INSTRUMENTOS DE MEDIDAS COMO FERRAMENTAS NO ENSINO DE FÍSICA

ERMISANDRO PEREIRA DA SILVA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em ensino de Física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

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

Marabá-PA
Outubro de 2019

INSTRUMENTOS DE MEDIDAS COMO FERRAMENTAS NO ENSINO DE FÍSICA

ERMISANDRO PEREIRA DA SILVA

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

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em ensino de Física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Data da aprovação: 25 / 10 / 2019.

Aprovada por:_____

_____
Dra. Glaura Caroena Azevedo de Oliveira

_____
Dr. Erico Raimundo Pereira de Novais

_____
Dra. Regina Lélis de Sousa

Marabá-PA
Outubro de 2019

MODELO DE FICHA CATALOGRÁFICA

S586p Silva, Ermsandro Pereira da

Instrumentos de Medidas como ferramentas no Ensino de Física / Ermisandro Pereira da Silva – Marabá:UNIFESSPA / 2019.

viii, 77 f**.:** il.;30cm.

Orientador: Profa. Dra. Glaura Caroena Azevedo de Oliveira.

Dissertação (mestrado) – UNIFESSPA / Instituto de Física / Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2011.

Referências Bibliográficas: f. 74-77.

1. Ensino de Física. 2. Medição. 3. Grandezas e Unidade de Medidas. I. Oliveira, Glaura Caroena Azevedo de. II. Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. III. Medição: Conceitos e Experimentos.

Dedico este trabalho aos meus familiares, pais, esposa e filhos, pela força, coragem e carinho que eles dedicaram a mim durante a construção deste objetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais uma oportunidade ocorrida em minha vida, gostaria de agradecer meus familiares por terem me proporcionado uma educação de qualidade ao longo dos conhecimentos adquiridos. Sem essa base, seria difícil concluir um curso de pós-graduação de nível Mestrado, que futuramente estarei me preparando para um possível Doutorado.

Venho agradecer à professora Dra. Glaura Caroena Azevedo de Oliveira, minha orientadora, pela confiança em mim depositada e pelo apoio ao longo do trabalho. E a todos os professores que me ensinaram a perceber as sutilezas do meio acadêmico, e que referências teóricas são mais do que fundamentações para a pesquisa, são visões de mundo. Vocês me inspiram.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Em todos os momentos levo comigo uma frase que me inspira muito em decisões a tomar.

"O vento não sopra a favor de quem não sabe pra onde ir".

Autor desconhecido.

.

RESUMO

INSTRUMENTOS DE MEDIDAS COMO FERRAMENTAS NO ENSINO DE FÍSICA

ERMISANDRO PEREIRA DA SILVA

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

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em ensino de física, no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O trabalho tem o objetivo de contextualizar os conceitos de unidades de medidas e, aplicação de instrumentos de medidas no ensino de Física, tendo como teoria da aprendizgem signicativa de David Ausubel (TAS), consolidado assim a metodologia aplicada à sequência didática, com isso, promovendo aula teórica juntamente com a prática. Favorecendo-o, um melhor rendimento no processo de ensino-aprendizagem, permitindo que o aprendiz se torne mais inovador, fazendo com que tenha mais atração e entusiasmo pela Física. Deixando de ser apenas uma disciplina de cálculos matemáticos, mas sim de uma ciência que busca o saber do porquê da existência de inúmeras coisas que os rodeiam, pois ela está presente em todo cotidiano: em casa, na rua, na escola, no trabalho,... Foram utilizados neste trabalho os instrumentos de medidas de grande importância para o ensino de Física, entre eles podemos citar: o paquímetro, micrômetro, goniômetro, relógio comparador e o multímetro.

Palavras-chave: Paquímetro; Micrômetro; Goniômetro; Relógio Comparador; Multímetro.

Marabá-PA

Outubro de 2019

ABSTRACT

ACTION INSTRUMENTS AS TOOLS IN PHYSICS TEACHING

ERMISANDRO PEREIRA DA SILVA

Supervisor(s): Profa. Dra.Glaura Caroena Azevedo de Oliveira.

Abstract of master's thesis submitted to the graduate program in physics teaching in the course of professional master's of Physical Education (MNPEF), in partial fulfillment of the requirements for the degree Master in physics teaching.

This work aims to contextualize the concepts of units of measurement and the application of measurement instruments in the teaching of physics, based on David Ausubel's theory of meaningful learning (TAS), thus consolidating the methodology applied to the didactic sequence. promoting theoretical class along with practice. Favoring it, a better performance in the teaching-learning process, allowing the learner to become more innovative, making him more attracted and enthusiastic about physics. No longer just a discipline of mathematical calculations, but a science that seeks to know why there are numerous things that surround them, because it is present in every day: at home, on the street, at school, at work, ... We used in this work the instruments of measurement of great importance for the physics teaching, among them we can mention: the caliper, micrometer, goniometer, comparator clock and the multimeter.

Keywords: Caliper; Micrometer; Goniometer; Comparative Clock; Multimeter.

Marabá-PA
Outubro de 2019

Ilustrações

Figura 1: Um quarto do meridiano terrestre correspondendo do polo norte à linha do equador. 14
Figura 2: Nanômetro, chips controladores de diversos sistemas eletrônicos... 17
Figura 3: Sensor que utiliza o transdutor. 18
Figura 4: Representação das escalas fixas e móvel de um paquímetro do sistema decimal. 23
Figura 5: Barra do metro padrão. 36
Figura 6: Relógio de quartzo. 38
Figura 7: Relógio atômico. 38
Figura 8: O quilograma-padrão internacional de massa, um cilindro de platina-irídio com 3,9 cm de altura e 3,9 cm de diâmetro. 40
Figura 9: Medições com o paquímetro universal. 50
Figura 10: Medição com paquímetro digital. 51
Figura 11: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro. 52
Figura 12: Relógio comparador em alinhamento de peças rotativas. 53
Figura 13: Goniômetro medindo ângulo de broca para perfuração. 54
Figura 14: Aula de dilatação térmica. 57
Figura 15: Utilização do micrômetro na aula de laboratório. 58
Figura 16: Aula de instrumentos de medidas. 58
Figura 17: Aula de instrumentos, o paquímetro. 59
Figura 18: Aula de dilatação linear. 59
Figura 19: Aula sobre circuito de corrente alternada. 60
Figura 20: Resultados obtidos antes das aulas sobre unidades de medidas... 62
Figura 21: resultados de aplicações dos questionários antes das aulas sobre instrumentos de medidas. 63
Figura 22: resultados dos questionários depois da aplicação dos instrumentos de medidas. 64
Figura 23: Resultados dos questionários antes e depois das aplicações dos instrumentos de medidas. 65
Figura 24: Resultados obtidos após todas as aulas de aplicações dos instrumentos de medidas. 66
Figura 25: Medições com o paquímetro universal.. 85

Figura 26: Leitura no paquímetro universal. 85
Figura 27: Leitura no paquímetro do sistema inglês. 86
Figura 28: Leitura do nõnio no sistema inglês. 87
Figura 29: Leitura do nônio no sistema inglês. 87
Figura 30: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro..... 88
Figura 31: Leitura de medidas no micrômetro do sistema métrico. 89
Figura 32: Goniômetro medindo ângulo de broca para perfuração e suas partes. 89
Figura 33: Leitura de medidas em um goniômetro. 90
Figura 34: Relógio comparador em alinhamento de peças rotativas. 91
Figura 35: Leitura de medidas em um relógio comparador. 91
Figura 36: Aula sobre paquíetro universal. 92
Figura 37: Aula de dilatação térmica. 94
Figura 38: Aula de dilatação térmica. 94
Figura 39: Medições com o paquímetro universal. 95
Figura 40: Aula de instrumentos, o paquímetro. 95
Figura 41: Aula de instrumentos, o paquímetro. 96
Figura 42: Utilização do micrômetro na aula do laboratório. 97
Figura 43: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro..... 97
Figura 44: Medindo a folha de papel. 98
Figura 45: Utilização do micrômetro na aula do laboratório. 99
Figura 46: Aula de instrumentos de medidas. 100
Figura 47: Aula sobre circuito de corrente alternada. 101
Figura 48: Aula sobre circuito de corrente alternada. 101
Figura 49: Aula sobre circuito de corrente alternada. 102
Figura 50: Aula de dilatação linear. 103
Figura 51: Barra do metro padrão. 110
Figura 52: Relógio de quartzo. 112
Figura 53: Relógio atômico. 112
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. 113

Tabela

Tabela 1: Mostrando os múltiplos e submúltiplos do metro. **Erro! Indicador não definido.**

Sumário

CAPITULO 1: Introdução 14

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica..... 17

Capítulo 3: Referencial teórico 26

3.1 Teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel. 28

Capítulo 4: Fundamentação Teórica. 31

4.1 Grandezas e Medidas Físicas 32

4.2 Unidades e Padrões de Medidas 34

4.3 Comprimento 35

4.4 Tempo..... 37

4.5 Massa: O Quilograma-Padrão..... 39

4.6 Um Segundo Padrão de Massa 40

4.7 Massa Específica 41

4.8 Algarismos Significativos e Casas Decimais. 43

4.9 Algumas definições de grandezas físicas e suas unidades de medidas 44

4.10 A finalidade na Medição 46

4.11 Como operar os intrumentos de medidas..... 48

4.11.3 Paquímetro……50

4.11.4 Micrômetro……52

4.11.5 Relógio Comparador 52

4.11.6 O goniômetro……53

Capítulo 5: Metodologia 55

5.1 Momento da aula prática. 55

5.2 Aplicação do Produto Educacional no Ensino de Física. 57

Capítulo 6: Resultados e Discussões. 61
Capítulo 7: Considerações Finais. 67
Referência: 69
Apêndice A - Planos de aula 72
Apêndice B - Produto Educacional – Instrumentos de Medidas Como Ferramentas no Ensino de Física 78
Capítulo 1: Orientações Iniciais 80
Questionários de Sondagem 80
Capítulo 2: Desenvolvimento das Atividades: Sequência Didática 81
Atividade 1: Unidades de Medidas. 81
Grandeza: Unidade, símbolo e definição da unidade. 82
Múltiplos e Submúltiplos do Metro: 83
Atividade 2: Mine-curso sobre os Instrumentos de Medidas 85
Paquímetro universal 85
Micrômetro 88
Goniômetro 89
Relógio comparador 90
Capítulo 3: Aplicação do Produto Educacional no Ensino de Física. 92
Atividade 3: Instrumentos de Medidas. 93
Paquímetro 93
- Procedimento de Execução 94
Micrômetro 97
- Procedimento de Execução 97
Multímetro 100
- Procedimento para medição 101
Relógio Comparador 102
Capítulo 4: Teoria Física 105

Grandezas e Medidas Físicas 106
Unidades e Padrões de Medidas 108
Comprimento 109
Tempo 111
Massa: O Quilograma-Padrão 113
Um Segundo Padrão de Massa 114
Massa Específica 114
Algarismos Significativos e Casas Decimais. 116
A finalidade na Medição 118
Dilatação Térmica 120
Referência 123

CAPITULO 1: Introdução

Na pré-história, os homens já confeccionavam seus próprios utensílios e com o passar dos anos passaram a se organizar em grupos e comunidades. Como consequências desses novos perfis de comunidades surgiram às necessidades do ato de medir, ou seja, da medição, em que foram desenvolvidas e utilizadas várias técnicas na época. Umas dessas técnicas eram as que utilizavam partes de seu próprio corpo como instrumentos de medidas [1].

Entre elas: o comprimento de um pé ou da palma da mão. Entretanto, essas unidades não tinham uma exatidão, por serem único de cada indivíduo. Esta situação provocava confusão e dificuldade de comunicação, assim a vida em sociedade passou a ser mais fatigante e constatou-se, por esse motivo, a importância de uma padronização e a formação deste com a finalidade de que as negociações e trocas fossem justas [1].

Na França, em 1792, o metro tornou-se a unidade fundamental de medida, criando assim o sistema métrico decimal. No entanto, somente em 20 de maio de 1875 tornou-se a unidade oficial de medidas em dezoitos nações. E 1 metro correspondia como a décima milionésima parte do quarto do meridiano terrestre, como indicado na figura 1 [2].

Figura 1: Um quarto do meridiano terrestre correspondendo do polo norte à linha do equador.

Fonte: (Unidos, martinvl, 2012)[1].

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

Atualmente, os processos de medição são bastante complexos, a fim de satisfazerem as necessidades da ciência e da tecnologia. Em épocas remotas, o homem utilizou processos simples, suficientes para a sua técnica primitiva [2].

Muitas das técnicas primitivas utilizadas pela antiguidade seriam empregadas até hoje, por exemplo, “pés”, utilizado na aviação. A polegada do sistema inglês (grossura do dedo polegar) em que era usado para a aferição de tecidos. Ha época utilizava uma vara ou um bastão no mercado desses elementos na Babilônia [3].

Além do metro, o homem precisava medir o peso de corpos e mercadorias a fim de compará-los, através da massa existente nos mesmos.

De acordo com o contexto histórico, o homem ancestral comparava as massas de dois corpos equilibrando-os um em cada mão. Dessa forma, essas ideias possibilitaram o surgimento da primeira balança, que consistia de uma vara suspensa no meio por uma corda. Assim, os objetos eram colocados nas suas extremidades, e se houvesse o equilíbrio, ou seja, a vara ficasse na horizontal os objetos possuíam a mesma massa [2].

No entanto, muitas dessas técnicas de medidas foram modernizadas e são utilizadas no cotidiano com aplicações em diversas áreas do conhecimento seguindo normas específicas.

No desenvolvimento desse trabalho, propomos o estudo de instrumentos de medidas e técnicas de medição como ferramentas didáticas nas aulas de Física. Observa-se que os desenvolvimentos desses tópicos de estudos em salas de aula são muito importantes para os alunos, pois acrescentam uma base conceitual que lhes auxiliará posteriormente no decorrer do curso. Apesar dessa importância, percebe-se que os conceitos de instrumentos de medidas não são explorados pelos professores em todos os níveis de ensino [3].

Os conceitos de Grandezas e Medidas podem ser encontrados nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (1997), com objetivos distintos para o primeiro e segundo ciclos. Dentre os itens que o documento apresenta, encontramos alguns aspectos importantes que os auxiliam nas aulas de medições aplicadas ao ensino de Física, tendo isso como uma das motivações para o trabalho proposto. Alguns desses aspectos são os construtivos, e

permitem o aprendiz interpretar a realidade, construir novos significados, e desenvolver novas possibilidades de ação e de novos conhecimentos [4].

O trabalho foi desenvolvido com a necessidade de aplicar conceitos de medidas nas aulas de Física no Ensino Médio. Essa pesquisa ocorreu com os alunos do 2º ano matutuino no Centro de Ensino Joviana Silva Farias da cidade de Açailândia no Maranhão.

No decorrer do trabalho observou-se que os alunos não tinham a cultura de expressar as unidades de medidas no final das resoluções dos exercícios propostos em Física, além de não terem também a cultura de utilizar os laboratórios de ensino e experimentos da disciplina em questão. Dessa forma, surgiu a necessidade de mostrar para esses discentes a importância dos instrumentos de medidas nas aulas de Ciências, assim como a necessidade de aprender acerca de unidades de medidas.

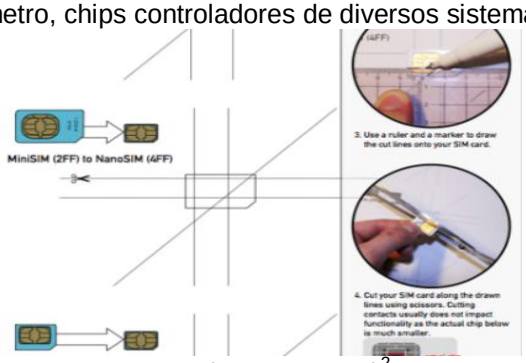
O processo do desenvolvimento desse trabalho, iniciou-se com a instrumentalização em sala de aula e no laboratório, uma vez que os alunos não tinham os conhecimentos necessários acerca do assunto proposto na pesquisa. Assim, as experiências adquiridas ao longo dos anos com instrumentos de medidas no ramo industrial auxiliaram na aplicação desse trabalho. Buscamos facilitar o ensino-aprendizagem desses alunos nas aulas de Física, tendo como objetivo o uso frequente do laboratório, tentando sempre associar as aulas teóricas com as práticas.

Inicialmente, foram propostas aos alunos várias pesquisas sobre o conteúdo antes mesmo da aplicação do trabalho, motivando-os ainda mais no desenvolvimento do mesmo. Estudando e pesquisando as referências bibliográficas acerca desse assunto, o qual seria o impacto dessa pesquisa no cotidiano e no aprendizado dos mesmos. Com isso, inicia-se o trabalho proposto, valorizando o conhecimento prévio desses discentes.

Capítulo 2: Revisão Bibliográfica

A necessidade de medir é muito antiga, conta-se que foi pela curiosidade humana. Outros já contam que foi pela necessidade de sobrevivência, mas o que importa é que foram vários séculos de descobertas, onde as primeiras unidades e instrumentos de medidas tinham como referências partes do corpo humano, chegando ao século XXI com medições feitas em nano-escalas "10^{-9}" m, como observado na figura 2.

Figura 2: Nanômetro, chips controladores de diversos sistemas eletrônicos.



Fonte: (Garrett, 2016)[2].

Com as alterações dos padrões de medidas sofreram grandes resistências para então chegarem até os modelos de hoje. Na França, o uso do metro só se tornou obrigatório a partir de $1^{\underline{0}}$ de janeiro de 1840 e, no Brasil, o sistema métrico foi adotado efetivamente só em 1938, por decreto [3].

A última definição, que passou a vigorar em 1983, é baseada na velocidade de propagação da luz no vácuo, isto é, o espaço percorrido pela luz em um intervalo de 1 segundo, propaga-se no vácuo com a velocidade limite conhecida: aproximadamente de 300 mil quilômetros por segundo. No entanto, um múltiplo do metro, para avaliar grandes distâncias, como aquelas entre planetas e estrelas, o quilômetro, é uma unidade muito pequena. Criou-se então outro padrão, baseado na distância da Terra ao Sol, chamado unidade astronômica de comprimento (UA**).** E 1 UA corresponde à distância da Terra ao Sol e é de aproximadamente 150.000.000 km. Para estimar a distância de estrelas muito afastadas da Terra criou-se o ano-luz, que corresponde à

[2] Disponível em: **Garrett, Felipe.** www.techtudo.com.br. techtudo. [Online] 15 de 10 de 2016. [Citado em: 05 de 07 de 2019.]

distância percorrida pela luz em um ano, ou seja, 1 ano-luz mede, aproximadamente, $9x10^{12}$ km [3].

Além da aferição de grandes escalas de medidas, o homem também se preocupou com distâncias infinitamente pequenas, como por exemplo, a determinação de pequenas dimensões de uma célula ou de partículas atômicas. Com isso, foi criado o micrômetro (μ), e representa $1x10^{-6}$ valor padrão do metro, chegando até outras unidades ainda menores como a nano-escala.

A dimensão do átomo também varia, geralmente, em um espaço de um centímetro, caberiam enfileirados, cerca de 100 milhões ($1x10^{8}$) de átomos, então surge o submúltiplo do metro, o angstrom (Å), e representa $1x10^{-10}$ do metro [3].

Assim, o homem pode chegar até medidas cada vez menores, alterando a estrutura atômica, tornando-o cada vez mais divisível, o que era impossível de se pensar séculos atrás.

A Usina Nuclear é um exemplo aplicado desse estudo, em que a mudança na estrutura atômica das moléculas libera uma quantidade enorme de energia através da fissão nuclear, e que pode ser aplicado para distribuição de energia elétrica para residências e Indústrias. E a figura 3 mostra o sensor de calor que utiliza o transdutor para converter energia térmica em sinal elétrico, o calor medido acontece quando o átomo de urâneo é colocado no vaso de pressão, e com a fissão, há a produção de energia térmica [5].

Figura 3: Sensor que utiliza o transdutor.

Fonte: (Texeira, 2013)[3].

[3]Disponível em: **Texeira,Mariane Mendes.**https://brasilescola.uol.com.br/fisica/transdutor.htm. Brasil Escola. [Online] Transdutor. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

Com o avanço das pesquisas e das tecnologias, muitas técnicas foram estabelecidas por meio do uso de sensores de deslocamentos baseados na interferometria a laser, e isso permitiu a realização de medições de vibrações sem contato, até em frequências muito baixas [5].

Os avanços da inteligência artificial, tais como aqueles aplicados nos sistemas de multiprocessadores (que são dispositivos com capacidade de executar simultaneamente dois ou mais processos) são muito usados em sistemas eletrônicos, na forma integrada e simultânea, no uso de informações provenientes de diferentes sensores (vibrações, temperatura, pressão, carga, etc). Desta forma, a operação de uma máquina pode continuamente ser corrigida ou paralisada imediatamente no caso de uma anomalia séria, antes de seu colapso, quando focado no campo da manutenção preditiva [5].

Nas áreas de manutenção preventiva e análise de estruturas mecânicas, os instrumentos de medidas mais utilizados são os transdutores de vibrações, que são os elementos que dentro da cadeia de medição são os responsáveis em relacionar a vibração mecânica com a resposta elétrica. Como exemplo, podemos destacar os instrumentos usados na manutenção de turbina de avião, motores elétricos, bombas, compressores, vibrações em tubulações, ensaios mecânicos, teste de embalagens, vibrações transmitidas ao corpo humano (saúde), entre outros [5].

No Brasil o órgão responsável pela padronização de medidas é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), sendo este uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que atua como secretaria executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro). O colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro). Objetivando integrar uma estrutura sistêmica planejada, o Sinmetro, o Conmetro e o Inmetro foram criados pela a Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, cabendo a este último substituir o então Instituto de Pesos e Medidas (INPM) e ampliar significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira [6].

Sua missão é prover confiança à sociedade brasileira nas medições e produtos, através da metrologia e da avaliação da conciliação, promovendo a harmonização das relações de consumo, inovação e a competitividade no país [6].

As unidades de medidas têm sua importância e deveria ser um assunto frequentemente abordado pelo professor em sala de aula, para lhes auxiliar na base teórica sobre grandezas físicas e medidas. No entanto, ele costuma ser abordado nas escolas de maneira que os alunos não compreendem a importância de sua utilidade no cotidiano escolar, ou, e muitas vezes não é nem abordado nas aulas ministradas. Um exemplo é que as tabelas com os múltiplos e submúltiplos de cada grandeza não são apresentadas realmente como deveriam ser [6].

Quando trabalha-se com as transformações de unidades, o interessante é propor que os discentes façam as construções dessas unidades para conseguir fazer uma relação visual entre as unidades de medidas, não só as lineares, como também as de medidas de superfície, entre outras [6].

Atualmente as medidas necessitam ser mensuradas com a utilização de equipamentos com resoluções cada vez maiores, e que são capazes de quantificar com maior precisão. Isso demonstra a importância da ciência aliada aos avanços tecnológicos.

> Faz-se necessário observar ainda que os estudos quantitativos da ciência e da tecnologia comportam uma abordagem de pesquisa aplicada e uma outra de pesquisa fundamental. A primeira obedece preponderantemente à demanda por indicadores quantitativos de ciência e da tecnologia da parte dos gestores de política científica, pública ou privada. Quanto ao segundo, considera-se que os métodos quantitativos e principalmente a análise de dados constituem um elemento indispensável para fazer avançar a nossa compreensão sobre os estudos da ciência como um sistema complexo de produção e de troca de conhecimentos [7].

Uma unidade muito utilizada em bacias fluviais é a unidade de volume em que se mede a vazão de rios e córregos. É feita a aferição da quantidade de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a

qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m^3/s.

A descarga (vazão) aumenta da montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas do rio abaixo) até sua foz. No entanto, pode ser observado por meios de medições de vazão, onde áreas do ponto medido à jusante apresentam valores inferiores de vazão que à montante [8].

Este fato pode ser esclarecido devido à dinâmica de transferência de energia canal-planície, explicado pela transferência de água para dentro da planície fluvial, formando áreas alagadas e lagos próximo ao canal, porém, a jusante do rio, “direção da corrente”, estabelece seu equilíbrio usual [8].

Em alguns trabalhos indicam que para medir vazão em rios ou córregos muitos utilizam métodos tradicionais, e um deles é a medição indireta por ser simples e diferente do método automático, aquelo que utilizam processos eletrônicos, realizando todos os cálculos de forma instantânea visualizada no monitor do aparelho de medição [8].

> “Em certos casos, estudos apenas descritivos de uma determinada área não exigem dados precisos, assim como em alguns córregos a profundidade e o fluxo de água não permitem a utilização de aparelhos como, perfilador acústico de corrente por efeito Doppler (ADCP) ou molinete. Nestes casos, pode ser usado método indireto, não convencional, para estimar a vazão, onde é determinada a largura do canal, em diferentes profundidades ao longo da seção transversal e estimado a velocidade do fluxo” [8].

Com o avanço tecnológico surgiram várias máquinas de medir, que reproduzem sistemas por coordenadas tridimensionais, mas que não apresentam eixos retilíneos, em uma dimensão. Elas são representadas por sistemas de coordenadas cartesianas tridimensionais, são as máquinas de medir por coordenadas (MMC) [9].

> Em Máquinas de Medir por Coordenadas (MMC), a geometria de uma peça é obtida por apalpação de pontos discretos sobre a superfície. Cada ponto medido é expresso na forma de coordenadas medidas. Porém, não é possível avaliar os parâmetros da peça (e.g. diâmetro,

> distância, ângulo, etc,) diretamente das coordenadas dos pontos medidos. Portanto, um modelo analítico da peça é utilizado para avaliar estes parâmetros. O modelo geralmente consiste em formas geométricas ideais, também chamadas de elementos geométricos substitutos. Estes elementos são determinados aplicando algoritmos de melhor ajuste aos pontos medidos. Os algoritmos de ajuste utilizados devem ser os apropriados para cada tarefa específica de medição, dependendo da função da peça [9].

O ato de aferir tornou-se de extrema importância para a humanidade, tanto no passado, como na atualidade. Com o progresso da sociedade e o avanço tecnológico, as medições também tiveram uma grande evolução e se desenvolveram muito ao longo dos tempos, de modo que construíram se aparelhos de grande precisão. Essa construção se deu com base em muitos estudos e pesquisas, construção de novas tecnologias e investimentos em inovações.

No Brasil, diversas pesquisas e estudos são feitos nessa área, a de instrumentos de medidas, tanto voltados ao ensino de Física ou não. Um desses estudos é o que é desenvolvido no Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS-Pelotas), em que essa pesquisa relata a importância dos instrumentos de medidas nas aulas de Física experimental I e II no Ensino Médio e Superior, onde destacam-se os instrumentos de medidas utilizados no cotidiano, sendo a régua graduada a mais conhecida de todos.

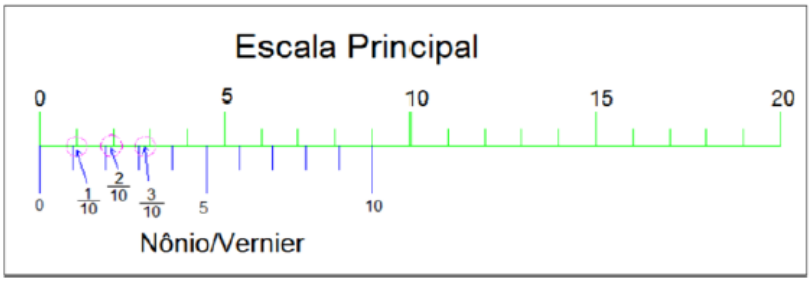
> Um instrumento de medida é um agente mecânico na execução de qualquer trabalho, cujo fim é a medição. Necessariamente qualquer instrumento necessita de um padrão de referência para sua devida calibração. Tome-se, por exemplo, uma régua que você compra em lojas. Essa régua vem com riscos devidamente espaçados de acordo com o padrão existente na fábrica [10].

Dessa forma, na presente pesquisa feita pelo IFRS, destacam-se os instrumentos de medidas mais comuns no ensino de Física, mostrando o uso adequado a cada situação, pois cada grandeza depende em geral de muitos padrões.

E os instrumentos utilizados pelo IFRS são: régua milimetrada, o paquímetro, o micrômetro ou pálmer, relógios mecânicos, elétricos, eletrônicos ou atômicos e a balança de mola (dinamômetro) de travessão ou eletrônica.

Ainda nos estudos das medidas, destacam, nesse estudo, a importância e o princípio do Nônio ou Vernier em um paquímetro universal, quanto à sua leitura e aplicação nos experimentos na Física, mostrado na figura 4 [10].

Figura 4: Representação das escalas fixas e móvel de um paquímetro do sistema decimal.



Fonte: (Vicente, 2017)[4].

> Assim, cada divisão do Nônio é mais curta que 1/*N* da escala principal, em nosso caso 1/10 (conforme é assinalado na figura 4), ou seja, a parte ou divisão que ficou para as escalas serem iguais foi diluída negativamente na escala do Vernier. Na figura 4 podem observar que a 1ª divisão do Nônio é 1/10 mais curta que a 1ª divisão da escala principal. A 2ª divisão do Nônio está 2/10 da 2ª divisão da escala principal e a 3ª divisão do Nônio está 3/10 da 3ª divisão da escala principal. Isso se repete até que a 10ª marca do Nônio coincida com a 9ª marca da escala principal e, obviamente, a distância entre as décimas marcas será 10/10 [10].

Quando realizam-se medidas e leituras com o paquímetro universal observa-se a necessidade de expressar as medidas com algarismos significativos, dando-nos a oportunidade de introduzir esse tema nas aulas ministradas para que os alunos compreendam melhor o conceito e, posteriormente, façam as leituras corretas das medições efetuadas nas aulas experimentais.

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

Umas das preocupações do operador nesse processo de medição, são os erros aleatórios e sistemáticos. Para isso, o operador precisa de um treinamento adequado a cada instrumento utilizado nessa ação.

> Em ciência e tecnologia, é fundamental a realização de medidas de grandezas físicas. Estas grandezas podem ser, por exemplo, comprimentos, intervalos de tempo, voltagem entre dois pontos, carga elétrica transportada, intensidade luminosa, e muitas outras. Para se caracterizar o sistema de freios de um automóvel, por exemplo, realiza-se uma medida da distância percorrida após o acionamento dos freios quando o carro se move a uma certa velocidade. Ao se realizar uma medida, há sempre fontes de erro que a afetam. As fontes de erro fazem com que toda medida realizada, por mais cuidadosa que seja, esteja afetada por um erro experimental. Os erros experimentais podem ser classificados em dois grandes grupos: erros sistemáticos e erros aleatórios [10].

Nos estudos das medidas, o Instituto federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, destaca a importância das experiências com medidas físicas. Sendo que eles utilizam experimentos relacionados ao cotidiano dos alunos de forma experimental e prático.

Além dos estudos sobre instrumentos de medidas, eles também desenvolveram trabalhos experimentais relacionados ao Movimento Retilíneo Uniforme “velocidade média”, Movimento Retilíneo Uniformemente Variados, e Cinemática “Movimento Unidimensional”, em que produziram experimentos nos laboratórios de Física por meio de conceitos básicos sobre movimentos unidimensionais [10].

> Observa-se que, o tema atividades experimentais é um dos temas de pesquisa e uma preocupação dos pesquisadores que investigam a área de ensino de Ciências, o que justifica a escolha do mesmo como tema norteador do presente trabalho [11].

Alguns outros estudos sobre medição foram desenvolvidos através de muitas pesquisas e com a aplicação dos instrumentos de medidas em áreas interdisciplinares, como por exemplo, em laboratórios de Mecânica para Geociências, Laboratórios de Física para Ciências Farmacêuticas e Física

Geral e Experimental para Engenharias. Pois, para cada área do conhecimento há um instrumento de medida correspondente à situação desejada.

As atividades experimentais utilizadas nos estudos requerem realizações de medidas de grandezas de naturezas diversas, como: comprimento, massa, tempo, corrente elétrica, radiação,... Por conta disso, o número de instrumentos de medidas disponíveis ao experimentador é muito variado.

> Nesse sentido, para que o processo de ensino e aprendizagem seja satisfatório, nas escolas, faz-se necessário uma metodologia adequada a essa área do conhecimento. O ensino de Ciências requer uma metodologia diferenciada, onde as atividades experimentais possuem um papel importante para a compreensão dos conceitos e para o desenvolvimento do pensamento científico dos estudantes [11].

A importância das atividades experimentais nas aulas de Física tem como complemento os conteúdos teóricos ministrados, e mantém o papel fundamental na facilitação do ensino aprendizagem dos estudantes.

Capítulo 3: Referencial teórico

As ciências e suas ferramentas estão sempre presentes em todo cotidiano, direta ou indiretamente. Desde o simples fato de ligar uma televisão com o auxilio de um controle remoto, ou medir o comprimento de uma sala, entre outros processos. Os meios e suas tecnologias influenciaram e influenciam a maneira de como lidam-o com o conhecimento.

> É necessário preparar os estudantes para reconhecer informações, discriminar e selecionar aquelas que são relevantes para sua vida, perceber como certos acontecimentos têm relações e interagem com seu cotidiano, ser capaz de analisar e tomar decisões sobre assuntos que possam afetá-los de algum modo (apud) [12].

E a aplicação de instrumentos de medidas como metodologia de complemento no ensino de Física, deixam as aulas mais dinâmicas, além de contribuir para as aulas experimentais em laboratório. Como consequência, torna o conhecimento mais prazeroso para os alunos na sala de aula [12].

> ”Quando perguntamos a qualquer professor, independente de sua concepção pedagógica, qual o objetivo atual da educação escolar e, portanto, qual o seu papel, como agente central desse processo, normalmente obtemos respostas muito parecidas. Sem titubear, eles costumam dizer que é o de desenvolver a capacidade de o aluno raciocinar, criar, trabalhar em grupo, de ser solidário, de caminhar em busca de sua própria autonomia intelectual e assim por diante” [12].

A metodologia da problematização, baseada no conceito de educação problematizadora, é uma alternativa viável e eficaz no processo de ensino e aprendizagem.

Metodologia consiste num processo criativo de ação-reflexão a partir de um determinado aspecto extraído da realidade e, como consequência, algumas transformações podem ser intencionalmente provocadas, de modo a solucionar ou amenizar uma situação-problema detectada [13].

Nesse sentido, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o ensino de Física deve deixar de concentrar-se na simples memorização de fórmulas

ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, e ganhar um significado, que explicite seu sentido já no momento do aprendizado [23].

> A atividade de demonstração experimental em sala de aula, particularmente quando relacionada a conteúdos de Física, apesar de fundamentar-se em conceitos científicos, formais e abstratos, tem por singularidade própria a ênfase no elemento real, no que é diretamente observável e, sobretudo, na possibilidade simular no micro - cosmo formal da sala de aula a realidade informal vivida pela criança no seu mundo exterior. Grande parte das concepções espontâneas, senão todas, que a criança adquire resultam das experiências por ela vividas no dia-a-dia, mas essas experiências só adquirem sentido quando ela as compartilha com adultos ou parceiros mais capazes, pois são eles que transmitem a essa criança os significados e explicações atribuídos a essas experiências no universo sócio - cultural em que vivem [12].

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM), a disciplina de Física deve buscar assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. “Ao ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas” [14].

O ensino de Física contextualizado não se resume somente em relações ilustrativas com o cotidiano dos alunos, ou com exemplos de aplicações da disciplina. Um ensino contextualizado é o resultado de escolhas didáticas por parte do professor, a partir de conteúdos e metodologias, além de um projeto de ensino bem definido [14].

A problematização baseia-se na construção de situações-problemas que irão estruturar as situações de aprendizagem, chegando a um resultado significativo para os alunos. Não se trata apenas de um levantamento das concepções alternativas dos educandos, mas de estabelecimento de um diálogo no qual eles tenham efetiva participação [15].

A Física enquanto área de conhecimento construída nos permite aprender e compreender a natureza dos processos tecnológicos que permeiam a sociedade. Qualquer pessoa que detenha um mínimo de conhecimento

científico pode ter condições de utilizá-lo de diversas formas: em situações reais, de relevância social, concretas e vividas, assim como aplicá-la nessas e em outras situações [14].

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. E essa é uma das formas que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável [23].

3.1 Teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel.

O trabalho tem como referencial teórico baseado na Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel (TAS). Nessa teoria o conhecimento prévio do aluno é valorizado fazendo com que a aprendizagem se torne significativa, de maneira que o aluno aprenda, pois o conhecimento de si mesmo é um ponto crucial na aplicação da metodologia proposta. O idealizador do conceito de aprendizagem significativa a todo momento prevê a necessidade de o aprendiz se colocar como sujeito ativo e não passivo em seu processo de aprendizagem.

> Por exemplo, para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado, terá novos significados pois a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica mas também ao da Termodinâmica [16].

Ausubel tem como proposta as ideias dos novos conceitos que podem ser subordinados aos conhecimentos prévio do aprendiz, produzindo novos significados para esse conhecimento, deixando de ser um conhecimento mecânico onde o aprendiz decora fórmulas para resoluções de problemas, sendo o conhecimento prévio uma variável isolada mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos [16].

Desse modo, dizer que o conhecimento prévio é a variável que mais entusiasma a aprendizagem significativa de novos conhecimentos não significa dizer que é sempre uma variável facilitadora. Normalmente sim, mas pode, em alguns casos, ser obstruído, mesmo com os conhecimentos prévio o aprendiz não consegue assimilar o conteúdo [16].

A Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel é considerada uma teoria construcionista, já que o conhecimento é construído com as informações novas que começam a fazer parte da estrutura cognitiva do aprendiz, formando informações cada vez mais complexas e diversificadas à medida que se incorporam à estrutura mental daquele que aprende.

As novas informações aprendidas se conectam de maneira não arbitrária aos aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, levando ao processo de aprendizagem significativa. Essas novas informações se relacionam aos conceitos, ideias e informações já existentes e se ampliam, encontrando nestas o que Ausubel chamou de ponto de ancoragem. Dessa forma, todo esse processo facilita a fixação e passa a ter significado na mente do aprendiz, fazendo parte da sua estrutura cognitiva [17].

Esses novos conceitos, ideias e proposições pré-existentes na estrutura cognitiva, em que essas novas informações se ancoram, promovendo uma aprendizagem significativa, foi chamada de subsunçores por Ausubel.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, subsunçores também são definidos não apenas como conceitos estruturantes de cada disciplina, mas também quando identificados e ensinados aos aprendizes, e uma vez aprendidos significativamente, serviriam também como subsunçores para novas aprendizagens significativas.

> Sem rejeitar a idéia de que corpos organizados de conhecimento, possuem, de fato, conceitos estruturantes, é mais adequado pensar os subsunçores simplesmente como conhecimentos prévios

> especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou, enfim, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos. Nessa linha, subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, construtos pessoais, concepções, idéias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende, Subsunçores seriam, então, conhecimentos prévios especificamente relevantes para a aprendizagem de outros conhecimentos [16].

Dessa forma, para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o conteúdo a ser estudado seja apresentado de forma lógica, e não arbitrária, assim como o aprendiz precisa possuir os subsunçores necessários que servirão como ancoradouro, interagindo e complementando aos novos conhecimentos, ele também precisa estar disposto a fazer a relação entre o que já se sabe e essas novas informações. O professor pode auxiliá-lo nesse processo de aprendizagem, mas para Ausubel o seu esforço em aprender é um fator essencial nesse processo de ensino-aprendizagem.

> O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva [16].

É necessário fazer uma ponte entre a estrutura cognitiva do aprendiz juntamente com os conceitos que estão sendo introduzidos na aula ministrada. Assim, Ausubel defende a inserção de organizadores prévios.

> Os organizadores prévios podem se apresentar sob a forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceituais, entre outros que são apresentados ao estudante, em primeiro lugar, em nível de maior abrangência permitindo a integração dos novos conceitos aprendidos, tornando mais fácil o relacionamento da nova informação com a estrutura cognitiva já existente [18].

Assim, Ausubel recomenda o uso de organizadores prévios que sirvam de âncora para o desenvolvimento de conceitos de subsunçores e para novas aprendizagens, facilitando a aprendizagem subsequente [18].

Capítulo 4: Fundamentação Teórica.

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 aficarem 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 [19];

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

A ciência, entre outras áreas do conhecimento se baseia 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. Umas das expectativas da Física, e também de outras áreas do conhecimento, é arquitetar e executar experimentos tendo como base as grandezas físicas mecionadas. De modo que, os cientistas se empenham em desenvolver relógios 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. Chegando ao século XXI com tecnologias que são de suma importância para o avanço industrial, 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, umas delas, utilizado nas navegações, que antes se posicionavam através dos astros e estrelas [19].

> 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 [11].

4.1 Grandezas e Medidas Físicas

A Física como uma ciência de descobertas vem instruindo e aprimorando a maneira de medir, ao comparar 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. E 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 [19].

No inicio, se definir as unidade e seu padrão da forma que desejar, é interessante resaltar que os cientistas em diferentes localidades do mundo, concordem que todas as definições sejam as mesmo em tempo razoáveis e práticos. Depois do padrão escolhido, 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 sejam diretos ou indiretos. 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 [19].

Se estabelecermos o padrão de comprimento como sendo à 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 [19].

> 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 [11].

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, é o **watt** (W), é estabelecida em termos das unidades fundamentais de massa (M), comprimento (L) e tempo (t),

$$1\ \mathrm{watt} = 1\ \mathrm{w} = 1\ \mathrm{kg}\,.\,\mathrm{m}^2/\mathrm{s}^3 \qquad (1)$$

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

Quando trabalhamos com grandezas cujos valores são 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,

$$3\,560\,000\,000\ \mathrm{m} = 3{,}56\ \mathrm{x}\ 10^{9}\ \mathrm{m} \tag{2}$$

e

$$0,000\,000\,492 = 4{,}92\ \mathrm{x}\ 10^{-7}. \tag{3}$$

Consequentemente, quando lidamos com grandezas cujos valores são muito grandes ou muito pequenas, podemos usar também os prefixos representados pela as letras **K, M, G, T** e etc. Tendo que 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,

$$1{,}27\ \mathrm{x}\ 10^{9}\ \mathrm{watts} = 1{,}27\ \mathrm{gigawatts} = 1{,}27\ \mathrm{GW} \tag{4}$$

ou um certo intervalo de tempo como:

$$2{,}35\ \mathrm{x}\ 10^{-9}\ \mathrm{s} = 2{,}35\ \mathrm{nanossegundos} = 2{,}35\ \mathrm{ns}. \tag{5}$$

Os prefixos mais conhecido nos estudos das medidas, são os seguintes, mililitro, centímetro, quilograma e megabyte [19].

4.2 Unidades e Padrões de Medidas

Na maioria das vezes, precisamos alterar as unidades nas quais uma grandeza física está explicita, 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 [19]:

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

Com isso, as razões $\frac{1\ \text{min}}{60\ s}$ e $\frac{60\ s}{1\ \text{min}}$ 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 [19].

Como o produto de qualquer grandeza por um fator unitário deixa essa grandeza invariável, podemos 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 [19]:

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

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 paises 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 [19].

4.3 Comprimento

Na República da França quando fundada, em 1792, executou um 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 que tinha como definição o padrão do metro mostrado na figura 5, 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, de tal maneira que, no final, todos os instrumentos e equipamentos de medições de comprimento estariam corelacionados à barra do metro padrão, mostrada na figura 5 [19].

Figura 5: Barra do metro padrão.

Fonte: (Unidos, Martinvl, 2012)[5].

Com o decorrer do tempo, foi criado um padrão mais preciso que a distância entre duas finas ranhuras em uma barra de metal, que eram padrões adequados para época em que ficaram conhecidos. Em proximidades do ano 60 no século XX, 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 [19].

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 [19].

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

[5] Disponível em: **Unidos, Governo dos Estados e Martinvl, adaptado pelo usuário:.** /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:

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

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 [19].

4.4 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 gradeza fundamental para a humanidade. Em todo caso, tudo depende do mesmo [19].

Todo acontecimento repetitivo pode ser apresentado como padrão de tempo. A rotação do planeta Terra, que define a duração do dia, sendo empregado no decorrer dos séculos sem um exemplo de padrão. A figura 06 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 [19].

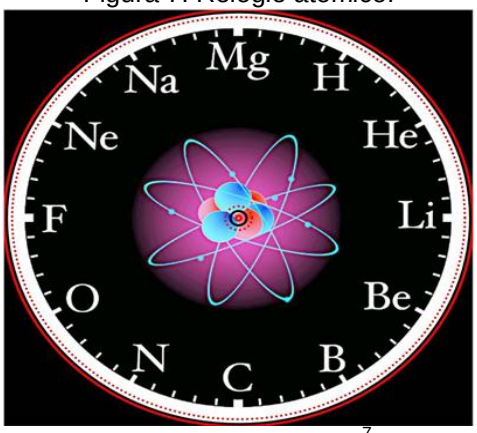
Figura 6: Relógio de quartzo.

Fonte: (Mercadolivre, 2019)[6].

Com a descoberta dos relógios aômicos, o tempo passou a ter um padrão mais preciso, podendo atender a nacessidade 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 7. E seus presságios de tempo encontram-se acessível atravéis 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 nos encontramos, seria imprescidível levar em consideração o tempo necessário para que esses presságios cheguem até você) [19].

Figura 7: Relógio atômico.



Fonte: (Ciência, 2011)[7].

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

E o 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” [19].

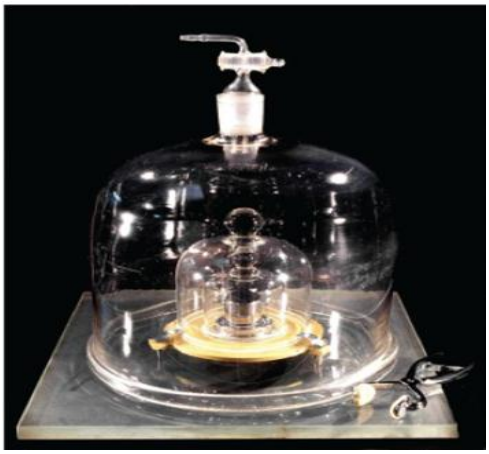
Os relógios atômicos são tão estáveis, que em princípio, dois relógios de césio teriam que funcionar por 6000 anos para que a diferença entre as leituras fosse maior que 1s. Mesmo assim, essa precisão não é nada, em comparação com a precisão dos relógios que estão sendo construídos atualmente, que pode chegar a 1 parte em 10^{18}, ou seja, 1 s em 1×10^{18} s (cerca de 3×10^{10} anos) [19].

4.5 Massa: O Quilograma-Padrão

O padrão de massa do Sistema Internacional (SI) é um cilindro de platina-irídio (Figura 8) 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.

[7] 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.]

Figura 8: O quilograma-padrão internacional de massa, um cilindro de platina-irídio com 3,9 cm de altura e 3,9 cm de diâmetro.



Fonte: (Nordestina, 2018)[8].

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 [19].

E a partir do ano de 2019, século XXI, a unidade de massa do Sistema Internacional de Unidades (SI), o quilograma, terá sua definição modificada. Deixará de ser o artefato metálico guardado na sede do BIPM, nos arredores de Paris, para ser baseado na constante de Planck (h).

4.6 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

$$1u = 1{,}660\ 538\ 86 \text{ x } 10^{-27}\ \text{kg} \tag{9}$$

[8] 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.]

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.

4.7 Massa Específica

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

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{10}$$

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 exemplicado 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 definido da seguinte forma:

$$e = \frac{V_v}{V_g} \tag{11}$$

Aqui, $\mathbf{V_g}$ é o volume total dos utensílios de areia na amostra, e $\mathbf{V_v}$ 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, $\boldsymbol{\rho_a}$, correspondente ao valor crítico? A massa específica do dióxido de silício (principal componente da areia) é $\rho S_{iO2} = 2{,}600 \times 10^3$ 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:

$$\rho = \frac{m_a}{v_t} \tag{12}$$

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

$$V_t = v_g + v_v. \tag{13}$$

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

$$v_g = \frac{Vt}{1+e} \tag{14}$$

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:

$$m_a = \rho S_{io2} \,.\, v_g \tag{15}$$

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

$$\rho = \frac{\rho_{sio2}}{v_t} \; \frac{v_t}{1+e} = \frac{\rho_{sio2}}{1+e} \tag{16}$$

Fazendo ρ_{sio2}= 2,600 × 10³ kg/m³ e e = 0,80 na, descobrimos que a liquefação acontece quando a massa específica da areia é menor que

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

Observação: Uma edificação pode afundar alguns metros por causa da liquefação [19].

4.8 Algarismos Significativos e Casas Decimais.

Digamos que queira desenvolver uma pesquisa e aparece 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 situção proposta for resolvida com a ajuda de uma calculadora, provávelmente 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 [19].

Neste trabalho procuramos mostrar a importância dos algarismos significativos quando efetuando 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, (as vezes, porém, é mantido um algarismo significativo a mais) [19].

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 11,351 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 ≈, 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 [19].

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 [19].

4.9 Algumas definições de grandezas físicas e suas unidades de medidas

Grandeza: Unidade, símbolo e definição da unidade.

Compr**imento:** 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, $\boldsymbol{c_0}$**,** é exatamente igual a 299 792 758 m/s [35].

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 [35].

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 v(hfs Cs), é exatamente igual a 9 192 631 770 Hz [35].

Corrente elétrica: ampere, A: O ampere 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 $2x10^{-7}$ N/m de comprimento. Assim, a constante magnética, μ_0, também conhecida como permeabilidade vácuo, é exatamente igual a 4π x 10^{-7} H/m [35].

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 [35].

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}C), é exatamente igual a 12 g/mol [35].

Intensidade luminosa: candela, cd: A candela é a intensidade luminosa, numa dada direção, de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência 540 x 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 x 10^{12} Hz é exatamente igual a 683 Lm/W [35].

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* [5].

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 [5].

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 [5].

4.10 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 [5].

> 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 [5].

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 [5].

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 [5].

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 [5].

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 ºC* 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 apena com exatidão milimétrica, sua especificação não requererá uma definição de temperatura ou pressão ou de um valor para qualquer outro parâmetro de definição [5].

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.

4.11 Como operar os intrumentos de medidas

Antes das aplicações usnado instrumentos de medidas tivemos a necessidade de trabalhar juntamente com os alunos um mini-curso sobre o estudo de medidas “metrologia dimensional”, 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, dando ênfase às aulas experimentais nos estudos de medição, e assim eles puderam conhecer melhor os instrumentos de medidas e suas aplicações nas aulas ministradas.

> 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 [20].

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, como é mostrado na tabela 1.

Tabela 1: 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)[9].

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 [6].

Normas Gerais de Medição

Antes de fazer qualquer medição, precisa-se saber qual grandeza que pretende medir, o grau de exatidão na medição e a precisão desejada ao obter como resultado dessa medição, para então poder escolher o instrumento de medição adequado. Além disso, é necessário que o instrumento ou medida materializada em questão tenha sido calibrado.

Medição é uma operação simples, porém para a realização da mesma é importante que apresentem algumas características, tais como: tranquilidade, limpeza, cuidado, paciência, senso de responsabilidade,

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

sensibilidade, finalidade da posição medida, instrumento adequado e domínio sobre o instrumento.

“A calibração garante uma boa medição”. Mesmo na medição mais corriqueira adotamos, de maneira consciente ou inconsciente, um método de medição e um procedimento de medição [6].

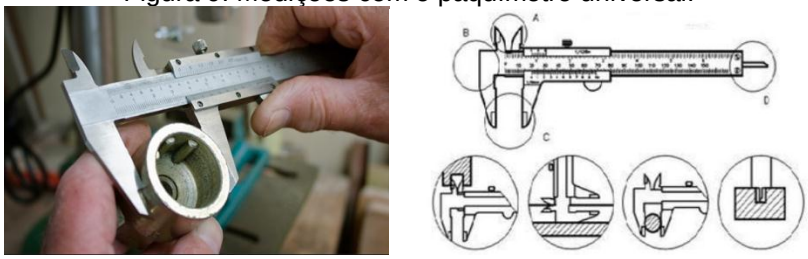
4.11.3 Paquímetro

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 [6].

O paquímetro é a associação de uma escala, como padrão de comprimento e dois bicos de medição, como meios de transporte do mensurando. Sendo um ligado à escala e outro ao cursor e um nônio como interpolador para a indicação entre traços [6].

A figura 9 mostra o paquímetro universal em que temos medições interna, externas, de profundidade e de ressaltos. Trata-se do tipo mais usado.

Figura 9: Medições com o paquímetro universal.



Fonte: (FG Tecnologia, 2018)[10].

No paquímetro universal a escala do cursor é chamada de nônio ou vernier, em homenagem ao português Pedro Nunes e ao francês Pierre Vernier, considerados seus inventores [6].

[10] Disponível em: **FG, Tecno.** http://conectafg.com.br/paquimetro-usando-de-forma-correta/. Conecta FG. [Online] 08 de 2018. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

Na escala fixa ou principal do paquímetro, a leitura feita antes do zero do nônio corresponde à leitura em milímetro. Em seguida, conta-se os traços do nônio até o ponto em que um deles coincidir com um traço da escala fixa.

Além do paquímtro universal, o paquímetro digital é muito utilizado nas Indústias nas medições de peças em série por apresentar uma leitura rápida, livre de erro de paralaxe, e ideal para controle estatístico.

Figura 10: Medição com paquímetro digital.

Fonte: (Anjos, 2018)[11].

Dentre os possíveis erros que podem acontecer na medição, estão a falta de habilidade do operador e outros fatores que podem provocar erros de leitura no paquímetro. Além disso, dependendo do ângulo de visão do operador, pode ocorrer o erro de **paralaxe**, pois devido a esse ângulo, aparentemente há coincidência entre um traço da escala fixa com outro da móvel. O cursor onde é gravado o nônio, por razões técnicas de construção, normalmente tem uma espessura mínima, e é posicionado sobre a escala principal. Assim, os traços do nônio (TN) são mais elevados que os traços da escala fixa (TF) [6].

Colocando o instrumento em posição não perpendicular à vista e estando sobrepostos os traços TN e TF, cada um dos olhos projeta o traço TN em posição oposta, o que ocasiona um erro de leitura.

Para não cometer o erro de paralaxe, é aconselhável que se faça a leitura situando o paquímetro em uma posição perpendicular aos olhos e se preciso fecha um deles [6].

[11] 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.]

4.11.4 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. A figura 11 ilustra o micrômetro com suas partes [6].

Figura 11: Mostra das resoluções e medidas em um micrômetro.

Fonte: (Anjos, 2018)[12].

A leitura num micrômetro é feita quando 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.

4.11.5 Relógio Comparador

Medir a grandeza de uma peça por comparação é determinar a diferença da grandeza existente entre ela e um padrão de dimensão predeterminado. Daí originou-se o termo medição indireta [6].

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

[12] 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.]

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 [6]**.**

Figura 12: Relógio comparador em alinhamento de peças rotativas.

Fonte: (Revestimentos, 2012)[13].

Quando a ponta de contato sofre uma pressão e o ponteiro gira em sentido horário, a diferença é positiva. Isso significa que a peça apresenta maior dimensão que a estabelecida. Se o ponteiro girar em sentido anti-horário, a diferença será negativa, ou seja, a peça apresenta menor dimensão que a estabelecida [6].

Uma volta completa (360°) corresponde a um movimento do fuso, esta volta é subdividida em frações iguais (valor de leitura do relógio). Nos comparadores mais utilizados, uma volta completa do ponteiro corresponde a um deslocamento de 1 mm da ponta de contato. Como o mostrador contém 100 divisões, cada divisão equivale a 0,01mm [6].

4.11.6 O goniômetro

É um instrumento de medição ou de verificação de medidas angulares. O goniômetro simples, também conhecido como transferidor de grau. É utilizado em medidas angulares que não necessitam de extremo rigor. Sua menor divisão é de 1º (um grau). Há diversos modelos de goniômetro. No transferidor de graus, podemos observar medidas de um ângulo agudo e outro obtuso, mostrado na figura 13 [6].

[13] **Revestimentos,Sulcromo.**https://www.youtube.com/channel/UCjHkUDaA1JjvLvPMs3W0Owg. yutube. [Online] 2012. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

Figura 13: Goniômetro medindo ângulo de broca para perfuração.

.

Fonte: (Ciência, 2011)[14].

As brocas de aço rápido são ultilizadas nas Indústrias e no cotidiano na perfuração de peças, entre outros processos. Para cada tipo de matérial que vai ser perfurado a broca necessita de um ângulo específico, e para medir esse ângulo ultilizamos o goniômetro.

[14] 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.]

Capítulo 5: Metodologia

A motivação do desenvolvimento deste trabalho veio com a necessidade de trabalhar a Físiica com uma abordagem mais aplicada ao cotidiano do aluno, considerando o conhecimento prévio que o mesmo tem em relação a cada assunto estudado. Além disso, buscamos incentivar a cultura do uso do laboratório de ciência nas aulas e complementando juntamente a metodologia aplicada.

Utilizando os conhecimentos industriais adquiridos aos longos de 16 anos trabalhados em indústrias, possibilitam a realização deste trabalho juntamente com os alunos do segundo ano matutino, desenvolvido no Centro de Ensino Médio Joviana Silva Farias, na cidade de Açailândia no Maranhão.

Os instrumentos de medidas têm grande importância para o mundo da ciência e podem ser utilizados como uma ferramenta importante no auxílio de ensino, facilitando o desenvolvimento do trabalho realizado.

Dessa forma, os alunos puderam compreender a importância do uso dos instrumentos de medidas para o ensino de Física, como atividade experimental. O trabalho foi desenvolvido com intuito de promover a melhor qualidade no ensino aprendizagem dos alunos presentes. As aulas foram ministradas no laboratório da própria escola e as experiências foram realizadas juntamente com os alunos.

E nas últimas aulas os alunos apresentaram-se mais interativos e questionadores acerca do assunto abordado. Sendo os experimentos desenvolvidos para os alunos do segundo ano e no decorrer das aulas mostramos a eles o multímetro, um instrumento de medidas que irão utilizar no terceiro ano do ensino médio. As disciplinas das aulas ministradas foram sobre o tema de medição, com isso utilizamos alguns dos instrumentos de medidas.

5.1 Momento da aula prática.

Antes das aulas práticas de aplicação do produto educacional foi proposto aos alunos do segundo ano matutino dois questionários: um sobre as

unidades de medidas (em anexo I) e o outro sobre os instrumentos de medidas (em anexo II), para então avaliar os conhecimento prévio do aprendiz sobre o conceito de medidas. Todas as questões estavam relacionadas ao cotidiano dos alunos.

Para a realização da intervenção didática, levou-se em consideração que os alunos já possuíam algum conhecimento prévio sobre o assunto. Dessa forma, a aula foi conduzida por meio da interação com os mesmos. Após a explicação teórica sobre os instrumentos de medidas, mostramos a eles alguns exemplos simples com os instrumentos e a importância de sua aplicação no dia a dia.

Nas aulas seguintes foram mostradas as respectivas demonstrações matemáticas, com exposição das equações. Seguindo a sequência didática foi então realizada a parte experimental, que permitiu que eles detectassem qual era a importância dos cálculos no cotidiano, e assim assimilassem juntamente com a parte teórica já ministrada.

Ao fim da aula, a turma foi separada em grupos de três alunos para que pudessem trocar ideias e gerarem discussões sobre o assunto. E posteriormente a essa etapa, foi entregue a eles uma lista de exercícios com cinco questões teóricas sobre instrumentos de medidas, em que todas as respostas das questões foram explicadas e discutidas juntamente com os alunos ao longo da exposição do assunto. Estes questionamentos serviram como parâmetro de pesquisa para avaliação dos resultados (em anexo III).

A aplicação do produto educacional foi trabalhado em dois momentos, contudo o trabalha realizado com os alunos durante as aulas práticas no laboratório de ciências mostrou um diferencial no processo de ensino aprendizagem dos discentes.

No primeiro momento do desenvolvimento da pesquisa foram necessárias três aulas de 50 minutos cada. Essas aulas foram destinadas às aulas teóricas sobre unidades de medidas, conceitos sobre sistema internacional e conversões de unidades e suas aplicações (ementa no apêndice A). Os alunos se mostraram muito interessados, questionando e discutindo sobre o assunto estudado.

No segundo momento, após as aulas teóricas, foram trabalhadas as aulas práticas em laboratório com os instrumentos de medidas, foi então que

os alunos tiveram contato direto com os instrumentos, utilizando o produto educacional proposto, aplicando-o nas aulas de física.

5.2 Aplicação do Produto Educacional no Ensino de Física.

As aulas no laboratório foram ministradas para que os alunos compreendessem como é manuseado os instrumentos de medidas. Dessa forma, serão expostos nesse capítulo o produto educacional colocado em prática em sala de aula.

Figura 14 mostra a aula sobre dilatação térmica. 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 da arruela metálica. Assim, podem concluir que ocorreu uma variação no diâmetro da esfera devido à elevação na temperatura.

Figura 14: Aula de dilatação térmica.

Fonte: dados das pesquisas.

Para fazermos as medidas iniciais e finais utilizamos um paquímetro no sistema métrico e um micrômetro na escala de milésimo de milímetro. 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.

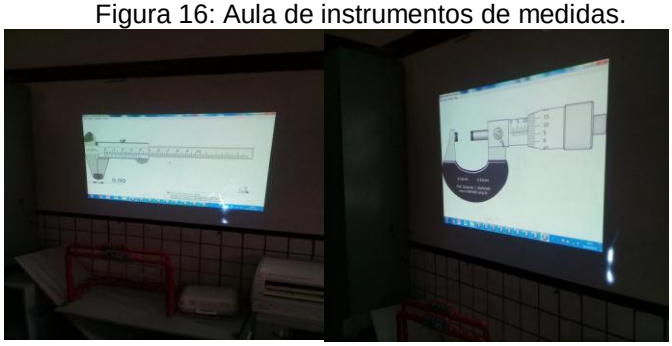
Após a dilatação térmica, os alunos verificam os diâmetros inicial e final. Houve diferências. Eles aferiram essas medidas por meio do micrômetro, figura 15. Durante o experimento observaram a mudança na dilatação do diâmetro externo da esfera de 25,970 mm para aproximadamente 26,021 mm.

Figura 15: Utilização do micrômetro na aula de laboratório.

Fonte: dados das pesquisas.

Para complementar o assunto dos experimentos vistos no laboratório, foram apresentados em sala durante a aula ministrada os instrumentos de medidas digitais, veja a figura 16. Observamos que esse complemento para a aula ministrada contribuiu para o entendimento e o aprendizado dos alunos.

Figura 16: Aula de instrumentos de medidas.

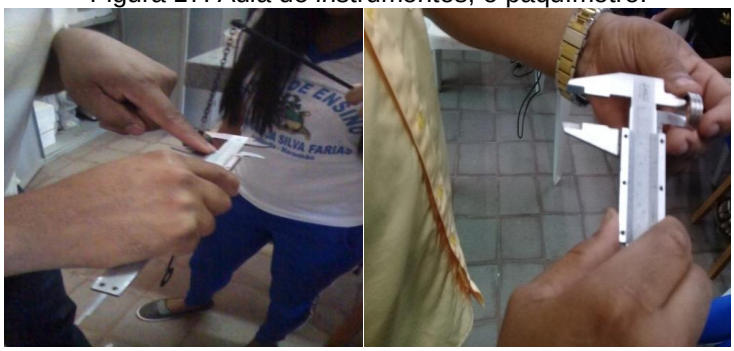


.

Fonte: dados das pesquisas.

Nas aulas práticas, inicialmente os alunos enfrentaram muitas dificuldades com os instrumentos, pois não tinham conhecimento suficiente sobre o assunto e nem sabiam como opera-los. Dessa forma, o conteúdo ministrado foi desenvolvido primeiramente apresentando esses instrumentos de medidas, como mostrado na figura 17, definindo a sua importância e suas aplicações no cotidiano.

Figura 17: Aula de instrumentos, o paquímetro.



Fonte: dados das pesquisas.

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 18. A barra de cobre foi aquecida por meio de uma chama (vela) e foi aferido quanto dilatou o metal com a mudança da temperatura.

Figura 18: Aula de dilatação linear.

Fonte: dados das pesquisas.

Foi também discutido nas aulas de laboratório o uso do instrumento de medida muito utilizado em estudos sobre eletricidade, o multímetro, onde os alunos aprenderam a fazer a leitura de corrente elétrica num circuito elétrico.

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 19 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 19: 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) 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.

E 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 6: Resultados e Discussões.

Essa pesquisa teve como motivação a necessidade de trabalhar na Física um conteúdo mais experimental, complementando as aulas teóricas ministradas no âmbito da sala de aula. Além disso, as aulas tem o intuito de ter uma abordagem mais aplicada ao cotidiano do aluno, considerando também o conhecimento prévio que o mesmo tem em relação a cada assunto estudado.

Nesse trabalho, buscamos incentivar a cultura do uso do laboratório de ciência nas aulas de física para facilitação do processo ensino-aprendizagem e complementando juntamente à metodologia aplicada.

A aplicação do produto educacional foi realizado com os alunos do segundo ano matutino no Centro de Ensino Médio Joviana Silva Farias na cidade de Açailândia no Maranhão.

Foram mostrado instrumentos de medidas como ferramenta importante no auxílio de ensino de física, facilitando o desenvolvimento do trabalho realizado.

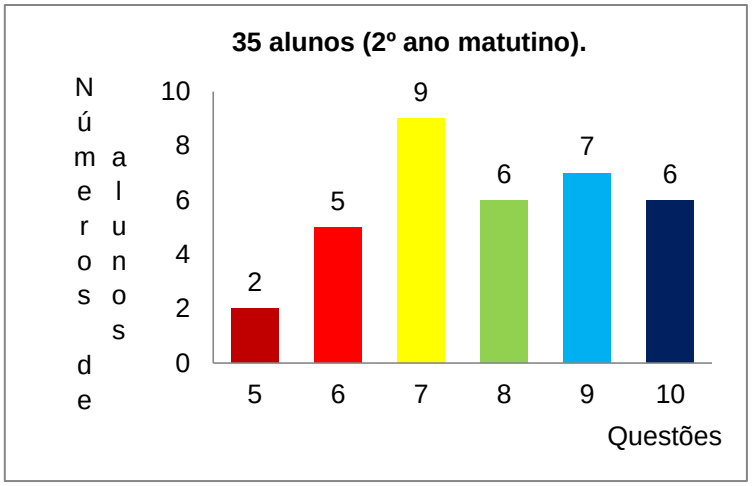
Inicialmente, apresentamos questionários com algumas perguntas sobre o assunto de unidades de medidas, instrumentos de medidas, entre outras, relacionadas ao assunto. Essas questões foram elaboradas no intuito de saber qual era o conhecimento prévio desses alunos participantes da pesquisa.

Através dos resultados obtidos com o questionário I, esses aplicados antes do início das aulas, identificou-se que alguns alunos, totalizando 25% da turma tinham um conhecimento prévio do assunto abordado. O questionário era o detector do conhecimento, e os resultados são observados na figura 20. O gráfico quantifica os resultados das quantidades de acertos das questões resolvidas pelos alunos, sendo um total de 35 alunos da turma do segundo ano matutino.

O gráfico mostra os resultados do questionário I, onde cada questão contabiliza um ponto, e a menor pontuação foi cinco, num intervalo de 0 a 10.

Sendo os alunos representados pelos números sobre as barras na vertical e as quantidades de questões no eixo horizontal.

Figura 20: Resultados obtidos antes das aulas sobre unidades de medidas.



Fonte: Dados das pesquisas.

Figura 20 mostra os resultados obtidos através do questionário I sobre unidades de medidas, este aplicado antes das aulas, ou seja, antes de ter uma introdução sobre unidade de medidas. Isso demonstra que os alunos já tinham algum conhecimento prévio sobre o assunto que seria ministrado (anexo I).

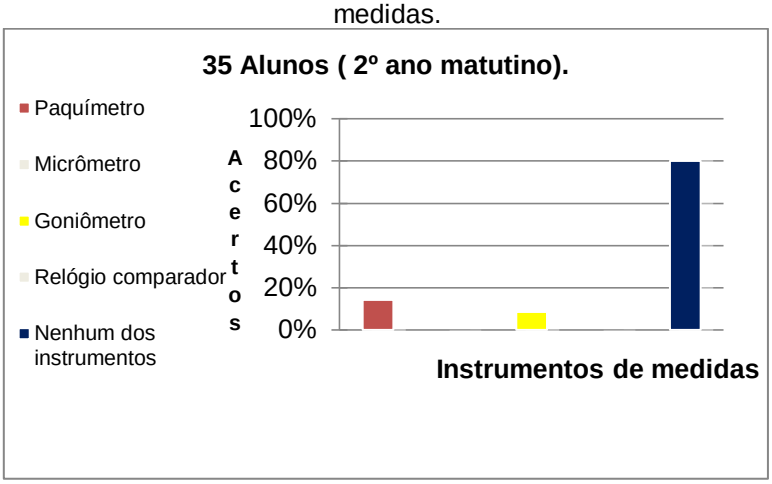
Podemos observar os resultados mostrados na figura 20 de forma otimista. Tomando como base para o início das pesquisas as resoluções proposta pelos alunos, foram questões discursivas que estavam ligadas ao seu cotidiano, no entanto, as resoluções foram expostas de formas coerentes buscando contextualizar as situações problemas envolvidas nas questões. Os resultados obtidos mostraram também que eles não tinham a cultura de expressar as unidades de medidas após os resultados encontrados em uma medição.

Já no segundo momento do desenvolvimento do trabalho, aplicamos o questionário II que narrava sobre os instrumentos de medidas, e observamos que eles apresentavam algumas dificuldades para responder as questões propostas.

As perguntas apresentadas neste questionário estão relacionadas ao conhecimento sobre os instrumentos de medidas e como poderiam realizar as medições nesses equipamentos, (anexo II).

Percebemos que os alunos tinham pouco conhecimento sobre o assunto. Figura 21 mostra o percentual dos alunos que, supostamente, sabiam operar-lo ou fazer as medidas nos instrumentos resentados no questionário II.

Figura 21: resultados de aplicações dos questionários antes das aulas sobre instrumentos de medidas.



Fonte: dados das pesquias.

Podemos então concluir da figura 21, que os resultados obtidos através do questionário II representado pelos 35 alunos do 2º ano matutino, 80% da turma não conheciam nhenhum dos instrumentos de medidas. Esse resultado, em que a maioria disse não ter nenhum conhecimento dos instrumentos apresentado já demonstra a grande deficiência desses alunos sobre o assunto, evidenciando a carência da turma nas aulas de laboratórios aliadas aos conteúdos teóricos apresentado em sala de aula.

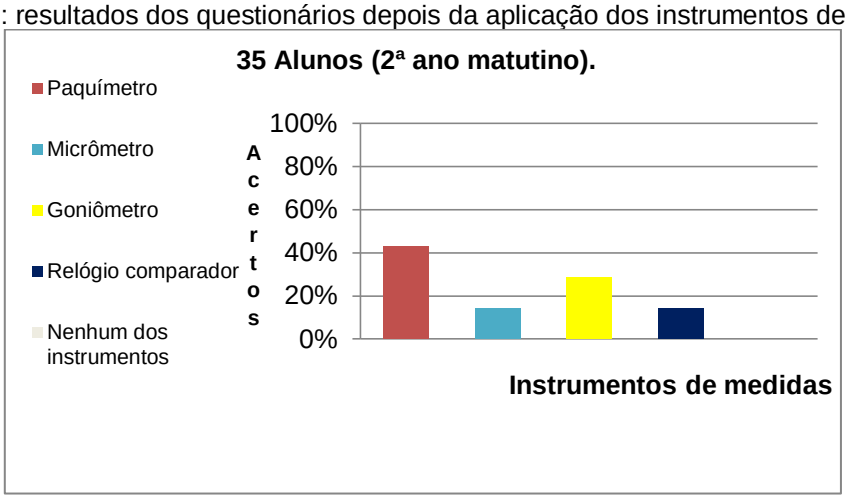
Com base nos resultados prévios, foram propostas algumas aulas sobre os instrumentos de medidas, para apresenta-los para os discentes de forma que evidenciassem algumas semelhanças com o cotidiano dos alunos, pois dessa maneira poderiam assimilar mais facilmente o conteúdo. Assim, foram apresentados alguns instrumentos aplicados em alguns exemplos dos tópicos de Física II, como a termologia.

Inicialmente, solicitamos que os discentes fizessem pesquisas sobre o assunto de dilatação linear para que discutissem sobre o tema em sala de aula antes mesmo que o conteúdo fosse exposto pelo professor. Partindo do pressuposto de que os alunos eram capazes de conceituar as causas para dilatação linear, ou o que ocorria quando um material fosse submetido a uma fonte de calor, os experimentos realizados, posteriormente, permitiram que eles observassem os fenômenos ocorridos, e esses seriam explicados teoricamente. Assim, eles conseguiram associar de forma mais clara os conceitos por eles pesquisados, proporcionando mais clareza sobre os fenômenos que estavam ocorrendo em laboratório, gerando o aprofundamento do conteúdo, e por consequência assimilação desse conhecimento de maneira mais aprofundada.

Após a demonstração dos experimentos no laboratório, percebem-se a diferença nos resultados do questionário que foi aplicado após as aulas ministradas. Observando que os alunos demostravam ter absorvido melhor o conteúdo e estarem bem mais conscientes sobre o conceito estudado nas aulas.

A figura 22 mostra o resultado em percentual das respostas dadas pelos alunos após as aulas sobre os instrumentos de medidas, as aulas ministradas foram referentes às questões relacionadas à maneira de como operar ou fazer as medidas nos instrumentos apresentados no questionário II.

Figura 22: resultados dos questionários depois da aplicação dos instrumentos de medidas.



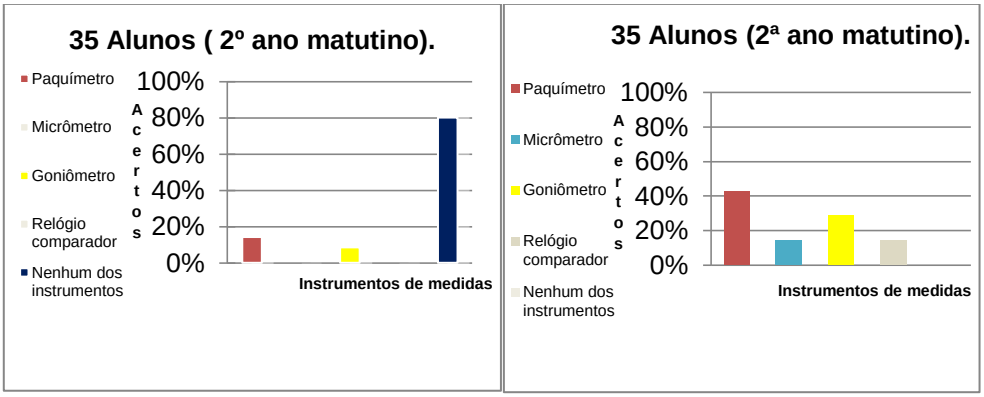
Fonte: dados das pesquisas.

Observamos que dos 35 alunos do segundo ano matutino que participaram das aulas, a maioria apresentou um domínio em pelo menos um dos instrumentos de medidas, e essa maior parcela contabilizou um total de 42,8% da turma que conseguiram operar o paquímetro nas duas escalas de medidas, entre elas a decimal e a polegada fracionária. E nenhum (0%) teve dúvida quanto aos instrumentos de medidas.

Com a apuração desses resultados, podemos perceber que as aulas práticas com os instrumentos de medidas tiveram um resultado satisfatório, o que demonstra que o trabalho desenvolvido, tanto nas aulas teóricas, quanto nas práticas no laboratório, foram de extrema importância para o ensino aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo de física estudado.

Figura 23 mostra a comparação de resultados obtidos no primeiro momento antes das aulas sobre os instrumentos de medidas e o depois, os resultados apurados permitiram destacar a importância das atividades experimentais no ensino de física, pois ao se comparar as respostas dadas por eles após a demonstração com as respostas obtidas no início das aulas sobre os instrumentos de medidas (figuras 21 e 22), observam – se não só o aumento no interesse pelo assunto, mas também uma aprendizagem mais significativa do conteúdo, já que eles conseguiram responder corretamente as questões com mais autonomia e segurança. A maioria poderam problematizar os fenômenos ocorridos, respeitando a sequência didática dos conceitos científicos abordados, especificando sua importância e sua aplicação no cotidiano.

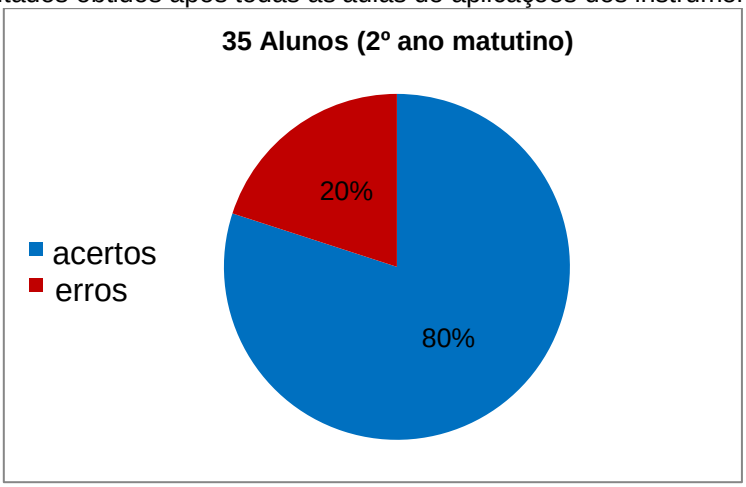
Figura 23: Resultados dos questionários antes e depois das aplicações dos instrumentos de medidas.



Fonte: dados das pesquisas.

Bem, o terceiro questiónario (anexo III) foi apresentado aos alunos na última aula sobre instrumento de medidas, para assim verificar a aprendizagem obtida no decorrer das aulas. Foram questões sobre as unidades de medidas e leituras dos instrumentos de medidas. O resultado foi satisfatório, pois dos 35 alunos do segundo ano matutino, 80% responderam todas as questões corretamente, não demostrando nenhuma dúvida sobre o aprendizado e isso pode ser visualizado na figura 24. Apresentando-se os outros 20% que são dos alunos que não respoderam todas as questões propostas no questionário III, sendo representado na figura 24 pela cor vermelha. As questões nos quais eles mostraram as maiores dificuldades foram sobre as questões que envolviam o micrômetro.

Figura 24: Resultados obtidos após todas as aulas de aplicações dos instrumentos de medidas.



Fonte: dados das pesquisas.

Os resultados obtidos mostram o quanto é importante a presença as aulas práticas no ensino de física e também em outras ciências do cotidiano escolar. Com isso o interesse dos alunos aumentou pela a disciplina, tornando as aulas mais dinâmicas e atrativas, fazendo com que o aprendiz seja o protagonista dessa aprendizagem.

O trabalho teve seu resultado alcançado buscando sempre a aprendizagem dos alunos, sugerindo um significado para essa aprendizagem, que não seja só mais uma aula para decorar fórmulas, pois a Física vai muito além das fórmulas. Sua aplicação no cotidiano é de grande importância para o desenvolvimento da sociedade científica.

Capítulo 7: Considerações Finais.

A motivação do desenvolvimento deste trabalho veio com a necessidade de apresentar a Física com uma abordagem mais aplicada ao cotidiano do aluno, considerando o conhecimento prévio que o mesmo tem em relação a cada assunto estudado. Além disso, buscamos incentivar a cultubra do uso do laboratório de ciência nas aulas da disciplina em questão e complementando juntamente à metodologia aplicada.

Através dos resultados obtidos com o produto educacional podemos então trabalhar a pesquisa em sala de aula, que posteriomente será apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Física. Ao longo dessa pesquisa, percebemos que as aulas teóricas juntamente com as práticas, propiciaram um melhor rendimento no processo de Ensino-Aprendizagem, permitindo aos alunos terem maior criatividade e satisfação em aprender durante as aulas ministradas.

Assim, a metodologia aplicada no produto educacional permitiu que os discentes tivessem um interesse maior pela disciplina, deixando de ser apenas uma matéria de cálculos matemáticos, desmistificando o conceito de que a Física é uma área limitada a novas formas de aprendizagem dos conteúdos ministrados em sala de aula.

Durante esse trabalho, puderam perceber que a disciplina abordada, é uma ciência que busca o saber das coisas que nos rodeiam e que está presente no cotidiano de cada um de nós.

Portanto, observamos que os alunos aprenderam mais com as aulas práticas. E o resultado desse aprendizado foram apurados quando solicitamos aos mesmos um relatório dessas aulas desenvolvidas no laboratório de Ciências, que apesar de algumas dificuldades em dissertar sobre as experiências realizadas no espaço abordado , muitos deles conseguiram dividir as suas experiências de forma plena e eficaz .

Mostrando que o trabalho desenvolvido foi de extrema importância para o ensino-aprendizagem dos alunos nas aulas de Física. Durante a aplicação do produto educacional, observamos muitos momentos de interação entre os

envolvidos, através do entusiasmo e interesse pela disciplina. Sabemos que a maioria dos estudantes da nossa região não tem acesso a um laboratório de ciências, o que acaba tornando-se complicado para o professor, que muitas vezes, está sobrecarregado de tarefas. E associar as aulas teóricas com aulas experimentais desenvolvidas em laboratórios requer tempo para se planejar. Entretanto, a maioria dos docentes trabalham em mais de um turno, em diferentes instituições e não dispõem de condições para o tal.

A proposta desse trabalho é uma forma de incentivo, propiciando uma maior importância para as ferramentas experimentais como estratégia de aprendizado nas aulas e aproximando a Física ao cotidiano daquele que a estuda, e mudando a visão de que essa disciplina é só cálculo. As aulas devem ser pensadas de forma mais dinâmica, privilegiando o contato do aluno com a ciência, de forma divertida e agradável e promovendo um melhor aprendizado.

No final desse processo os estudantes conheciam todos os instrumentos de medidas, sua importância, e a utilização de cada um deles, aplicando-os em seu cotidiano.

No decorrer das aulas fizemos todas as observações possíveis, procurando respostas que confere se o aprendiz teve realmente um aproveitamento significativo. Os dados foram anotados e posteriomente discutidos entre os participantes das pesquisas. Muitos relatam que tinham aprendido o bastante sobre as unidades de medidas mostrando então que os instrumentos de medidas têm um papel fundamental nas aulas de Física.

Os integrantes das pequisas foram submetidos à situações do cotidiano em que aplicariam alguns dos intrumentos de medidas, com isso pecebemos que tinham assimilado o conteúdo proposto ao realizarem medidas de pequenos objetos dentro do laboratório de Ciências e posteriomente conseguiram colocar as unidades após os resultados. As unidades de medidas em questão foram: o sistema métrico decimal e sistema inglês “a polegada”.

Contudo, concluimos que o trabalho proposto juntamente com as teorias em vigor, irá fortalecer o aprendizado dos alunos promovendo aulas mais dinâmicas e atrativas, não sendo mais apenas aulas de decoração de fórmulas matemática.

Referência:

1. **Luiz Eduardo Carvalho Cardoso1, Francisco Carlos Rocha Fernandes2.** Unidade de Medida: Conceitos, Evolução e Desenvolvimento em Sala. São José dos Campos – SP, : 1Univap/FEA, 2Univap/FEA, Vol. 1.

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

3. **Ângela Maria da Silva Godoi1, João César Guirado2.** Grandezas e Medidas do Cotidiano no Contexto Escolar. Umuarama –PR : s.n., 2008.

Luiz Eduardo Carvalho Cardoso1, Francisco Carlos Rocha Fernandes2. Unidade de Medida: Conceitos, Evolução e Desenvolvimento em Sala. São José dos Campos – SP, : 1Univap/FEA, 2Univap/FEA, Vol. 1.

4. **Fundamental., Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais : matemática / Secretaria de Educação.** 1. Parâmetros curriculares nacionais. 2. Matemática : Ensino de primeira à quarta série. Brasília : CDU: 371.214, 1997. 142p..

5. **Regazzi, Rogério Dias.** Equipamento de Medição e Transdutores. Rio de Janeiro : PUC, 2014.

6. **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.

7. **Raan, Anthony F.J. van.** The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of. s.l. : University of Leiden, 2003.

8. **Carvalho, Thiago Morato de.**Técnica de Medição de Vazão Por Meios Convencionais e não convencionais. 1, Recife-PE : RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física, 2008, Vol. 01.

9. **Hamburg-Piekar, Daniel Samuel.** Calibração de Peças Padrão em Máquinas de Medir Por Coordenadas. 1, Florianópolis : Programa de Pós-Graduação em Metrologia Científica e Industrial, 2006, Vol. 1.

10. **Instituto federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul.** Apostíla de Física Experimental I. Pelotas, RS : s.n., 2013/1.

11. **Soares, José Itamar.** atividade Experimentais no Ensino de Física: As concepções dos professores de física do cefet-pi. Canoas-RS : s.n., 2010.

12. **Martendal, Rosi.**As Mídias e o Processo De Planejamento e Ensino. Rio de Janeiro : ANPEd/Secretaria Geral R. Visconde de Santa Isabel,, 2008.

13. **Berbel, Neusi Aparecida Navas.** Metodologia da problematização: Uma alternativa metodológica apropriada para o ensino superior. Londrina-PR : s.n., 1995.

14. **Santos, Naomi Suassuna Dos.**Proposta de Unidade Didática Para o Ensino de Indução. 1, Natal-RN : Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia, 2017, Vol. 1.

15. **Ricardo, Elio Carlos.** Discussão acerca do ensino por competências: problemas e alternativas. São Paulo : s.n., 2010.

16. **Moreira, Marco Antonio.** O que é Afinal Arendizagem Significativa? Porto Alegre – RS : Instituto de Física – UFRGS, 2010.

17. **Moreira, Marcos Antônio.** Teoria da Aprendizagem Significativa . São Paulo - SP : EPU, 1999.

18. **Moreira, M.A.** Ensino e aprendizagem de David Ausubel. Porto Alegre : Siio Paulo, Editora Moraes, p. 61-73_ Revisada em 1995., 1985.

19. **David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker.** Fundamentos de física, volume 1, 10 ed. Rio de Janeiro : LTC, 2016. 10 ed..

20. **Pereira, Ênio Ricardo Lôbo.** O Ensino das quedas dos corpos no Período Galileu-Newton: Contribuição das Abordagens Internalista da História da Ciência. Vitória da Conquista : s.n., 2019.

21. **Santol, Alcebíades do Espírito, GuimarãesII, Lenir Vaz e GaleralII, Marcial Francis.** Prevalência de escoliose idiopática e variáveis associadas em escolares do ensino fundamental de escolas municipais;. Cuiabá, MT : s.n., 202.

22.**Novais,ElenilsonSampaio.**https://www.google.com/search?.2.Buzzero.com . [Online] Buzzero. [Citado em: 27 de Jinho de 2019.]

23. **Murrie, Zuleica Felice.** Parâmetro Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN). Brasília : s.n., 2000.

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

25. **Garrett, Felipe.** www.techtudo.com.br. techtudo. [Online] 15 de 10 de 2016. [Citado em: 05 de 07 de 2019.]

26.**Texeira,MarianeMendes.**https://brasilescola.uol.com.br/fisica/transdutor.htm. Brasil Escola. [Online] Transdutor. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

27.**Relogios.mercadolivre**.com.br/relogio-de-bolso-antigo-dijoin. Mercado Livre . [Online] [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

28.**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.]

29.**FG, Tecno.** http://conectafg.com.br/paquimetro-usando-de-forma-correta/. Conecta FG. [Online] 08 de 2018. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

30.https://br.depositphotos.com/152171294/stock-photo-measuring-the-length-of-a.html. Depositephotos. [Online] 04 de 05 de 2017. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

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

32.**Revestimentos,Sulcromo.**https://www.youtube.com/channel/UCjHkUDaA1JjvLvPMs3W0Owg. yutube. [Online] 2012. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

33.**S.A,GrupoGurgelMix.**https://www.lojadomecanico.com.br/produto//transferidor-digital-e-regua-goniometro-10-pol. Loja do Mecânico. [Online] 2018. [Citado em: 05 de 08 de 2019.]

34.**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.]

35. **Anderson Pereira de Oliveira[1], Rodnei de Paula Oliveira[2], Julio Cesar Carneiro Junior[3]**. Descrição padrão das unidades de medidas**.** 2003, Vol. 1.

Apêndice A - Planos de aula

ATIVIDADE SOBRE MEDIÇÃO

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física
PLANO DE ENSINO
1 – IDENTIFICAÇÃO:
Escola: Centro de Ensino Joviana Silva Farias / Açailândia - MA.
Tema: Medição.
Professor: Ermisandro Pereira da Silva
2 – OBJETIVOS
• 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 e 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 na época.
3 – EMENTA
• Grandezas físicas, Padrões e Unidades; • O Sistema Internacional de Unidadess; • 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 unidade 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, Mecância, Vol. 1

Questionário I:

Anexo I

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física

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 Joaquím completar 9 anos. Quantos dias faltam para o aniversário de Joaquím?
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 às 10h35min?_____

10 - Quantos segundos têm 2h53min?_____

Questionário II:

Anexo II

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
1 - Quais dos instrumentos de medidas vocês sabem operar “fazer sua leitura”?
a) ( ) Paquímetro:
b) ( ) Micrômetro:
c) ( ) Goniômetro;
d) ( ) 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

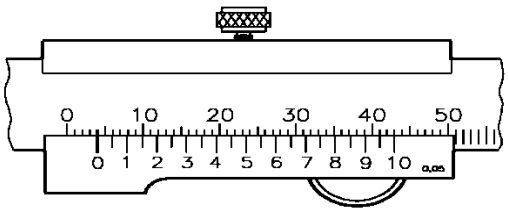
Anexo III

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física

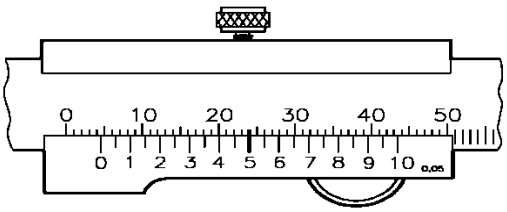
1 -Você sabe definir o que é um instrumento de medida e para que serve?

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.

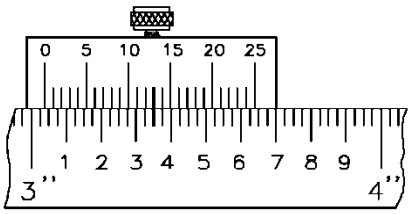


a) Leitura: .....

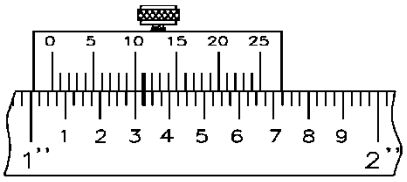


b) Leitura: .....

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



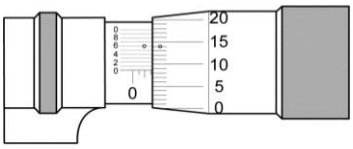
a) Leitura: .....

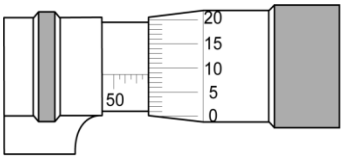


b) Leitura: .....

5 - Faça a leitura no Micrômetro na escala decimal.

a)





Leitura:..... Leitura: .....

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 sequencia 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 sastifatórias. 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 discursão 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.

Compr**imento:** 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, $\boldsymbol{c_0}$**,** 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 v(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 $2x10^{-7}$ N/m de comprimento. Assim, a constante magnética, μ_0, também conhecida como permeabilidade vácuo, é exatamente igual a 4π x 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}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 x 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 x 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.

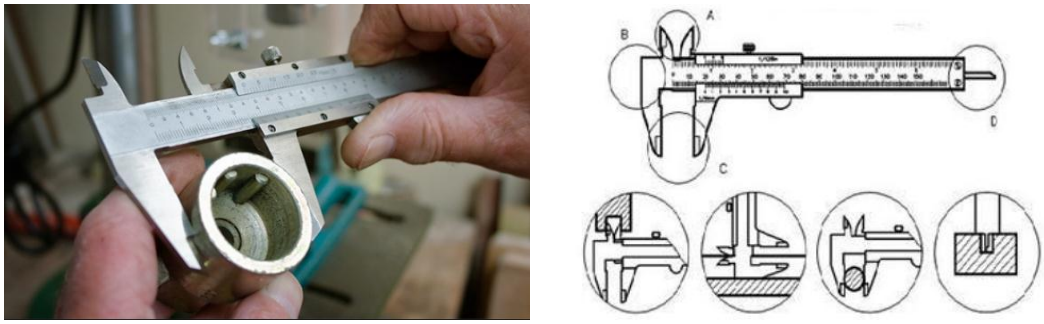
Atividade 2: Mine-curso sobre os Instrumentos de Medidas

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..

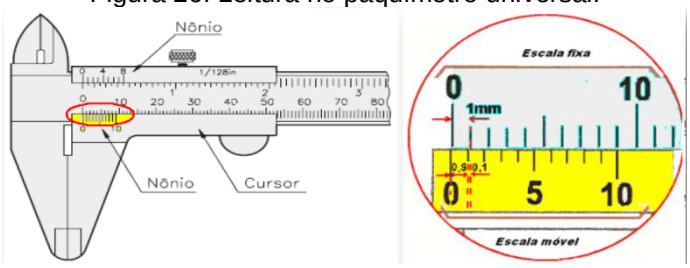
.



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].

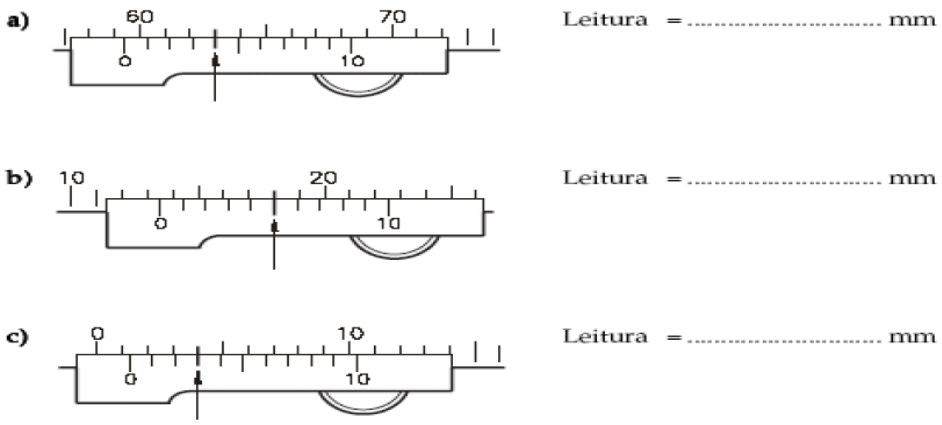
Valor de cada traço da escala fixa = 1mm.

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 1mm, 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.



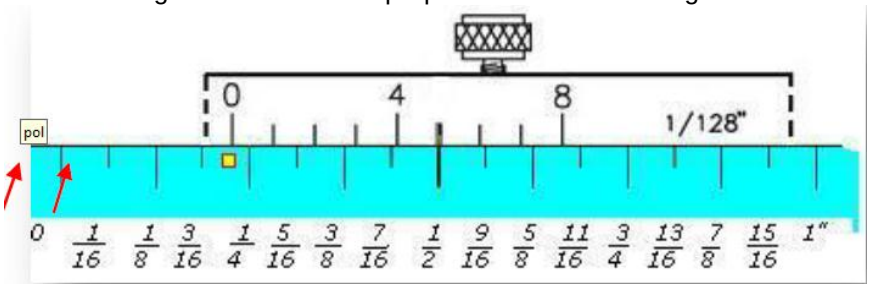
Leitura da Escala Fixa e móvel no sistema Inglês

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.

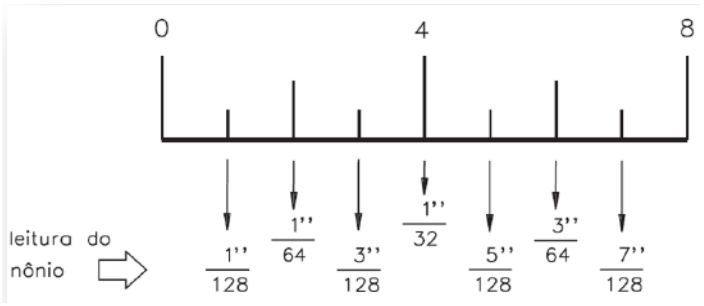


Fonte: (Vicente, 2017)[17].

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 nõnio no sistema inglês.



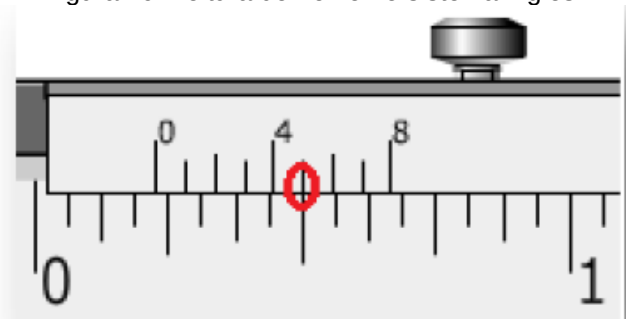
Fonte: (Vicente, 2017)[18].

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.

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

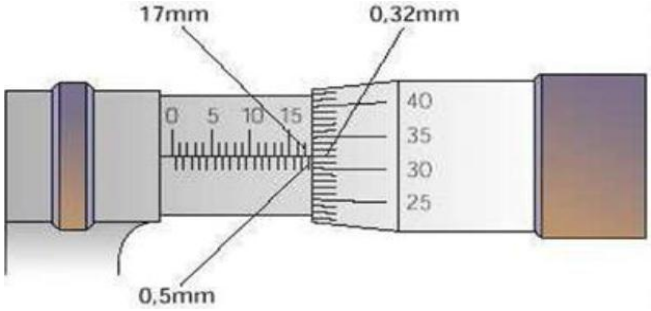
Se o passo da rosca é de 0,5 mm e o tambor tem 50 divisões, a resolução será:

Resolução= 0,5 mm / 50 divisões → 0,01 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.

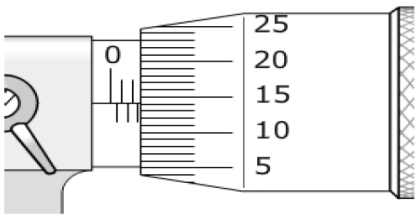


17,00mm (escala dos mm da bainha)
\+ 0,50mm (escala dos meios mm da bainha)
0,32mm (escala centesimal do tambor)
17,82mm Leitura total

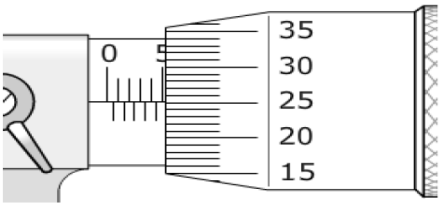
Fonte: (Vicente, 2017)[20].

Exercicios:

Faça a leitura e escreva as medidas nas linhas pontilhadas.



Leitura:----------

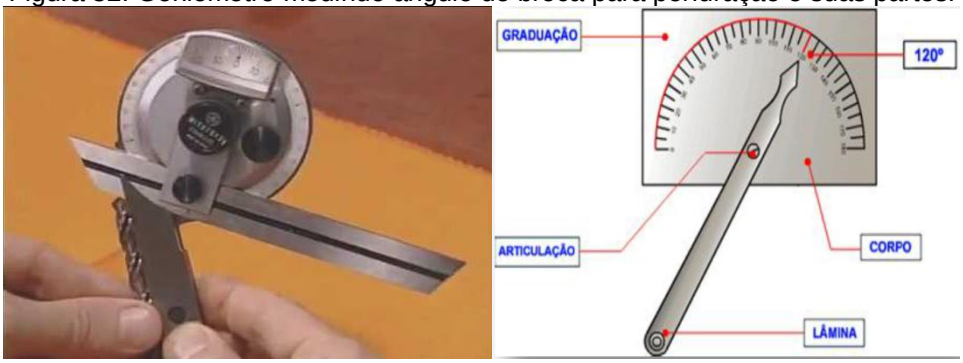


Leitura:----------

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).

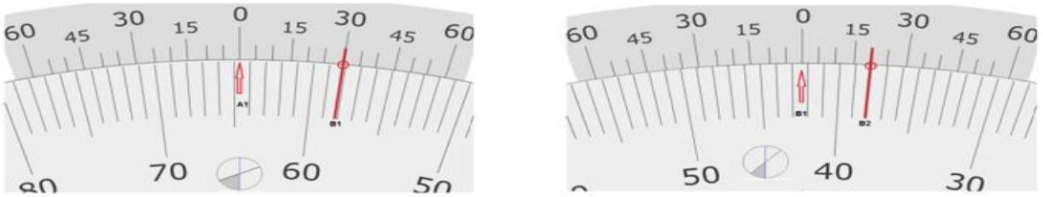
[20] Disponível em: **Vicente, Antenor.** Metrologia Industrial. Minas Gerais : Mundo Mecânico Treinamentos e tecnologia, 2017.

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= 64º B1 = 30' leitura completa 64º30' A2= 42º B2 = 20' leitura completa 42º20'

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.

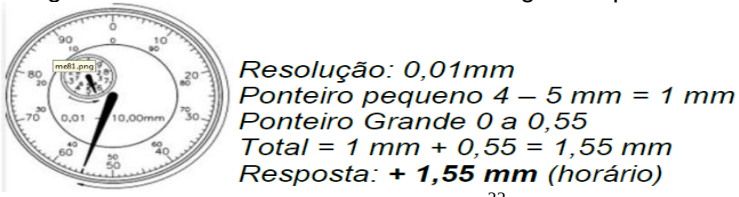
Existe no mostrador um total de 100 graduações, portanto cada volta completa do ponteiro é igual a 1 mm e que o ponteiro dá um total de 10 voltas, para completar sua faixa de 10 mm, mostrado na figura 34.

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.



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 paquíetro 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 valiaram, 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.

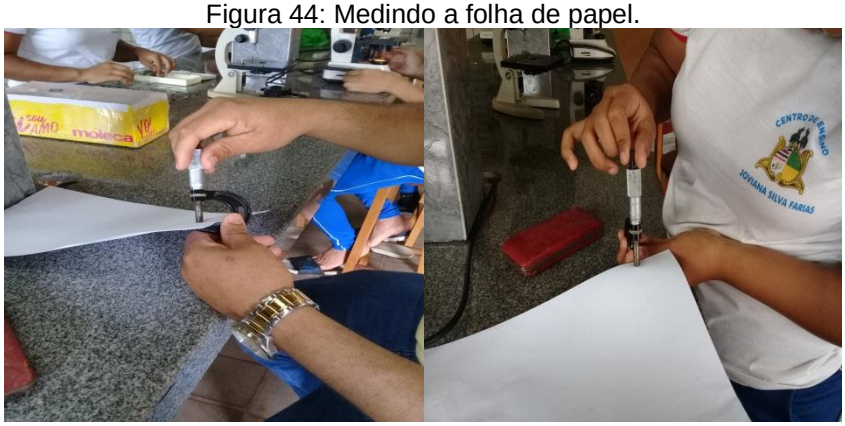
a - Feche o micrômetro através da catraca até que se faça ouvir o funcionamento da mesma.

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 contatores toquem a peça.

5º) Passo: Complete a medição do padrão.

a - Repita o passo anterior.

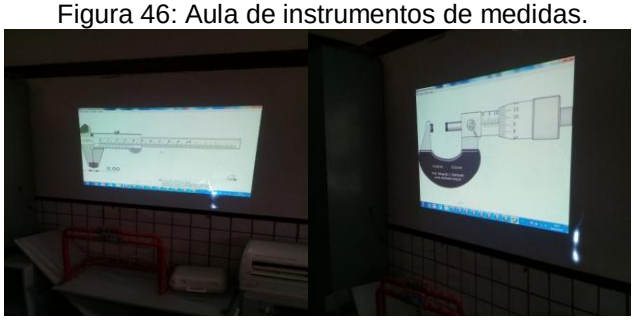
6º) Passo: Faça a medição das demais peças.

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

Concluimos que a medida da espessura da folha de papel compreende num intervado 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 “VΩmA” 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 tinha mais interesse acerca do conteúdo, pois eles se interagiam entre se 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 $\boldsymbol{\beta}$ e o coeficiente de dilatação volumétrico $\boldsymbol{\gamma}$.

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.

Equação**:** $\Delta \boldsymbol{L} = \boldsymbol{Li}. \propto . \Delta \boldsymbol{T}$

Dados:

$\Delta \boldsymbol{L}$ **=** 0,44 mm

L_i = 330 mm

$\propto = 17.10^{-6}\ ^oC^{-1}$

$T_i = 25^oC = 298$ K.

$T_f \cong 570$ K

Com todos os dados organizados os alunos puderam resolver a proposta em questão, uns tentaram e chegaram em um resultado aproximado de $T \cong 570$ 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. Umas das expectativas da Física, e também de outras áreas do conhecimento, é arquitetar e executar experimentos tendo como base as grandezas físicas mecionadas. 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 extremama 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 inicio, 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),

$$1\ \mathrm{watt} = 1\ \mathrm{w} = 1\ \mathrm{kg}\,.\,\mathrm{m}^2/\mathrm{s}^3 \qquad (1)$$

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,

$$3\ 560\ 000\ 000\ \mathrm{m}\ =\ 3{,}56\ \mathrm{x}\ 10^{9}\ \mathrm{m} \tag{2}$$

e

$$0\ 000\ 000\ 492 = 4{,}92\ \mathrm{x}\ 10^{-7}. \tag{3}$$

Consequentemente, quando lidamos com grandezas muito grandes ou muito pequenas, podemos usar também os prefixos representados pela as 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,

$$1{,}27\ \mathrm{x}\ 10^{9}\ \mathrm{watts} = 1{,}27\ \mathrm{gigawatts} = 1{,}27\ \mathrm{GW} \tag{4}$$

ou um certo intervalo de tempo como:

$$2{,}35\ \mathrm{x}\ 10^{-9}\ \mathrm{s} = 2{,}35\ \mathrm{nanossegundos} = 2{,}35\ \mathrm{ns}. \tag{5}$$

Os prefixos mais conhecido 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 explicita, 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:

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

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

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

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 paises 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 corelacionados 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 adequado 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. 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:

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

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 gradeza 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.

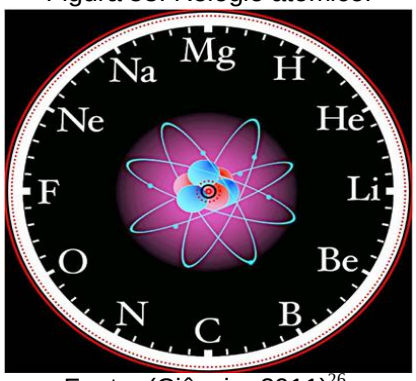
Figura 52: Relógio de quartzo.

Fonte: (Mercado livre, 2019)[25].

Com a descoberta dos relógios aômicos, o tempo passou a ter um padrão mais definido podendo atender a nacessidade 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 atravéis 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 imprescidível 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

$$1u = 1{,}660\ 538\ 86 \text{ x } 10^{-27}\ \text{kg} \tag{9}$$

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**:

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{10}$$

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 exemplicado 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 definido da seguinte forma:

$$e = \frac{V_v}{V_g} \tag{11}$$

Aqui, $\mathbf{V_g}$ é o volume total dos utensílios de areia na amostra, e $\mathbf{V_v}$ 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, $\boldsymbol{\rho_a}$, correspondente ao valor crítico? A massa específica do dióxido de silício (principal componente da areia) é $\rho S_{iO2} = 2{,}600 \times 10^3$ 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:

$$\rho = \frac{m_a}{v_t} \tag{12}$$

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

$$V_t = v_g + v_v \tag{13}$$

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

$$v_g = \frac{Vt}{1+e} \tag{14}$$

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:

$$m_a = \rho S_{io2} \,.\, v_g \tag{15}$$

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

$$\rho = \frac{\rho_{sio2}}{v_t} \; \frac{v_t}{1+e} = \frac{\rho_{sio2}}{1+e} \tag{16}$$

Fazendo ρ_{sio2}= 2,600 × 10³ kg/m³ e e = 0,80 na, descobrimos que a liquefação acontece quando a massa específica da areia é menor que

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

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 situção proposta for resolvida com a ajuda de uma calculadora,

provávelmente 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 mostra 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 ≈, 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 ºC* 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 apena com exatidão milimétrica, sua especificação não requererá uma definição de temperatura ou pressão ou de um valor para qualquer outro parâmetro de definição.

Observação:

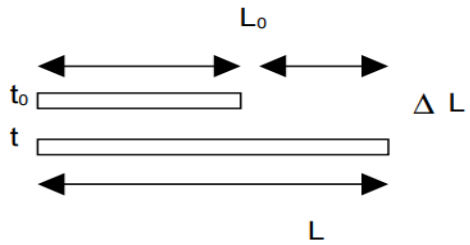
Definição incompleta do mensurando pode ser a causa de um componente de incerteza suficientemente grande que deva ser incluído na avaliação do resultado da medição.

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 ($^oC^{-1}$)

Δt = variação da temperatura (^oC)

$\Delta L = L - L_0$

$\Delta t = t - t_0$

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

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

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 $g = 11 . 10^{-6}$ °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) $11 . 10^{-4}$ m

b) $33 . 10^{-4}$ m

c) $99 . 10^{-4}$ m

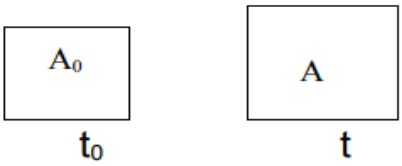
d) $132 . 10^{-4}$ m

e) $165 . 10^{-4}$ 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 ($^oC^{-1}$)

Δt = variação da temperatura (^oC)

$\Delta A = A - A_0$

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

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

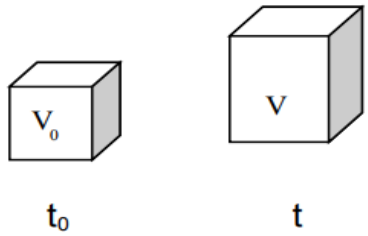
$\beta = 2 \alpha$

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.



Δ V = variação do volume

γ = coeficiente de dilatação volumétrica ($^oC^{-1}$)

Δ t = variação da temperatura (^oC)

$\Delta V = V - V_0$

$\Delta V = \gamma . V0 . \Delta t$

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

$\gamma = 3 \alpha$

Exemplo 06:

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

É dado $\gamma_{Vidro} = 24 . 10^{-6} \, ^oC^{-1}$

Calcule:

a) o coeficiente de dilatação volumétrica aparente do liquido (γ_{ap})

b) o coeficiente de dilatação volumétrica real do liquido (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 Arendizagem 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 Jinho de 2019.]

APÊNDICE A: Plano de aula

ATIVIDADE SOBRE MEDIÇÃO

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física
PLANO DE ENSINO
1 – IDENTIFICAÇÃO:
Escola: Centro de Ensino Joviana da Silva Farias / Açailândia - MA.
Tema: Medição.
Professor: Ermisandro Pereira da Silva
2 – OBJETIVOS
• 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
• Grandezas físicas, Padrões e Unidades; • O Sistema Internacional de Unidadess; • 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, Mecância, Vol. 1

Questionário I:

Anexo I

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física

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 Joaquím completar 9 anos. Quantos dias faltam para o aniversário de Joaquím?
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

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física
1 - Quais dos instrumentos de medidas vocês sabem operar “fazer sua leitura”?
b) ( ) Paquímetro:
c) ( ) Micrômetro:
d) ( ) Goniômetro;
e) ( ) 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

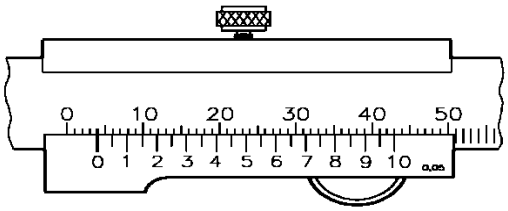
Anexo III

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física — UNIFESSPA Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará — SBF Sociedade Brasileira de Física

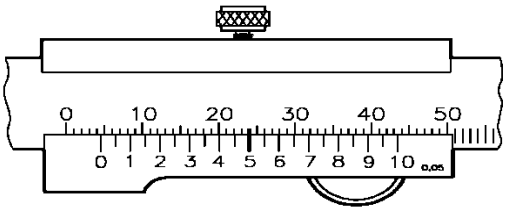
1 -Você sabe definir o que é um instrumento de medida e para que serve?

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.

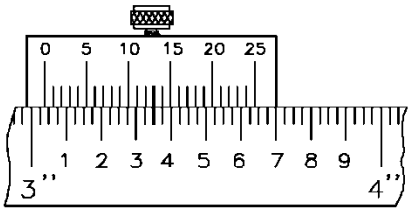


a) Leitura: .....

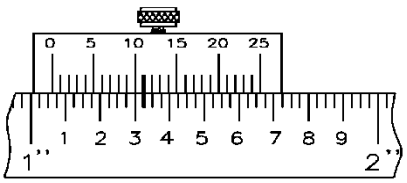


b) Leitura: .....

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



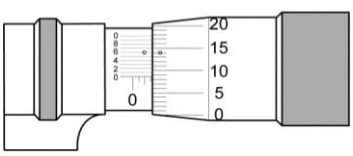
a) Leitura: .....

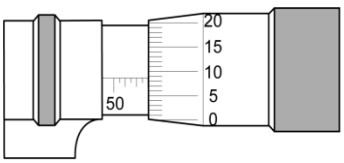


b) Leitura: .....

5 - Faça a leitura no Micrômetro na escala decimal.

a)





Leitura:..... Leitura: .....