

Apêndice B - Produto Educacional – Instrumentos de Medidas Como Ferramentas no Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO MARABÁ
PROGRAMA NACIONAL DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA (MNPEF)

Produto Educacional

INSTRUMENTOS DE MEDIDAS COMO FERRAMENTAS NO
ENSINO DE FÍSICA

Ermisandro Pereira da Silva

Orientador (es): Profa. Dra. Glaura
Caroena Azevedo de Oliveira.

Marabá - PA
Outubro de 2019

Apresentação

Este roteiro apresenta uma Sequência Didática (SD) sobre o estudo das medidas, mostrando a importância dos instrumentos de medidas no ensino de Física. Com isso destacando sua aplicação em outras ciências, e, sendo aplicado no desenvolvimento dos conteúdos de Física I e II do ensino médio, por um período de aproximadamente 8 horas/aulas.

A abordagem desse trabalho sucedeu na conquista e nas ligações entre as diversas teorias nos estudo das medidas, observando que há uma abordagem exclusivamente significativa no ensino de ciência, centrada nos aspectos conceituais e práticos do conhecimento. Discutindo a evolução das medidas ao longo da história, enfatizando a ciência como fator principal numa relação dialética com a sociedade e a tecnologia nas diferentes épocas. Há um destaque para as influências sociais que marcaram o desenvolvimento da ciência, ou seja, a necessidade tecnológica de cada época, que poderia determinar o conteúdo das teorias científicas.

A proposta foi fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel e a sequência didática foi composta de três fases e cada uma visou não somente a construção da aprendizagem significativa, mas também a sensibilização dos alunos frente às questões que envolvem o uso dos Instrumentos de Medidas.

Desta forma, nesse produto apresenta-se como foi construída a sequência didática e como o professor de Física, ou de áreas afins, poderá desenvolvê-la em sala de aula como um instrumento para nortear sua condução nas aulas e no planejamento de intervenções.

É importante ressaltar, também, que essa metodologia busca ampliar a visão sobre as novas propostas educacionais, que permitem desenvolver um trabalho fora do contexto do ensino tradicional.

Capítulo 1: Orientações Iniciais

- Apresentar a Sequência Didática (SD), indicando como será aplicada, em relação ao conteúdo didático, quantas aulas de aplicação e proposta dessa metodologia;
- Aplicar um questionário de sondagem para análise do conhecimento prévio dos estudantes em relação aos conteúdos estudados e uma possível presença de concepções espontâneas.
- Mostrar a importância dos Instrumentos de Medidas no ensino de Física e áreas afins.

Questionários de Sondagem

Quesito 1: Medir é comparar grandezas da mesma espécie, com isso as unidades de medidas tem suas atribuições nesse processo, e com base nisso, o questionário I busca destacar o conhecimento prévio dos alunos nos estudo de Medição.

Quesito 2: Os Instrumentos de medidas são construídos conforme sua aplicação. A ciência e suas tecnologias tiveram papel fundamental nas construções de instrumentos de medidas cada vez mais precisos. A tecnologia vem avançando a passos largos, desenvolvendo e aplicando novos métodos de medição, dentre os avanços, citamos os processos computadorizados. Com base nisso, o segundo questionário mostra os instrumentos de medidas aplicado ao ensino de Física e em outras áreas do conhecimento.

Quesito 3: Nos estudos das medidas a definição de instrumento de medidas e suas finalidades são bastante amplas, com essa problematização no terceiro questionário percebe que o conhecimento dos alunos sobre o mesmo foi de uma aprendizagem significativa, mostrando que as aulas práticas em laboratório tem sido satisfatórias. Contudo, o trabalho teve um grande resultado, verificado após a aplicação do questionário III.

Capítulo 2: Desenvolvimento das Atividades: Sequência Didática

Atividade 1: Unidades de Medidas.

OBJETIVOS

Contextualizar a evolução histórica do conhecimento científico analisando os estudos sobre as unidades de medidas aplicadas ao Ensino de Física;

Estudar as influências sociais e culturais que permitiram definir o conceito de Medir e suas influências com outras ciências, engenharia, matemática,...;

Estudar o desenvolvimento dos conceitos de Medição relacionados à Física;

Dialogar sobre como a evolução dos conceitos ocorreu à época.

ROTEIRO

Após a aplicação do questionário I, o professor pode dar continuação às atividades realizando experimentos sobre medidas utilizando em princípio uma régua graduada, e verificando as medidas apuradas em centímetro e converter para metro, unidade do sistema métrico decimal.

Nesse experimento os estudantes são orientados a aferição de comprimentos de objetos, observando que possuem valores diferentes. Eles devem analisar os diferentes valores encontrados nas medições, possibilitando assim uma discussão e mostrando que realmente eles estão assimilando o conteúdo proposto.

Após a aplicação da régua graduada no processo de medição, o professor pode trabalhar com os alunos os conceitos de unidades de medidas, determinando-o a grandeza envolvida. Identificando sua unidade, símbolo e sua definição.

Nesse contexto qual o Instrumento adequado para cada situação?

Grandeza: Unidade, símbolo e definição da unidade.

Comprimento: metro, m: o metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo do segundo. Assim, a velocidade da luz no vácuo, c_0 , é exatamente igual a 299 792 758 m/s.

Massa: quilograma, Kg: O quilograma é a unidade de massa, igual à massa do protótipo internacional do quilograma. Assim, a massa do protótipo internacional do quilograma, $m(K)$, é exatamente igual a 1 Kg.

Tempo: segundo, s: O segundo é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133. Assim, a frequência da transição hiperfina do estado fundamental do átomo de césio 133 $\nu(\text{hfs Cs})$, é exatamente igual a 9 192 631 770 Hz.

Corrente elétrica: ampere, A: O ampere⁴ é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situado à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produziria entre esses condutores uma força igual a 2×10^{-7} N/m de comprimento. Assim, a constante magnética, μ_0 , também conhecida como permeabilidade vácuo, é exatamente igual a $4\pi \times 10^{-7}$ H/m.

Temperatura termodinâmica: Kelvin, K: unidade de temperatura termodinâmica, é a fração $\frac{1}{273,16}$ da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água. Assim, a temperatura do ponto tríplice da água, T_{pta} , é exatamente igual a 273,16 K.

Quantidade de substância: mol, mol: O mol é quantidade de substância de um sistema contendo tantas entidades elementares quantos átomos existem em 0,012 quilograma de carbono 12. Quando se utiliza o mol, as entidades elementares devem ser especificadas, podendo ser átomos, moléculas, íons, elétrons, assim como outras partículas, ou agrupamentos especificados dessas partículas. Assim, a massa molar do carbono 12, $M(^{12}\text{C})$, é exatamente igual a 12 g/mol.

Intensidade luminosa: candela, cd: A candela é a intensidade luminosa, numa dada direção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz e cuja intensidade energética

nessa direção é 1/683 watt por esterradiano. Assim, a eficácia luminosa espectral, K , da radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz é exatamente igual a 683 Lm/W.

Quando se relata o resultado de medição de uma grandeza física deve-se sempre dar alguma indicação quantitativa da qualidade do resultado, de forma que aqueles que o utilizam possam avaliar sua confiabilidade. Sem essa indicação, resultados de medição não podem ser comparados, seja entre eles mesmos ou com valores de referência fornecidos numa especificação ou numa norma. É, portanto, necessário que exista um procedimento que seja de pronta aplicação, fácil compreensão e ampla aceitação para caracterizar a qualidade de um resultado de uma medição, isto é, para avaliar e expressar sua *incerteza*.

O conceito de *incerteza* como um atributo quantificável é relativamente novo na história da medição, embora *erro* e *análise de erro* tenham sido, há muito, uma parte da prática da ciência da medição ou metrologia. É agora amplamente reconhecido que, quando todos os componentes de erro conhecidos ou presumidos tenham sido avaliados e as correções adequadas tenham sido aplicadas, ainda permanece uma incerteza sobre quão correto é o resultado declarado, isto é, uma dúvida acerca de quão corretamente o resultado da medição representa o valor da grandeza que está sendo medida.

Da mesma forma como o uso quase universal do Sistema Internacional de Unidades (SI) trouxe coerência a todas as medições científicas e tecnológicas, um consenso mundial sobre a avaliação e expressão da incerteza de medição permitiria que o significado de um vasto espectro de resultados de medições na ciência, engenharia, comércio, indústria e regulamentação, fosse prontamente compreendido e apropriadamente interpretado. Nesta era de mercado global, é imperativo que o método para avaliar e expressar incerteza seja uniforme em todo o mundo, de forma tal que as medições realizadas em diferentes países possam ser facilmente comparadas.

Múltiplos e Submúltiplos do Metro:

Além da unidade fundamental de comprimento, o metro, existe ainda os seus múltiplos e submúltiplos, cujos nomes são formados com o uso dos prefixos: quilo, hecto, deca, deci, centi e mili, mostrado na tabela 1.

Tabela 2: Mostrando os múltiplos e submúltiplos do metro.

| Múltiplos | | | Unidade Fundamental | Submúltiplos | | |
|------------|------------|-----------|---------------------|--------------|------------|-----------|
| quilômetro | hectômetro | decâmetro | metro | decímetro | centímetro | milímetro |
| km | hm | dam | m | dm | cm | mm |
| 1.000m | 100m | 10m | 1m | 0,1m | 0,01m | 0,001m |

Fonte: (Vicente, 2017)¹⁵.

Em mecânica “processo industrial”, a unidade de medida mais comum é o milímetro, cuja abreviação é mm. Ela é tão comum que, em geral, nos desenhos técnicos, essa abreviação (mm) nem aparece. O milímetro é a milésima parte do metro, ou seja, é igual a uma parte do metro que foi dividido em 1.000 partes iguais.

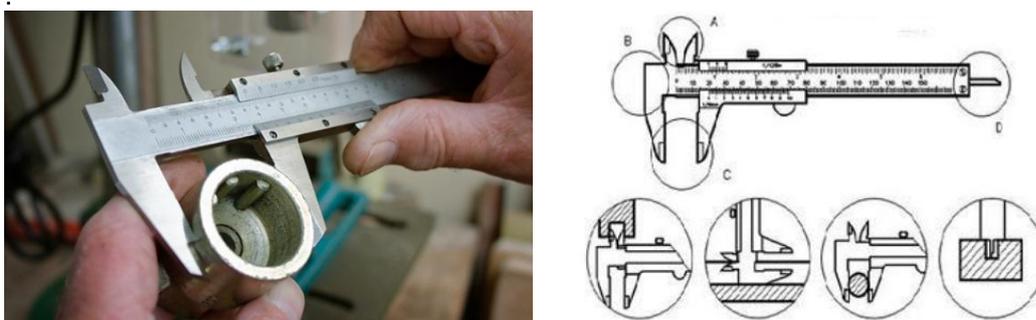
¹⁵ Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Atividade 2: Mine-curso sobre os Instrumentos de Medidas

Paquímetro universal

Possibilita as seguintes medições: internas, externas, de profundidade e de ressaltos. Trata-se do tipo mais usado, mostrado figura 25.

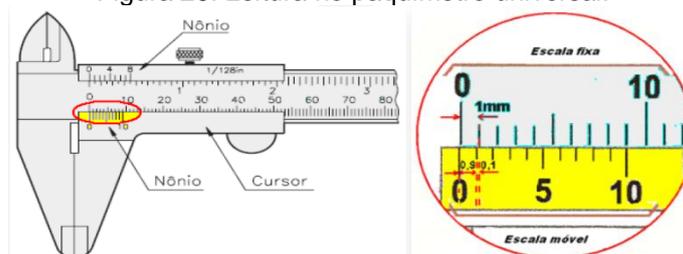
Figura 25: Medições com o paquímetro universal..



Fonte: (FG Tecnologia, 2018).

Leitura da Escala Fixa e móvel no sistema métrico decimal, mostrado na figura 26.

Figura 26: Leitura no paquímetro universal.



Fonte: (Vicente, 2017)¹⁶.

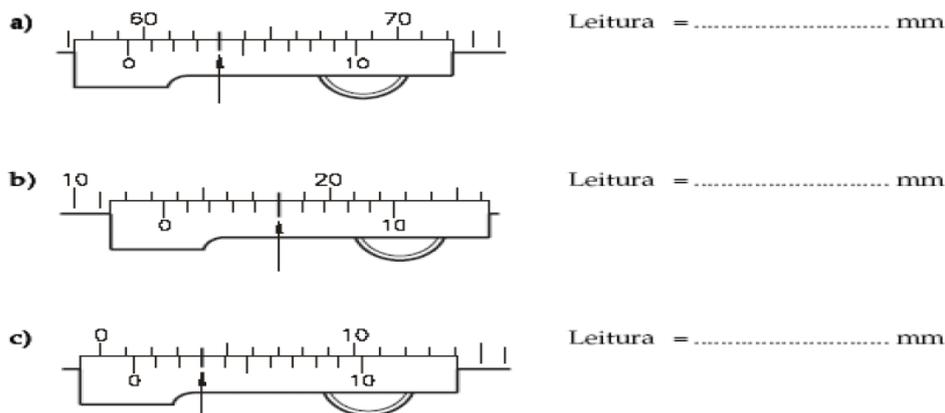
Valor de cada traço da escala fixa = 1 mm.

Daí então conclui que, se deslocarmos o cursor do paquímetro até que o zero do nônio coincida com o primeiro traço da escala fixa, a leitura da medida será 1 mm, no segundo traço 2 mm, no terceiro traço 3 mm, no décimo sétimo traço 17 mm, e assim sucessivamente.

¹⁶ Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Exercícios:

Faça a leitura e escreva as medidas nas linhas pontilhadas.



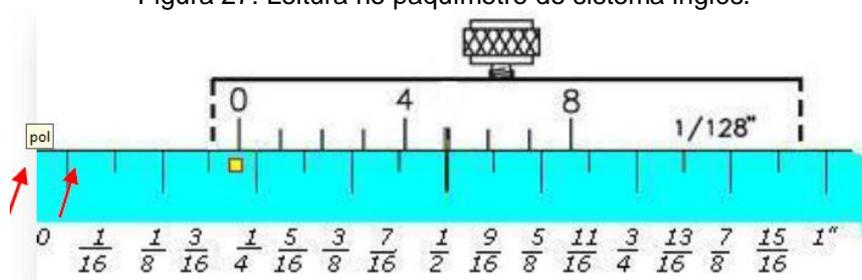
Leitura da Escala Fixa e móvel no sistema Inglês

No paquímetro, a escala fixa do é dividida em 16 partes, ou seja cada polegada está dividida em 16 partes iguais, portanto cada traço da escala fixa (sem contar o zero) equivale a $1/16$ de polegada.

Dois traços seriam $2/16$ ", que reduzindo fica $1/8$ " e assim por diante.

Para efetuarmos leitura de medidas em um paquímetro do sistema inglês, faz-se necessário conhecermos bem todos os valores dos traços da escala fixa e a do nônio, mostrado na figura 27.

Figura 27: Leitura no paquímetro do sistema inglês.

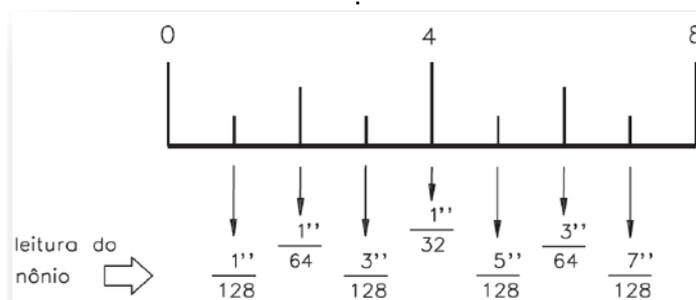


Fonte: (Vicente, 2017)¹⁷.

Sabendo que o nônio possui 8 divisões, sendo a aproximação do paquímetro $1/128$ ", podemos conhecer o valor dos demais traços, mostrado na figura 28.

¹⁷ Disponível em: **Vicente, Antenor**. Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Figura 28: Leitura do nônio no sistema inglês.



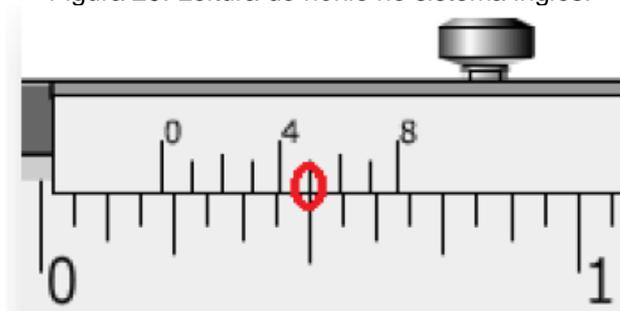
Fonte: (Vicente, 2017)¹⁸.

Observando a diferença entre uma divisão da escala fixa e uma divisão do nônio, concluímos que cada divisão do nônio é menor $1/128''$ do que cada divisão da escala fixa.

Assim sendo, se deslocarmos o cursor do paquímetro até que o primeiro traço do nônio coincida com o da escala fixa, a leitura da medida será $1/128''$, o segundo traço $1/64''$ o terceiro traço $3/128''$, o quarto traço $1/32''$, e assim sucessivamente, mostrado na figura 29.

Exemplo:

Figura 29: Leitura do nônio no sistema inglês.



Fonte: (Vicente, 2017)¹⁹.

Agora juntando a escala fixa e o nônio da figura anterior temos:

Escala fixa: $3/16$. Pois passaram três traços da escala fixa.

Nônio: $5/128$. Sendo o quinto valor do nônio.

¹⁸ Disponível em: **Vicente, Antenor**. Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

¹⁹ Disponível em: **Vicente, Antenor**. Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Para adicionar duas ou mais frações de polegadas utiliza uma regra Matemática conhecida como o mínimo múltiplo comum (mmc):

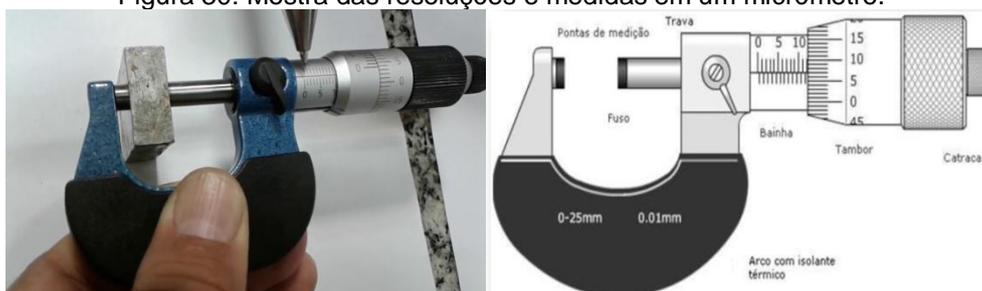
$$3/16'' + 5/128'' = 29/128''$$

Micrômetro

A capacidade de medição dos micrômetros normalmente é de 25 mm (ou 1"), variando o tamanho do arco de 25 em 25 mm (ou 1" em 1"). Podem chegar a 2000 mm (ou 80"), mostrado na figura 30.

A resolução nos micrômetros pode ser de 0,01 mm; 0,001 mm; .001" ou .0001".

Figura 30: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro.



Fonte: (Anjos, 2018).

Leitura com Micrômetro: Sistema Métrico

Resolução de 0,01 mm.

Vejamos como se faz o cálculo de leitura em um micrômetro. A cada volta do tambor, o fuso micrométrico avança uma distância chamada passo. A resolução de uma medida tomada em um micrômetro corresponde ao menor deslocamento do seu fuso. Para obter a medida, divide-se o passo pelo número de divisões do tambor.

$$\text{Resolução} = \frac{\text{Passo da rosca do fuso micrométrica}}{\text{Número de divisão do tambor}}$$

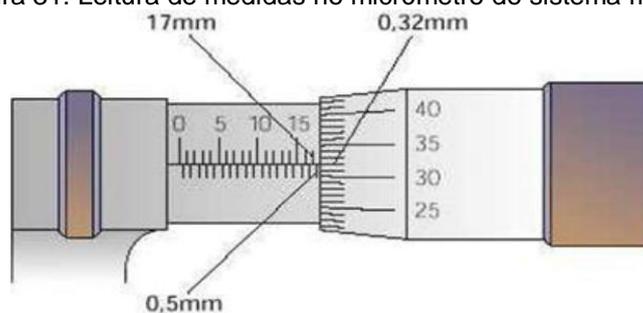
Se o passo da rosca é de 0,5 mm e o tambor tem 50 divisões, a resolução será:

$$\text{Resolução} = 0,5 \text{ mm} / 50 \text{ divisões} \rightarrow 0,01 \text{ mm}$$

Assim, girando o tambor, cada divisão provocará um deslocamento de 0,01 mm no fuso, mostrado na figura 31.

Exemplo:

Figura 31: Leitura de medidas no micrômetro do sistema métrico.

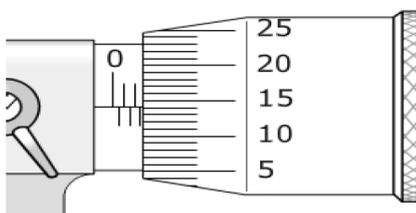


$$\begin{array}{r}
 17,00\text{mm (escala dos mm da bainha)} \\
 + 0,50\text{mm (escala dos meios mm da bainha)} \\
 \underline{0,32\text{mm (escala centesimal do tambor)}} \\
 17,82\text{mm Leitura total}
 \end{array}$$

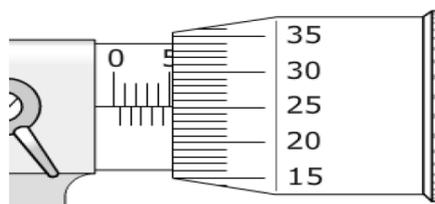
Fonte: (Vicente, 2017)²⁰.

Exercícios:

Faça a leitura e escreva as medidas nas linhas pontilhadas.



Leitura:-----

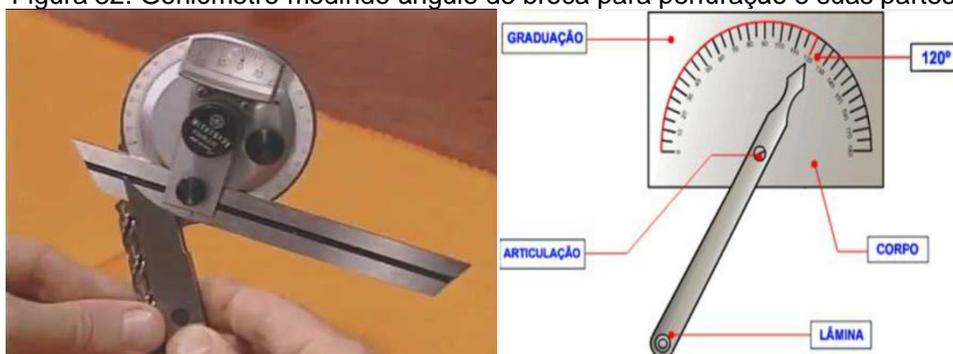


Leitura:-----

Goniômetro

O goniômetro é um Instrumento que serve para medir ou verificar ângulos, mostrado na figura 32.

Figura 32: Goniômetro medindo ângulo de broca para perfuração e suas partes.



Fonte: (Ciência, 2011).

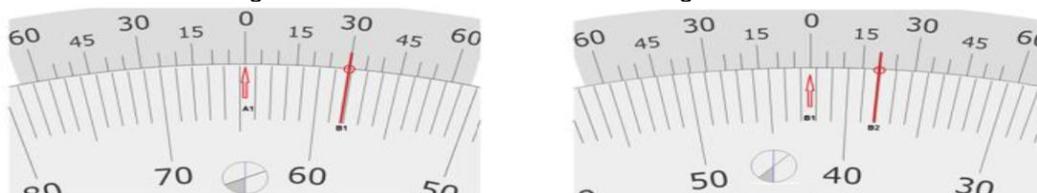
²⁰ Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Leitura do Goniômetro

Os graus inteiros são lidos na graduação do disco, com o traço zero do nônio. Na escala fixa, a leitura pode ser feita tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário.

A leitura dos minutos, por sua vez, é realizada a partir do zero nônio, seguindo a mesma direção da leitura dos graus. Assim, mostrado na figura 33:

Figura 33: Leitura de medidas em um goniômetro.



A1= 64° B1 = 30' leitura completa 64°30'
completa 42°20'

A2= 42° B2 = 20' leitura

Fonte: (Vicente, 2017)²¹.

Relógio comparador

O relógio comparador é um instrumento de medição por comparação, dotado de uma escala e um ponteiro, ligados por mecanismos diversos a uma ponta de contato.

O comparador centesimal é um instrumento comum de medição por comparação. As diferenças percebidas nele pela ponta de contato são amplificadas mecanicamente e irão movimentar o ponteiro rotativo diante da escala.

Existem vários modelos de relógios comparadores.

Os mais utilizados possuem resolução de 0,01 mm. O curso do relógio também varia de acordo com o modelo, porém os mais comuns são de 1 mm, 10 mm, .250" ou 1".

²¹ Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Leitura do relógio comparador:

Basta efetuar a leitura no relógio pequeno e verificar a leitura no relógio grande, adicionando se as leituras.

Caso o ponteiro grande desloque no sentido horário, a medida é positiva. Se o mesmo deslocar no sentido anti-horário a medida é negativa.

Lembre-se que o ponteiro grande e o ponteiro pequeno giram em sentido contrário.

Observemos um relógio comparador com faixa de operação de 10 mm e resolução de 0,01 mm

Cada graduação do mostrador representa 0,01 mm.

A cada 10 graduações está numerado, portanto 10 significa 0,10 mm, o número 20 significa 0,20 mm, e assim por diante.

Existe no mostrador um total de 100 graduações, portanto cada volta completa do ponteiro é igual a 1 mm e que o ponteiro dá um total de 10 voltas, para completar sua faixa de 10 mm, mostrado na figura 34.

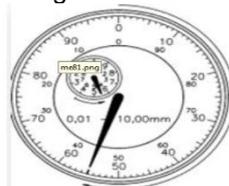
Figura 34: Relógio comparador em alinhamento de peças rotativas.



Fonte: (Revestimentos, 2012).

Cada uma destas voltas é registrada pelo ponteiro pequeno, chamado conta-voltas, mostrado na figura 35.

Figura 35: Leitura de medidas em um relógio comparador.



Resolução: 0,01mm
Ponteiro pequeno 4 – 5 mm = 1 mm
Ponteiro Grande 0 a 0,55
Total = 1 mm + 0,55 = 1,55 mm
Resposta: + 1,55 mm (horário)

Fonte: (Vicente, 2017)²².

²² Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

Capítulo 3: Aplicação do Produto Educacional no Ensino de Física.

OBJETIVOS

Compreender a aplicação dos Instrumentos de Medidas tendo como um pensamento crítico ao Ensino de Física;

Estudar as influências sociais e culturais que determinaram a evolução e o crescimento dos Instrumentos de Medidas aplicado à Física;

Analisar as contribuições que os Instrumentos de Medidas tiveram no desenvolvimento dos conceitos relacionados à Física;

Debater sobre o surgimento de novos equipamentos de medidas que a ciência proporcionou nas diferentes épocas

ROTEIRO

Nessa etapa, o processo pode ser iniciado com um experimento desenvolvido em laboratório que consiste em verificar a dimensão de um objeto cilíndrico com o auxílio de um paquímetro universal como pode ser visto na figura 36. A partir disto analisar as medidas aferida e discutir juntamente com os alunos.

Figura 36: Aula sobre paquímetro universal.



Fonte: Dados das pesquisas..

A aula no laboratório foi ministrada para que os alunos compreendessem como são manuseados os instrumentos de medidas. Dessa forma, nesse capítulo apresentaremos o **Produto Educacional** proposto nesse

trabalho, e que possa ser submetido em aulas prática na disciplina de Física e em outras áreas do conhecimento.

Verificando que os alunos apresentavam dificuldades na operação dos Instrumentos de Medidas, sendo eles: paquímetro, micrômetro, goniômetro, relógio comparador e o multímetro, e o professor propôs um mini-curso sobre estes instrumentos, em que evidenciam-se a importância de medir, apresentando os conceitos de medição, assim como os instrumentos de medidas e suas respectivas resoluções, além de aplicações no ensino de física e no cotidiano, dando ênfase as aulas experimentais nos estudos de medição, e assim eles puderam conhecer melhor os Instrumentos de Medidas e suas aplicações nas aulas de física.

A característica tradicional do Ensino de Física nas escolas públicas de Ensino Médio, muitas vezes é decorrente da precariedade do sistema educacional que é carente de materiais e recursos tecnológicos. A falta de um vínculo entre o conhecimento ensinado e o mundo no qual os estudantes se encontram inseridos provoca um desinteresse nestes, que não enxergam aplicabilidade e utilidade do conhecimento, fazendo diminuir a possibilidade destes enxergarem a externalidade do Ensino, que seria a análise de como o aluno pode desenvolver o conhecimento a partir de seu contexto social. É imprescindível que o estudante do ensino médio conheça os fundamentos da tecnologia atual, já que ele atua diretamente na sua vida e certamente definirá o seu futuro profissional.

Nessa etapa o professor apresenta aos alunos os Instrumentos de Medidas, conceitos, definições e aplicações.

Atividade 3: Instrumentos de Medidas.

Paquímetro

Os paquímetros distinguem-se pela faixa de indicação, pelo nônio, pelas dimensões e forma dos bicos. Em geral os paquímetros são construídos para faixa de indicação 120 a 2000 mm; o comprimento dos bicos de 35 a 200 mm correspondentemente. Para casos especiais é possível adquirir paquímetros de bicos compridos.

E as aulas no laboratório com o uso do paquímetro, foram ministradas para que os alunos compreendessem como é manuseado os instrumentos de medidas. Dessa forma, será exposto nesse capítulo o produto educacional colocado em prática em sala de aula.

Figura 37 mostra a aula sobre dilatação térmica, em que neste experimento utilizamos uma esfera de bronze e uma arruela metálica de aço. Quando a esfera é submetida a uma fonte de calor, o seu diâmetro aumenta, não sendo mais possível que ela passe livremente pelo orifício metálico da arruela. Assim, podem concluir que ocorreu uma variação no diâmetro da esfera devido à elevação da temperatura.

Figura 37: Aula de dilatação térmica.



Fonte: Dados das pesquisas.

Para fazermos as medidas iniciais e finais utilizamos um paquímetro no sistema métrico.

- Procedimento de Execução

Medir diâmetro interno e externo é uma operação frequentemente realizada pelo Inspetor de Medição, a qual deve ser feita corretamente, a fim de se obter uma medida precisa e sem danificar o instrumento de medição.

1º) Passo: Posicione a peça a ser medida, figura 38.

Figura 38: Aula de dilatação térmica.



Fonte: Dados das pesquisas.

2º) Passo: Segure o paquímetro.

Observação: Utilize a mão direita, figura 39.

Figura 39: Medições com o paquímetro universal.



Fonte: (FG Tecnologia, 2018).

3º) Passo: Faça a limpeza dos encostos.

Observação: Utilize uma folha de papel limpo.

- a - Desloque o cursor do paquímetro.
- b - Coloque a folha de papel entre os encostos.
- c - Feche o paquímetro até que a folha de papel fique presa entre os encostos.
- d - Desloque a folha de papel para baixo.

4º) Passo: Faça a primeira medida.

- a - Desloque o cursor, até que o encosto apresente uma abertura maior que a primeira medida por fazer na peça.
- b - Encoste o centro do encosto fixo em uma das extremidades do diâmetro por medir explicado na figura 40.

Figura 40: Aula de instrumentos, o paquímetro.



Fonte: Dados das pesquisas.

- c - Feche o paquímetro suavemente, até que o encosto móvel toque a outra extremidade do diâmetro.
- d - Exerça uma pressão suficiente para manter a peça ligeiramente presa entre os encostos.
- e - Posicione os encostos do paquímetro na peça, de maneira que estejam no plano de medição.
- f - Utilize a mão esquerda, para melhor sentir o plano de medição, mostrado na figura 41.

Figura 41: Aula de instrumentos, o paquímetro.



Fonte: Dados das pesquisas.

5º) Passo: Complete a medição dos demais diâmetros.

a - Repita todos os sub passos do 4º Passo

6º) Passo: Faça a medição dos demais peças.

a - Troque a peça por outro e faça medida.

A arruela apresentou o diâmetro interno de 26,000 mm e a esfera com diâmetro externo inicial de 25,970 mm, em temperatura ambiente.

Percebemos o entusiasmo dos alunos ao utilizarem os instrumentos de medidas ao longo das experiências nas aulas de laboratório, em que muitos ficaram surpresos ao saber que cada metal tem seu próprio coeficiente de dilatação linear, superficial e volumétrico e que isso é mostrado por meios dos experimentos.

Após a dilatação térmica, os alunos verificaram que os diâmetros inicial e final valiam, em que eles aferiram essas medidas por meio do

paquímetro. Durante o experimento observaram a mudança durante a dilatação do diâmetro externo da esfera de 25,970 mm para aproximadamente 26,021 mm.

Micrômetro

O instrumento permite a leitura de centésimos de milímetro, de maneira simples. Com o decorrer do tempo, o micrômetro foi aperfeiçoado e possibilitou medições mais rigorosas e exatas do que o paquímetro. De modo geral, o instrumento é conhecido como micrômetro. Na França, entretanto, em homenagem ao seu inventor, o micrômetro é denominado Palmer. Desse modo, dividindo-se a “cabeça” do parafuso, pode-se avaliar frações menores que uma volta e, com isso, medir comprimentos menores do que o passo do parafuso mostrado na figura 42.

Figura 42: Utilização do micrômetro na aula do laboratório.



Fonte: Dados das pesquisas.

- Procedimento de Execução

1º) Passo: Posicione a peça à ser medida, figura 43.

Figura 43: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro.



Fonte: (Anjos, 2018)²³.

²³ Disponível em: **Anjos, Wilson dos.** <https://www.youtube.com/channel/UCMEvM31tIJP0Gyx-9rs8jdg/channels>. Variedades do seu Wilson. [Online] 2018. [Citado em: 05 de 08 de 2019.

a - Apoie a peça sobre a mesa, ao lado esquerdo da Folha de Tarefa.

2º) Passo: Faça a limpeza dos contatores.

a - Utilize uma folha de papel limpo.

b - Afaste o contatar móvel.

c - Coloque a folha de papel entre os contatores.

d - Feche o micrômetro, através da catraca, até que a folha de papel fique presa entre os contatares.

e - Desloque a folha de papel para baixo.

3º) Passo: Faça a aferição do micrômetro.

a - Feche o micrômetro através da catraca até que se faça ouvir o funcionamento da mesma.

b - Observe a concordância do zero da escala da luva com o do tambor.

Observação: Caso o micrômetro apresente diferença de concordância entre o zero da luva e o do tambor, deverá ser feita a regulagem do instrumento.

4º) Passo: Faça a primeira medida, figura 44.

Figura 44: Medindo a folha de papel.



Fonte: Dados das pesquisas.

a - Gire o tambor até que os contatores apresentem uma abertura maior que a folha de papel, a primeira medida a se fazer .

b - Apoie o micrômetro na palma da mão esquerda, pressionado pelo dedo polegar, mostrado na figura 45.

Figura 45: Utilização do micrômetro na aula do laboratório.



Fonte: Dados das pesquisas.

- c - Encoste o contator fixo em uma das extremidades do papel por medir.
- d - Feche o micrômetro, através da catraca, até que se faça ouvir o funcionamento da mesma.
- e - Faça a leitura da medida.
- f - Registre a medida na Folha de Tarefa.
- g - Abra o micrômetro e retire-o do papel, sem que os contadores toquem a peça.

5º) Passo: Complete a medição do padrão.

a - Repita o passo anterior.

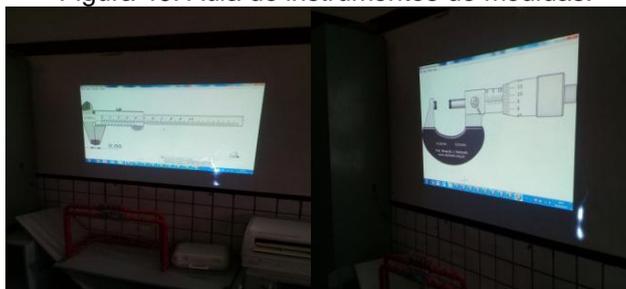
6º) Passo: Faça a medição das demais peças.

a - Troque a peça por outro e faça a medida.

Concluimos que a medida da espessura da folha de papel compreende num intervalo de aproximadamente 0,074 milímetros, isso gravado na leitura do instrumento.

Para complementar o assunto dos experimentos vistos no laboratório, foram apresentados em sala alguns instrumentos de medidas digitais, veja a figura 46. Observamos que esse complemento no tema ministrado contribuiu para entendimento e o aprendizado dos alunos.

Figura 46: Aula de instrumentos de medidas.



Fonte: Dados das pesquisas.

“Um instrumento de medida é um agente mecânico na execução de qualquer trabalho cujo fim é a medição. Necessariamente qualquer instrumento necessita de um padrão de referência para sua devida calibração. Tome-se, por exemplo, uma régua que você compra em lojas. Essa régua vem com riscos devidamente espaçados de acordo com o padrão existente na fábrica. Para termos uma medida de 1 metro confiável necessita-se de padrões excelentes-isto é um problema tecnológico. No caso da medida de comprimento usa-se o metro cuja recente definição é a extensão percorrida pela luz no vácuo em $1/299.792.458$ segundos. Nesse caso o uso de fontes de luz lasers é essencial à caracterização do padrão e da medida”.

Multímetro

Em eletricidade, temos três grandezas elétricas básicas que o multímetro mede com precisão e, baseados nelas, podemos empregar esse instrumento numa ampla variedade de aplicações práticas mostrado nesse trabalho “Como Testar Componentes” e identificar fase e neutro em corrente alternada.

Figura 47 mostra a aula ministrada sobre circuitos de corrente alternada em que os discentes aprenderam cálculos de medição de fase, além de cálculos de variação da tensão entre os intervalos de 210 V a 215 V.

Figura 47: Aula sobre circuito de corrente alternada.



Fonte: Dados das pesquisas.

As três grandezas básicas que o multímetro mede (e que podem ser estudadas no Curso de Eletricidade Básica) 3º ano do ensino médio, são:

- Tensão elétrica que é medida em volts (V)
- Corrente elétrica que é medida em ampères (A)
- Resistência elétrica que é medida em ohms (Ω)

Assim, o multímetro nada mais do que um instrumento que, na sua versão básica pode realizar medidas de corrente, tensão e resistências. As versões modernas são mais completas, com recursos adicionais que permitem medir outras grandezas e até testar componentes.

- Procedimento para medição

1º) Passo: Conecte os cabos.

a - Conecte o pino preto na ponta de prova do borne marcado “COM” e o vermelho no borne “V Ω mA” figura 48.

Figura 48: Aula sobre circuito de corrente alternada.



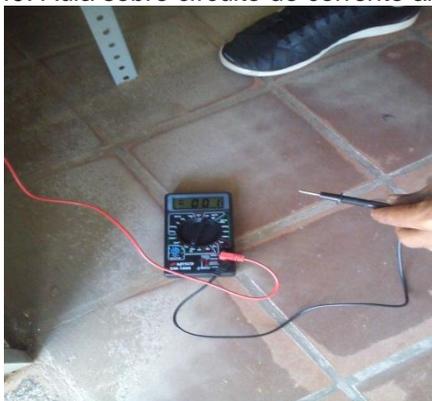
Fonte: Dados das pesquisas.

2º) Passo: Seleciona a tensão desejada.

a - Gire a chave seletora de função e escala para a posição DCV (para tensão contínua) e ACV (para tensão alternada).

b - Selecione uma das escalas de tensão, que seja adequada à leitura que deseja efetuar, figura 49. Em caso de dúvida, utilize a mais elevada (1.000 DCV / 750ACV).

Figura 49: Aula sobre circuito de corrente alternada.



Fonte: Dados das pesquisas.

3º) Passo: Aplique a operação para outras medidas.

a - Aplique as pontas de prova em paralelo com o circuito que deseja medir e ligue a fonte de energia.

b - Leia o valor da tensão no visor. Caso o sinal negativo (-) apareça no visor, as pontas de prova estarão com polaridade invertida em relação ao circuito.

Relógio Comparador

O relógio comparador é usado para a comparação de medidas planas e lineares e foi aplicado nas aulas de termologia com o conteúdo de dilatação linear, figura 10. A barra de cobre foi aquecida por meio de uma chama (vela) e foi aferido quanto dilatou o metal com a mudança da temperatura mostrado na figura 50.

Figura 50: Aula de dilatação linear.



Fonte: Dados das pesquisas.

Durante as aulas de dilatação térmica observamos que os alunos tinham mais interesse acerca do conteúdo, pois eles se interagem entre si ao observarem o fenômeno ocorrido, pois o cobre ao ser submetido a uma fonte de calor seu comprimento variava isso mostrado no instrumento de medida proposto nesta aula.

Propomos aos alunos que estipulassem um intervalo de tempo de 15 minutos para então encontrarmos o quanto o cobre iria variar, esse processo durou aproximadamente 13 minutos, pois o ponteiro do relógio comparador fixou em um ponto registrando uma medida de 0,44 mm em sua resolução.

Além da variável encontrada os alunos puderam também conhecer os coeficientes de dilatação linear de alguns metais, entre eles o coeficiente de dilatação superficial β e o coeficiente de dilatação volumétrica γ .

Com todas as variáveis encontradas pode então aplicar a equação da dilatação linear, e a proposta em questão era encontrar a **temperatura final** no momento em que o ponteiro do relógio comparador fixou em uma determinada medida.

$$\text{Equação: } \Delta L = L_i \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Dados:

$$\Delta L = 0,44 \text{ mm}$$

$$L_i = 330 \text{ mm}$$

$$\alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$T_i = 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K.}$$

$$T_f \cong 570 \text{ K}$$

Com todos os dados organizados os alunos puderam resolver a proposta em questão, uns tentaram e chegaram em um resultado aproximado de $T \cong 570 \text{ K}$, e outros não conseguiram por terem dificuldade em trabalhar com números em potência de base 10.

Ao final das aulas ministradas solicitamos aos alunos um relatório de desenvolvimento das atividades no laboratório de ciência. Essa atividade teve como objetivo observar o aprendizado deles. Muitos dos alunos tiveram dificuldades em relatar os acontecimentos, no entanto, outros alunos fizeram seus relatórios com mais facilidade e observaram que os instrumentos de medidas são de extrema importância principalmente no Ensino de Física. Alguns dos alunos relataram que nunca tinham ouvido falar sobre instrumentos de medidas nas aulas de física.

Capítulo 4: Teoria Física

Em 1971, na 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, foram designadas três grandezas fundamentais para estabelecer como base para o Sistema Internacional de Unidades (SI), ficando comumente conhecido como sistema métrico. As grandezas elementares mais conhecidas são três, a massa (M), comprimento (L), e o tempo (t), definindo as unidades de modo a ficarem da mesma ordem de grandeza que a “escala humana”. As unidades são ordenadas conforme a seguir: Grandeza Física, Nome da Unidade e Símbolo da Unidade, respectivamente.

- Massa, quilograma, kg.
- Comprimento, metro, m
- Tempo, segundo, s;

A ciência, entre outras áreas do conhecimento se baseiam em medições por comparações, pois medir é comparar grandezas da mesma espécie. Para tanto, precisam de regras que estabeleçam padrões convenientes, de maneira que as grandezas sejam mensuradas e comparadas em suas respectivas unidades, e nos experimentos estabelecer as unidades padrões. Uma das expectativas da Física, e também de outras áreas do conhecimento, é arquitetar e executar experimentos tendo como base as grandezas físicas mencionadas. De modo que, os cientistas se empenham em desenvolver relógios “equipamentos” extremamente essenciais para que intervalos de tempo consigam ser medidos e comparados com precisão. Com isso o leitor pode estar se questionando se essa precisão é realmente necessária. Nos dias atuais as tecnologias são de suma importância, assim criaram um dispositivo com extrema precisão de localização, conhecido como: (GPS — Global Positioning System), no português, Sistema de Posicionamento Global, usado no cotidiano e no mundo inteiro em inúmeras formas de aplicações, atualmente utilizado nas navegações, que antes se posicionavam através dos astros e estrelas.

As novas tecnologias trouxeram grande impacto sobre a Educação desenvolvida nos dias atuais, criando novas formas de aprendizado, disseminação do conhecimento e, especialmente, novas relações

entre professor e aluno. A Internet tem contribuído fortemente para totais mudanças nas práticas de comunicação e, conseqüentemente, educacionais. Na leitura, na forma de escrever, na pesquisa e até como instrumento complementar na sala de aula ou como estratégia de divulgar a informação.

Grandezas e Medidas Físicas

A Física como uma ciência de descobertas vem instruindo e aprimorando a maneira de medir, comparando grandezas como comprimento, tempo, massa, temperatura, pressão e corrente elétrica. Adequando cada grandeza física em unidades apropriadas, por comparação com um padrão estabelecido por normas. A unidade é um nome particular que é atribuído às medidas dessa grandeza. Assim, por exemplo, o metro uma unidade da grandeza comprimento tendo como símbolo a letra (m). E o padrão corresponde a exatamente 1,0 unidade da grandeza comprimento, que corresponde a exatamente 1,0 m, tendo como base a distância percorrida pela luz, no vácuo, durante intervalos de segundo.

No início, se definirmos as unidade e seu padrão da forma que desejarmos, é interessante resaltar que os cientistas em diferentes localidades do mundo, concordem que todas as definições sejam as mesmo em tempo razoáveis e práticas. Depois do padrão escolhidos, como por exemplo: (de comprimento, digamos), precisam estabelecer métodos por meio dos quais qualquer comprimento, seja ele o raio do átomo de hidrogênio, a largura de uma sala, ou a distância de um astro, possam ser apresentados em termos do padrão estabelecido. Utilizar uma régua graduada de comprimento aproximadamente igual ao padrão pode ser uma forma de executar medidas de comprimento. Contudo, muitas comparações podem ser feitas por padrões que seja direta ou indiretamente. É impossível usar uma régua, por exemplo, para medir o raio de um átomo ou a distância de um astro. Com tantas grandezas físicas, às vezes fica difícil organizá-las ou até mesmo utiliza-las. Felizmente, não são todas independentes; a velocidade, por exemplo, é a razão entre as grandezas comprimento e tempo. Assim, o que fazemos é escolher, através de um acordo internacional, um pequeno número de grandezas físicas, como comprimento e tempo, e definir padrões apenas para essas grandezas. A

velocidade, por exemplo, é definida em termos das grandezas fundamentais comprimento e tempo e seus padrões fundamentais. Os padrões fundamentais devem ser acessíveis e invariáveis.

Se estabelecermos o padrão de comprimento como sendo a distância entre a ponta do nariz de uma pessoa e a ponta do dedo indicador da mão direita com o braço estendido, temos um padrão compreensível, mas que varia, evidentemente, de pessoa para pessoa, medida conhecida como “**a jarda**”. A necessidade de precisão na ciência e em outras áreas do conhecimento nos força, em primeiro lugar, a buscar a invariabilidade. Só então nos preocupamos em produzir réplicas dos padrões fundamentais que sejam acessíveis a todos que precisam utilizá-los.

Os autores citados buscam sempre ressaltar a importância dos trabalhos práticos no laboratório, os experimentos, as aulas práticas de laboratório no ensino de Ciências. Fundamentam suas idéias em estudos práticos e, assim, buscam socializar um conhecimento essencial para o professor de Física e demais Ciências da Natureza. Duas palavras-chave estão associadas aos novos laboratórios escolares – “descobertas” e “pesquisa”, e estes autores têm dedicado a maior parte de seu trabalho às questões ligadas à aprendizagem no laboratório.

A maioria das unidades de medidas tem derivações do Sistema Internacional de Medidas (SI), e são estabelecidas em termos das unidades fundamentais do sistema. Assim, por exemplo, a unidade de potência do SI, chamada **watt** (W), é estabelecida em termos das unidades fundamentais de massa (M), comprimento (L) e tempo (t),

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ w} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^3 \quad (1)$$

em que o último grupo de símbolos de unidades é lido como quilograma vezes metro quadrado por segundo ao cubo [19].

Quando trabalhamos com grandezas muito grandes ou muito pequenas frequentemente encontradas na física, trabalhamos com a *notação*

científica, que emprega potências de base 10, deixando assim as variáveis reduzidas. Nessa condição temos dois exemplos de notação,

$$3\,560\,000\,000\text{ m} = 3,56 \times 10^9\text{ m} \quad (2)$$

e

$$0\,000\,000\,492 = 4,92 \times 10^{-7}. \quad (3)$$

Conseqüentemente, quando lidamos com grandezas muito grandes ou muito pequenas, podemos usar também os prefixos representados pelas letras **K**, **M**, **G**, **T**, etc. Onde cada prefixo representa certa potência de 10, sendo usado como fator multiplicativo da unidade. Incorporar um prefixo a uma unidade do Sistema Internacional (SI) e, tem o efeito de multiplicar a unidade pelo fator correspondente. Assim, podemos expressar certa potência elétrica como,

$$1,27 \times 10^9\text{ watts} = 1,27\text{ gigawatts} = 1,27\text{ GW} \quad (4)$$

ou um certo intervalo de tempo como:

$$2,35 \times 10^{-9}\text{ s} = 2,35\text{ nanossegundos} = 2,35\text{ ns}. \quad (5)$$

Os prefixos mais conhecidos nos estudos das medidas, são os seguintes, mililitro, centímetro, quilograma e megabyte.

Unidades e Padrões de Medidas

Na maioria das vezes, precisamos alterar as unidades nas quais uma grandeza física está explícita, e isso pode ser efetuado aplicando um método conhecido como conversão de unidade ou em cadeia. Nesse método, utilizamos o produto do valor equivalente por um **fator de conversão** (uma razão entre unidades que é igual à unidade). Por exemplo, como 1 min e 60 s correspondem a intervalos de tempo iguais, temos:

$$\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1 \text{ e } \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 1 \quad (6)$$

Com isso, as razões $\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$ e $\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$ podem ser utilizadas como fatores de conversões. Observa que isso não é o mesmo que escrever $\frac{1}{60} = 1$ ou $60 = 1$; cada número e sua unidade devem ser tratados igualmente.

Como o produto de qualquer grandeza por um fator unitário deixa essa grandeza invariável, podendo usar fatores de conversão sempre que isso for adequado. No método de conversão em cadeia, usamos os fatores de conversão para cancelar unidades impróprias. Para converter 2 minutos em segundos, por exemplo, temos:

$$2 \text{ min} = (2 \text{ min})(1) = (2 \text{ min}) \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 120 \text{ s}. \quad (7)$$

Nas conversões, as unidades obedecem às mesmas regras algébricas que os números e variáveis. Apresentando fatores de transformações entre unidades do Sistema Internacional (SI) e unidades de outros sistemas, como as que ainda são adotadas até hoje nos países Ingleses. 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

A República da França recentemente fundada, em 1792, executou um novo sistema que teriam como referências os pesos e medidas. O suporte dessa unidade teria o metro como padrão, e sendo definido como a décima milionésima parte da distância entre o polo norte e o equador. Mais adiante, por questões técnicas, esse padrão foi banido e o metro passou a ter outras definições, como sendo a distância estabelecida e gravada nas proximidades dos extremos de uma barra de platina e irídio, a barra metálica tinha como definição o padrão do metro, conservada no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, nas vizinhanças de Paris. Cópias precisas da barra foram levadas a laboratórios de padronização em várias regiões do mundo. Os padrões secundários foram utilizados para reproduzirem outros padrões com as

mesmas precisões, e ainda mais aproximável do primeiro padrão, de tal maneira que, no final, todos os instrumentos e equipamentos de medições de comprimento estariam correlacionados à barra do metro padrão a partir de um complexo conjunto de comparações, mostrada na figura 51.

Figura 51: Barra do metro padrão.



Fonte: (Unidos, Martinvl, 2012)²⁴.

Com o decorrer do tempo, foi criado um padrão mais preciso que a distância entre duas finas ranhuras em uma barra de metal, padrões adequados para época. Em proximidades do ano dos 60, outro padrão do metro foi estabelecido, esse baseado no comprimento de onda da luz. Especificamente, o metro foi redefinido como igual a 1.650.763,73 comprimento 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 comprimento 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 segundos”.

²⁴ Disponível em: **Unidos, Governo dos Estados e Martinvl, adaptado pelo usuário:** [/commons.wikimedia.org/wiki/File:Kilometre_definition.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kilometre_definition.svg). Arquivo: Globe Atlantic.svg. [Online] 22 de Outubro de 2012.

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

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s.} \quad (8)$$

Com base em muitos estudos concluiu-se que, a medida da velocidade da luz havia se tornado extremamente precisa, e, fazia sentido adotar a velocidade da mesma como uma grandeza definida e usá-la para redefinir o metro.

Tempo

O tempo tem duas concepções fundamentais para se apresentar no cotidiano, sendo assim, no **dia a dia** e para alguns **fins científicos**, queremos saber a hora do dia para podermos organizar eventos em ordem sequencial. Em muitos casos científicos, estamos interessados em conhecer a duração de um evento. Portanto, o tempo com seus padrões definidos deve ser capaz de responder a duas perguntas: “*Quando* isso aconteceu?” e “*Quanto tempo* isso durou?” Conforme essas perguntas podemos concluir que o tempo é uma grandeza fundamental para a humanidade. Em todo caso tudo depende do mesmo.

Sendo assim, para todo acontecimento repetitivo pode ser apresentado como padrão de tempo. A rotação do planeta Terra, que define a duração do dia, sendo empregado em circunstâncias no decorrer dos séculos; a figura 52 mostra um exemplo curioso de relógio baseado na rotação da Terra em torno de seu eixo. Sendo um relógio, no qual um elo é posicionado em vibração constante. Sendo combinado com o movimento de rotação do planeta Terra por intervalos de observações astronômicas e utilizado para medição de intervalos de tempo em estudos e pesquisas. Portanto, a calibração não pode ser efetuada com a precisão exigida por técnica moderna da Engenharia e da Ciência.

Figura 52: Relógio de quartzo.

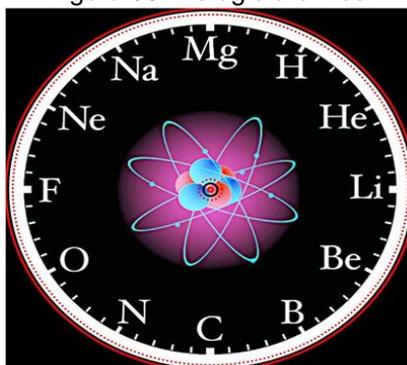


Fonte: (Mercado livre, 2019)²⁵.

Com a descoberta dos relógios atômicos, o tempo passou a ter um padrão mais definido podendo atender a necessidade dos especialistas da época.

E o relógio atômico mais conhecido se encontra no National Institute of Standards and Technology (NIST) em Boulder, Colorado, Estados Unidos, é o padrão da Hora Coordenada Universal (UTC) nos Estados Unidos, mostrado na figura 53. E seus presságios de tempo encontram-se acessível através de ondas curtas de rádio. Presságios de tempo (e informações relacionadas) apresentam dispostos no United States Naval Observatory, (Para calibrar um relógio de maneira extremamente precisa no local onde se encontramos, seria imprescindível levar em consideração o tempo necessário para que esses presságios cheguem até você).

Figura 53: Relógio atômico.



Fonte: (Ciência, 2011)²⁶.

²⁵ Disponível em: relogios.mercadolivre.com.br/relogio-de-bolso-antigo-dijoin. Mercado Livre . [Online] [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

A comparação com um relógio atômico de césio veio com a variação de um dia na Terra em um espaço de Tempo de quatro anos. Como as variações são sazonais e repetitivas, desconfiamos que é a velocidade de rotação da Terra que está variando, e não as oscilações do relógio atômico. Essas variações se devem a efeitos de maré causados pela Lua e à circulação atmosférica. Em 1967, a 13ª Conferência Geral de Pesos e Medidas adotou como padrão de tempo um segundo baseado no relógio de césio: “Um segundo é o intervalo de tempo que corresponde a **9.192.631.770** oscilações da luz (de um comprimento de onda especificado) emitida por um átomo de césio 133”.

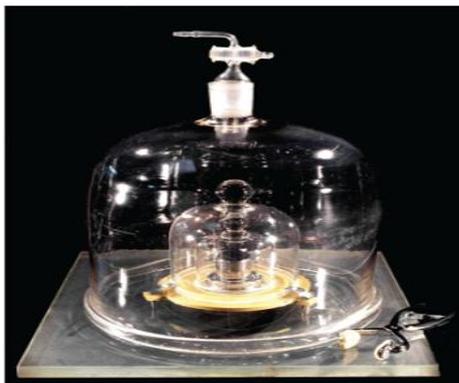
Os relógios atômicos são tão estáveis, que em princípio, dois relógios de césio teriam que funcionar por 6000 anos para que a diferença entre as leituras fosse maior que 1s. Mesmo assim, essa precisão não é nada, em comparação com a precisão dos relógios que estão sendo construídos atualmente, que pode chegar a 1 parte em 10^{18} , ou seja, 1 s em 1×10^{18} s (cerca de 3×10^{10} anos).

Massa: O Quilograma-Padrão

O padrão de massa do Sistema Internacional (SI) é um cilindro de platina-irídio (Figura 54) mantido no Bureau Internacional de Pesos e Medidas, nas proximidades de Paris, ao qual foi atribuída, por acordo internacional, a massa de 1 quilograma. Cópias precisas desse cilindro foram enviadas a laboratórios de padronização de outros países, e as massas de outros corpos podem ser determinadas comparando-os com uma dessas cópias.

Figura 54: O quilograma-padrão internacional de massa, um cilindro de platina-irídio com 3,9 cm de altura e 3,9 cm de diâmetro.

²⁶ Disponível em: **Ciência, Mundo Estranho**. <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-relogio-atomico/>. Super Interessante. [Online] 18 de 04 de 2011. [Citado em: 05 de 08 de 2019].



Fonte: (Nordestina, 2018)²⁷.

A cópia norte-americana do quilograma-padrão está guardada em um cofre do NIST e é removida, não mais que uma vez por ano, para aferir duplicatas usadas em outros lugares. Desde 1889, foi levada à França duas vezes para ser comparada com o padrão primário.

Um Segundo Padrão de Massa

As massas dos átomos podem ser comparadas entre si mais precisamente que com o quilograma - padrão. Por essa razão, temos um segundo padrão de massa, o átomo de carbono 12, ao qual, por acordo internacional, foi atribuída uma massa de 12 unidades de massa atômica (u). A relação entre as duas unidades é

$$1u = 1,660\,538\,86 \times 10^{-27} \text{ kg} \quad (9)$$

com uma incerteza de ± 10 nas duas últimas casas decimais. Os cientistas podem determinar experimentalmente, com razoável precisão, as massas de outros átomos em relação à massa do carbono 12. O que nos falta no momento é uma forma confiável de estender tal precisão a unidades de massa mais comuns, como o quilograma.

Massa Específica

²⁷ Disponível em: **Nordestina, Ciência.** <https://nossaciencia.com.br/colunas/o-fim-do-quilograma-classico/>. Nossa Ciência. [Online] 18 de 12 de 2018. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

Como sabemos, a **massa específica** ρ de uma substância é a **massa** por unidade de **volume**:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (10)$$

Observação: As massas específicas de substância normalmente são expressas em quilogramas por metro cúbico ou em gramas por centímetro cúbico. A massa específica da água equivale (1,00 grama por centímetro cúbico) é muito usada para fins de comparação. A massa específica da neve fresca é 10% da massa específica da água; a da platina é 21 vezes maior que a da água, assim pode ser exemplificado a seguir.

Exemplo 01: Massa específica e liquefação

Um utensílio consistente pode afundar no solo durante um terremoto, ou seja, se o tremor produzir sobre o solo um processo de liquefação, no qual os fragmentos do solo deslizam uns em relação aos outros quase sem atrito.

Com isso, o solo tem que se transformar praticamente em uma areia movediça. A chance de ocorrer a liquefação de um solo silicoso pode ser prevista em termos do índice de vazios de uma amostra do solo, representado pelo símbolo e e definido da seguinte forma:

$$e = \frac{V_v}{V_g} \quad (11)$$

Aqui, V_g é o volume total dos utensílios de areia na amostra, e V_v é o volume total do espaço entre as partículas (isto é, o volume dos vazios). Se exceder o valor crítico de 0,80, poderá ocorrer liquefação durante um terremoto. Qual é a massa específica da areia, ρ_a , correspondente ao valor crítico? A massa específica do dióxido de silício (principal componente da areia) é $\rho_{SiO_2} = 2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

A massa específica da areia ρ a em uma amostra é a massa por unidade de volume, ou seja, a razão entre a massa total m_a dos utensílios de areia e o volume total V_t da amostra:

$$\rho = \frac{m_a}{v_t} \quad (12)$$

Cálculos: O volume total V_t de uma amostra é dado por

$$V_t = v_g + v_v \quad (13)$$

Substituindo V_v pelo seu valor dado, e explicitando V_g , obtemos:

$$v_g = \frac{V_t}{1+e} \quad (14)$$

Conforme a equação anterior, a massa total m_a dos utensílios de areia é o produto da massa específica do dióxido de silício pelo volume total dos utensílios de areia:

$$m_a = \rho_{SiO_2} \cdot v_g \quad (15)$$

Substituindo essa expressão na equação da massa específica da areia e substituindo V_g pelo seu valor, obtemos:

$$\rho = \frac{\rho_{SiO_2}}{v_t} \frac{v_t}{1+e} = \frac{\rho_{SiO_2}}{1+e} \quad (16)$$

Fazendo $\rho_{SiO_2} = 2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ e $e = 0,80$ na, descobrimos que a liquefação acontece quando a massa específica da areia é menor que

$$\rho = \frac{2,600 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}{1,80} = 1,4 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ (Resposta)}. \quad (17)$$

Observação: Uma edificação pode afundar alguns metros por causa da liquefação.

Algarismos Significativos e Casas Decimais.

Digamos que queira desenvolver uma pesquisa e aparesse uma situação no qual cada valor é definido por um número de dois dígitos, o que isso significa? Implica dizer que esses dígitos são chamados de **dígitos significativos** e determina o número de dígitos que devem ser utilizados na resposta da prevista situação. Se as informações são fornecidas com dois dígitos significativos, a resposta deve ser dada com dois dígitos significativos. Se a situação proposta for resolvida com a ajuda de uma calculadora,

provavelmente o resultado visualizado no visor da calculadora tenha um número muito maior de dígitos; os dígitos além do segundo, porém, não são honestos e devem ser excluídos.

Neste trabalho procuramos mostrar a importância dos algarismos significativos quando efetuado os cálculos, pois os resultados finais são muitas vezes arredondados para que o número de dígitos significativos se torne igual ao número de dígitos significativos do dado que possui o menor número de dígitos significativos. (Às vezes, porém, é mantido um algarismo significativo a mais).

Se o primeiro dígito da esquerda para a direita a ser excluído é igual a 5 ou maior que 5, o último dígito significativo é arredondado para cima; se é menor que 5, deixa-se como está, conforme o exemplo 2.

Exemplo 02:

O número 11,3516 com três dígitos significativos se torna 11,4 e o número 11,3279 com três dígitos significativos se torna 11,3. (As respostas dos exemplos deste trabalho são quase sempre apresentadas com o símbolo = em vez de \approx , mesmo que o número tenha sido arredondado).

Mas quando um número como 3,15 ou $3,15 \times 10^3$ é fornecido em um problema, o número de dígitos significativos é evidente, mas o que dizer de um número como 3000? É conhecido com precisão de apenas um dígito significativo (3×10^3) ou com precisão de três dígitos significativos ($3,000 \times 10^3$)? Neste trabalho, vamos supor que todos os zeros em um número como 3000 são significativos, mas nem todos os autores obedecem a essa convenção.

Observação:

É preciso não confundir algarismos significativos com casas decimais. Considere os seguintes comprimentos: 35,6 mm, 3,56 m e 0,00356 m. Todos estão expressos com três algarismos significativos, embora tenham uma, duas e cinco casas decimais, respectivamente.

A finalidade na Medição

São normas gerais determinadas para avaliar e expressar a ambiguidade de medição, normas essas que podem ser seguidas em vários graus de exatidão e em muitas áreas de atuação, do chão de fábrica à pesquisa fundamental. Os conceitos da finalidade são aplicáveis, portanto, a um amplo espectro de medições, incluindo aquelas indispensáveis para:

- *Manter o controle da qualidade e a garantia da qualidade na produção;*
- *Respeitar e fazer cumprir leis e regulamentos;*
- *Conduzir pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento na ciência e na engenharia;*
- *Calibrar padrões e instrumentos e executar ensaios no contexto de um sistema nacional de medição de forma a obter rastreabilidade a padrões nacionais;*
- *Desenvolver, manter e comparar padrões físicos de referência, nacionais e internacionais, incluindo materiais de referência.*

Portanto, está primariamente relacionado com a expressão da incerteza de medição de uma grandeza física bem definida - o mensurando - que pode ser caracterizada por um valor essencialmente único. Se o fenômeno de interesse pode ser representado somente como uma distribuição de valores ou é dependente de um ou mais parâmetros, tal como o tempo, então os mensurados requeridos para sua descrição são o conjunto de grandezas que descrevem a distribuição ou a dependência.

Podendo também ser aplicável à avaliação e expressão da incerteza associada ao projeto conceitual e à análise teórica de experimentos, de métodos de medição e de componentes e sistemas complexos. Uma vez que o resultado de uma medição e sua incerteza podem ser conceituais e baseados inteiramente em dados hipotéticos, o termo “resultado de uma medição”, tal como é usado nesta finalidade, devendo ser interpretado num sentido mais amplo.

Os termos metrológicos, tem como definições gerais e relevantes para tal finalidade, como por exemplo, “grandeza mensurável”, “mensurando” e “erro de medição”, são dadas apurado na medição. Essas definições são extraídas do *Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia* (abreviado para VIM)*. Adicionalmente, o processo fornece as definições de vários termos estatísticos básicos extraídos principalmente da Norma Internacional ISO-3534-1. Quando um desses termos metrológicos ou estatísticos (ou um termo estreitamente relacionado) é usado no texto pela primeira vez, ele é impresso em negrito e o número do item no qual é definido é dado entre parênteses.

A palavra “incerteza” significa dúvida, e assim, no sentido mais amplo, “incerteza de medição” significa dúvida acerca da validade do resultado de uma medição. Devido à falta de palavras diferentes para este *conceito geral* de incerteza, e para as grandezas específicas que proporcionam *medidas quantitativas* do conceito, como, por exemplo, o desvio-padrão, é necessário utilizar a palavra “incerteza” nestas duas acepções diferentes.

O objetivo de uma medição é determinar o valor do mensurando, isto é, o valor da grandeza específica, nota a ser medida. Uma medição começa, portanto, com uma especificação apropriada do mensurando, do método de medição e do procedimento de medição como mostra o exemplo 3.

Exemplo 03:

Se o comprimento de uma barra de aço de um metro (nominal) deve ser determinada com exatidão micrométrica, sua especificação deverá incluir a temperatura e a pressão nas quais o comprimento é definido. Assim, o mensurando deve ser especificado como, por exemplo, o comprimento da barra a 25,00 °C* e 101 325 Pa (e mais quaisquer outros parâmetros definidos julgados necessários, tal como a maneira pela qual a barra será apoiada). Entretanto, se o comprimento tiver de ser determinado apenas com exatidão milimétrica, sua especificação não requererá uma definição de temperatura ou pressão ou de um valor para qualquer outro parâmetro de definição.

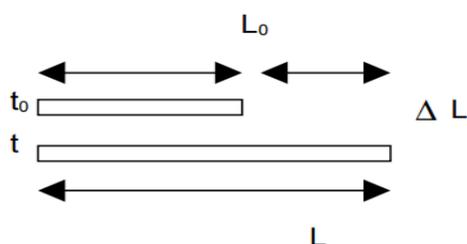
Observação:

Definição incompleta do mensurando pode ser a causa de um componente de incerteza suficientemente grande que deva ser incluído na avaliação do resultado da medição.

Dilatação Térmica**Dilatação Linear**

Quando estamos estudando a dilatação de um fio, teremos a ocorrência predominante de um aumento no comprimento desse fio. Essa é a característica da dilatação linear. Imaginemos uma barra de comprimento inicial L_0 e temperatura inicial t_0 . Ao aquecermos esta barra para uma temperatura t ela passará a ter um novo comprimento L .

Vejamos a representação a seguir:



ΔL = variação no comprimento

α = coeficiente de dilatação linear ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta L = L - L_0$$

$$\Delta t = t - t_0$$

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta t$$

$$L = L_i (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Exemplo 04:

A dilatação térmica dos sólidos é um fenômeno importante em diversas aplicações de engenharia, como construções de pontes, prédios e estradas de ferro. Considere o caso dos trilhos de trem serem de aço, cujo coeficiente de dilatação é $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$. Se a 10°C o comprimento de um

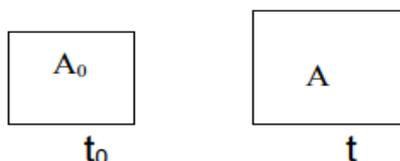
trilho é de 30m, de quanto aumentaria o seu comprimento se a temperatura aumentasse para 40°C?

- a) $11 \cdot 10^{-4}$ m
- b) $33 \cdot 10^{-4}$ m
- c) $99 \cdot 10^{-4}$ m
- d) $132 \cdot 10^{-4}$ m
- e) $165 \cdot 10^{-4}$ m

Dilatação Superficial

Dilatação superficial é aquela em que predomina a variação em duas dimensões, ou seja, a variação da área.

Consideremos uma placa de área inicial A_0 , à temperatura inicial t_0 . Aumentado a temperatura da placa para t sua área passa para A .



ΔA = variação da superfície

β = coeficiente de dilatação superficial ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta A = A - A_0$$

$$\Delta A = \beta \cdot A_0 \cdot \Delta t$$

$$A = A_0 (1 + \beta \cdot \Delta t)$$

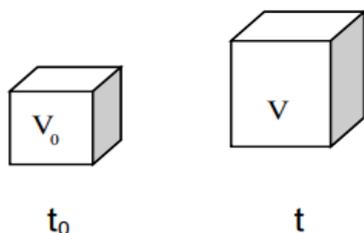
$$\beta = 2 \alpha$$

Exemplo 05:

O que acontece com o diâmetro do orifício de uma coroa de alumínio quando esta é aquecida?

Dilatação Volumétrica

Quando estamos estudando a dilatação de um paralelepípedo, teremos a ocorrência predominante de um aumento no volume desse corpo. Essa é a característica da dilatação volumétrica. Imaginemos um paralelepípedo de volume inicial V_0 e temperatura inicial t_0 . Ao aquecermos este corpo para uma temperatura t ele passará a ter um novo volume V .



ΔV = variação do volume

γ = coeficiente de dilatação volumétrica ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Δt = variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta V = V - V_0$$

$$\Delta V = \gamma \cdot V_0 \cdot \Delta t$$

$$V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta t)$$

$$\gamma = 3 \alpha$$

Exemplo 06:

Uma proveta de vidro é preenchida completamente com 400 cm^3 de um líquido a 20°C . O conjunto é aquecido até 220°C . Há, então, um transbordamento de 40 cm^3 do líquido.

É dado $\gamma_{\text{vidro}} = 24 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Calcule:

- o coeficiente de dilatação volumétrica aparente do líquido (γ_{ap})
- o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido (γ_{real})

Referência

1. **Souza, P. C. prof. Dr.** apostila de física experimental i. Pelotas-RS : IFRS, 2013. 1.
2. **Neto, Noé Comemorável de Oliveira.** Sequência didática para o ensino de calor e temperatura na Educação de jovens e adultos. Viçosa – Minas Gerais : 1, 2015. 1.
3. **Silva, Isac da.** Construção de uma Sequência Didática para Aprendizagem Significativa de Tratamento de Água. São Paulo : Universidade Cruzeiro do Sul, 2018.
4. **Zanetic, João.** Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. São Paulo : s.n., 2006.
5. **Pereira., Ênio Ricardo Lôbo.** O ensino da queda dos corpos no período Galileu-Newton: contribuições das abordagens internalista e externalista da história da ciência. Vitória da Conquista : Bibliotecária UESB, 2019.
6. **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.
7. **Lange, Maurício Mailan.** O ensino de unidade de medida - comprimento e o sistema métrico decimal. 1, Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010, Vol. 1.
8. **Ângela Maria da Silva Godoi¹, João César Guirado².** Grandezas e Medidas do Cotidiano no Contexto Escolar. Umuarama –PR : s.n., 2008.
9. **Moreira, Marco Antonio.** O que é Afinal Aprendizagem Significativa? Porto Alegre – RS : Instituto de Física – UFRGS, 2010.
10. **Soares, José Itamar.** *atividade Experimentais no Ensino de Física: As concepções dos professores de física do cefet-pi.* Canoas-RS : s.n., 2010.
11. **David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker.** *Fundamentos de física, volume 1, 10 ed.* Rio de Janeiro : LTC, 2016. 10 ed..
12. **Stefanelli, Eduardo José.** Google. <https://www.stefanelli.eng.br/sobre/>. [Online] [Citado em: 28 de julho de 2019.]
13. **Novais, Elenilson Sampaio.** <https://www.google.com/search?bi=img.3...2.Buzzero.com>. [Online] Buzzero. [Citado em: 27 de Junho de 2019.]

APÊNDICE A: Plano de aula

ATIVIDADE SOBRE MEDIÇÃO

| |
|--|
|    |
| PLANO DE ENSINO |
| 1 – IDENTIFICAÇÃO: |
| Escola: Centro de Ensino Joviana da Silva Farias / Açailândia - MA. |
| Tema: Medição. |
| Professor: Ermisandro Pereira da Silva |
| 2 – OBJETIVOS |
| <ul style="list-style-type: none"> • Contextualizar a evolução histórica das medidas do início até os dias atuais, analisando os conceitos científicos; • Estudar as influências sociais e culturais que permitiram a Medição definir sua ciência; • Estudar a visão internalista das medidas no desenvolvimento dos conceitos relacionados à Física; • Dialogar sobre como a evolução dos conceitos de medidas ocorreu à época. |
| 3 – EMENTA |
| <ul style="list-style-type: none"> • Grandezas físicas, Padrões e Unidades; • O Sistema Internacional de Unidades; • O Padrão de Tempo; • O Padrão de Comprimento; • O Padrão de Massa; • Precisão e Algarismos Significativos. • Leitura e Operação dos Instrumentos de Medidas “Práticas em |

Laboratório de Ciências”.

4 – METODOLOGIA E ESTRATÉGIA DE ENSINO

- Aplicação de questionário para verificação de conceitos prévios; uso de experimentação sobre instrumentos de medidas; exposição de vídeo sobre as unidades de medidas; debate e discussão sobre as medidas físicas. Iniciar a atividade com a aplicação de um questionário de verificação sobre o conhecimento dos estudantes a respeito das medidas físicas. Essa atividade durará, em média, 45 min;
- Realizar experiências com os instrumentos de medidas com a participação dos estudantes, para analisar os conhecimentos prévios sobre os instrumentos, que tinha como base relacionar os conceitos teóricos com a prática. Essa atividade será feita em um período de 45 min;
- Aulas expositivas e dialogadas.

4 – RECURSOS DIDÁTICOS

- Mídia impressa, equipamento multimídia, pincéis, lousa, equipamentos para experiência; paquímetro, micrômetro, relógio comparador, goniômetro e multímetro digital.

5 – BIBLIOGRAFIA

- HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 5. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 5º Edição;
- Fundamentos de física, volume 1 : mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. - 10. ed. – Rio de Janeiro : LTC, 2016.
- H. Moyses Nussenzveig – Curso de Física Básica, Mecânica, Vol. 1

Questionário I:

Anexo I

| |
|--|
|    |
| 1 - Você sabe definir o que é um instrumento de medida e para que serve? _____ |
| 2 - Qual a definição de Medir ? _____ |
| 3 - Responda. a) Quantos metros há em 1 km? _____ b) Quantos mililitros há em 1 litro? _____ c) Quantos gramas há em 1 kg? _____ d) Quantos miligramas há em 1 grama? _____ |
| 4 - Pedro comprou copos descartáveis de 200 mililitros, para servir refrigerantes, em sua festa de aniversário. Quantos copos ela encherá com 1 litro de refrigerante? (A) 3 (B) 5 (C) 7 (D) 9 |
| 5 - Faltam 5 semanas e 5 dias para Joaquim completar 9 anos. Quantos dias faltam para o aniversário de Joaquim? A) 10 B) 14 C) 19 D) 40 |
| 6-Um dia tem quantos segundos? _____ |
| 7 - Uma semana tem quantas horas? _____ |
| 8 - Uma década tem quantos anos? _____ |
| 9 - Quantos minutos se passaram das 9h50min até as 10h35min? _____ |

10 - Quantos segundos tem 2h53min? _____

Questionário II:

Anexo II

| |
|---|
|    |
| 1 - Quais dos instrumentos de medidas vocês sabem operar “fazer sua leitura”? |
| b) (<input type="checkbox"/>) Paquímetro: |
| c) (<input type="checkbox"/>) Micrômetro: |
| d) (<input type="checkbox"/>) Goniômetro; |
| e) (<input type="checkbox"/>) Relógio comparador: |
| |
| 2 - qual a unidade de medida utilizada na compra de um aparelho celular? |
| 3 - qual o comprimento de uma sala? |
| 4 - qual o instrumento adequado a cada situação? |
| |

Questionário III

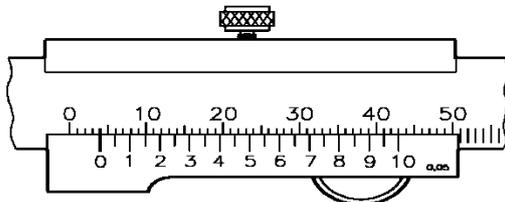
Anexo III



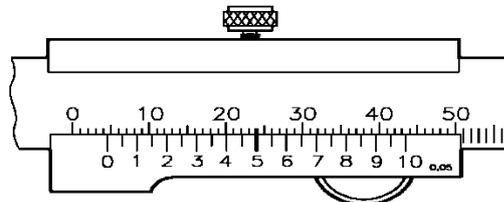
1 - Você sabe definir o que é um instrumento de medida e para que serve?

2 - Qual a definição de Medir ?

3 - Não esqueça de calcular a resolução do paquímetro na escala decimal em seguida faça a leitura e escreva as medidas.

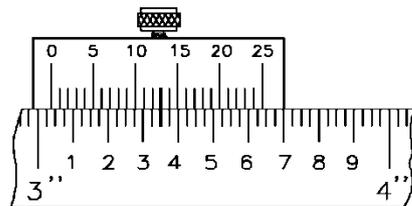


a) Leitura:

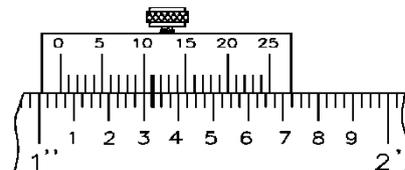


b) Leitura:

4 - Leia cada uma das medidas em polegada milésimal e escreva a medida na linha abaixo de cada desenho.



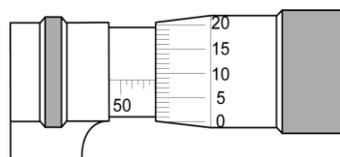
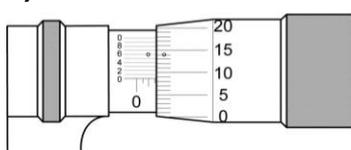
a) Leitura:



b) Leitura:

5 - Faça a leitura no Micrômetro na escala decimal.

a)



Leitura:..... Leitura:

