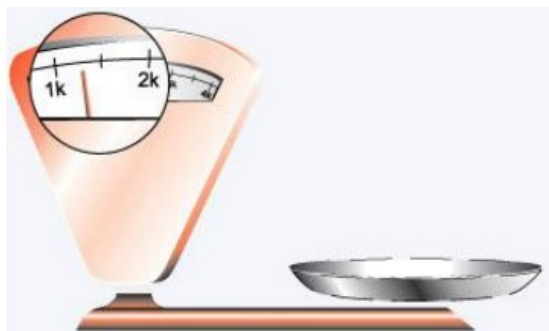


Fig. 17- Balança analógica



Fig. 18- Balança digital