

FRANCISCO PAULO DOS SANTOS

Teodolito experimental à laser

Francisco Paulo dos Santos

Teodolito experimental à laser

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

Santos, Francisco Paulo dos
S238t Teodolito experimental à laser / Francisco Paulo dos Santos –
Guaratinguetá, 2018.
29 f.: il.
Bibliografia: f. 28-29

Trabalho de Graduação em Licenciatura em Física – Universidade
Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018.
Orientadora: Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro

1. Instrumentos de medição. 2. Medidas físicas. 2. Trigonometria.
I. Título.

CDU 53.081

Luciana Máximo
Bibliotecária CRB-8/3595

FRANCISCO PAULO DOS SANTOS

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM LICENCIATURA EM FÍSICA"

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
EM LICENCIATURA EM FÍSICA


Prof. Dr. MARCO AURÉLIO ALVARENGA MONTEIRO
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MARCO AURÉLIO ALVARENGA MONTEIRO
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dra. MARISA ANDREATA WHITAKER
UNESP-FEG

Prof. Dr. SILMAR ANTONIO TRAVAIN
UNESP-FEG

Dezembro de 2018

de modo especial , aos meus netos Cauã, Ana
Laura e Antonella, que irão colher os frutos da
semente que hoje semeei.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar a Deus, minha luz e inspiração, que me deu a vida e inteligência para estudar.

A UNESP que me deu a oportunidade de concluir este curso de graduação.

Ao meu orientador Prof^o. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro que me deu todas as condições e orientações para a conclusão deste trabalho.

A todos os professores que durante a vida acadêmica me ensinaram, em especial ao saudoso professor Dr. Alberto Gaspar, que me inspirou o gosto da Física Experimental.

RESUMO

Em nosso trabalho pretendemos propor uma atividade experimental que permita a realização de medidas diretas e indiretas da grandeza comprimento, permitindo ao professor diferentes abordagens que possam contribuir para a formação mais crítica e significativa por parte do aluno. Propomos também ampliar as possibilidades para que os alunos realizem atividades experimentais mesmo não dispondo de grande infraestrutura disponível. Nossa intenção é propor a construção de um teodolito experimental para os alunos. Segundo a proposta curricular do Estado de São Paulo o primeiro ano do Ensino médio deve abordar a Teoria do Movimento bem como conhecimentos básicos sobre Astronomia. Nesse caso, acreditamos que o teodolito experimental que propomos é um instrumento muito oportuno para essa finalidade, construído com material de baixo custo, de fácil aquisição, de execução simples e muito didático que, certamente fará com que os alunos tenham interesse no aprendizado da Física e a partir daí o professor terá mais êxito para a introdução do conteúdo teórico.

PALAVRAS-CHAVE: Medidas diretas e indiretas de comprimento. Teodolito experimental. Conceito trigonométrico.

ABSTRACT

In our work we intend to propose an experimental activity that allows the realization of direct and indirect measures of greatness length, allowing the teacher different approaches that may contribute to the most critical and significant training by the student. We propose also expand the possibilities for students to undertake experimental activities even not featuring great infrastructure available. Our intention is to propose the construction of a theodolite to students. Curricular proposal of São Paulo State in the first year of high school should address the theory of the movement as well as basic knowledge about Astronomy. In this case, we believe that the proposed experimental theodolite is an instrument appropriate for this purpose, built with low-cost material, easy to purchase, simple and didactic execution that certainly will make students have interest in learning of physics and from then the teacher will have more success for the introduction of the theoretical content.

KEYWORDS: Direct and indirect Measures of length. Theodolite. Trigonometric concept.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS GRANDEZAS E MEDIDAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	12
3	A PESQUISA.....	15
3.1	O QUE É O TEODOLITO.....	15
3.2	PRINCÍPIO BÁSICO DE UM TEODOLITO.....	18
3.3	PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE NOSSO TEODOLITO.....	19
3.3.1	Materiais utilizados.....	19
3.3.2	Preparando os materiais.....	21
3.3.3	Montando o teodolito proposto.....	22
4	RESULTADOS.....	26
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas em Ensino de Ciências ressaltam a importância de práticas experimentais para a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem (ARAÚJO E ABIB, 2003; CAPECCHI, CARVALHO E SILVA, 2002; GONZALES ET.AL., 2015). Entretanto, infelizmente, são muitas as pesquisas que mostram que as escolas brasileiras não encontram infra estrutura adequada para a realização desse tipo de atividade (BORGES E GOMES (2005); NEVES ET.AL. 2006; RAMOS E ROSA, 2008 e PENA E RIBEIRO FILHO, 2009).

Segundos dados do senso escolar (INEP, 2017) somente 8,19% das escolas brasileiras contam com laboratório de Ciências. Esse número é muito reduzido, tendo em vista as grandes demandas educacionais do país.

Autores como (HODSON, 1994; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; CARVALHO ET AL., 2005; BIASOTO e CARVALHO, 2007) são muitos os benefícios da atividade experimental para o processo de ensino e de aprendizagem, dentre eles podemos destacar:

- o desenvolvimento de habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais;
- o estímulo à criatividade;
- o desenvolvimento da capacidade de tomar iniciativa pessoal e de tomada de decisão;
- o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo;
- o aprimoramento da capacidade de observar e registrar informações;
- a ampliação de habilidades relativas à análise de dados e de proposição de hipóteses;
- a tomada de consciência sobre a natureza da Ciência e do fazer científico;
- o desenvolvimento da capacidade de compreender as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade; e
- o aprimoramento de capacidades manipulativas.

Assim sendo, quando as escolas abrem mão da experimentação em aulas de Ciências, por não terem as condições mínimas para realiza-las, há uma perda quanto ao desenvolvimento dessas habilidades e competências dos alunos.

O trabalho de Oliveira (2010) faz uma análise de diferentes abordagens do uso da atividade experimental em sala de aula, caracterizando suas especificidades e significados que

precisam ser considerados pelo trabalho didático do professor, haja vista que não é a atividade que ensina, por ser apenas um instrumento, mas o professor que, fazendo bom uso desse recurso pode atingir seus objetivos de ensino.

A autora cita as seguintes modalidades de atividade experimental que podem ser abordados em sala de aula:

- Atividades experimentais de demonstração: nesse tipo de atividade, normalmente, o professor realiza a atividade e chama a atenção do aluno para o fenômeno que se quer estudar. É realizado em shows e mostras científicas e, comumente, serve para motivar o aluno ao estudo do tema, despertar seu interesse, realizar uma abordagem introdutória com o estudante, levando-o a considerar as principais grandezas envolvidas na análise do fenômeno em questão. São atividades realizadas pelo professor, na qual o aluno somente observa, adotando uma posição mais passiva ante ao professor que toma a iniciativa das ações.
- Atividades experimentais verificacionistas: no caso desse tipo de atividade, o aluno realiza a coleta de dados, realiza cálculos, constrói gráficos e pode, dessa forma, verificar a validade de uma lei, um princípio, uma regra, científica. É comumente realizada ao final de uma exposição de aula e utilizada para que o aluno se certifique do conteúdo teórico da aprendizagem, de fato, se confirma experimentalmente. Nesse caso o aluno adota uma postura mais ativa perante o processo de aprendizagem, já que, apesar de ser orientado passo a passo quanto ao que deve realizar, normalmente seguindo um roteiro pronto, ele tem o papel de realizar medidas, coletar os dados, organizar os dados em tabelas, construir os gráficos e realizar os cálculos.
- Atividades experimentais de investigação: nesse tipo de atividade experimental o aluno se envolve com a busca por soluções em que não há uma resposta pronta. O estudante, portanto, se debruça sobre uma situação problema e busca adotar uma metodologia de coleta de dados, construção e teste de hipóteses para encontrar uma solução para o problema proposto. Assim sendo, o aluno apresenta uma maior autonomia ante o processo de ensino e de aprendizagem, já que não lhe é oferecido um roteiro ou guia de ação.

Em resumo, a autora propõe o seguinte quadro sobre essas diferentes abordagens do uso da atividade experimental, caracterizando suas especificidades:

Quadro 1 – Principais características das atividades experimentais de demonstração, de verificação e de investigação.

	Tipos de abordagem atividades experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
Papel do professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos
Papel do aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações
Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor	Fechado e estruturado	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado
Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo
Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integrada à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço para criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o "erro" é mais aceito e contribui para o aprendizado
Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há garantia de que todos estarão envolvidos	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não estimula a curiosidade dos alunos	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

Fonte: do próprio autor

Neste trabalho, tentando contribuir com os professores que não dispõem de recursos para realizar suas atividades experimentais, mas que desejam oferecer aos estudantes oportunidades para desenvolverem habilidades e competências importantes para se compreender o papel da Ciência no mundo e seu impacto em nossas sociedades, planejamos e construímos um experimento que pode ser utilizado pelo professor no contexto de uma aula com abordagem demonstrativa verificacionista ou de investigação.

No capítulo 1 deste trabalho fazemos uma consideração sobre a temática a partir do qual o experimento trata, que é sobre medidas, grandezas, tratamentos de dados. A seguir, no capítulo 2, apresentamos a pesquisa realizada, ou seja, a descrição da proposta do experimento propriamente dito, enfatizando suas vantagens e contribuições para o ensino de Ciências, mais especificamente o de Física, e caracterizando a metodologia de coleta e análise de dados. No capítulo 3, apresentamos os dados obtidos pelo experimento e fazemos sua

discussão de sua precisão e suas possíveis contribuições para o processo de ensino e de aprendizagem. Finalmente, no capítulo 4 apresentamos nossas considerações finais.

2 A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DAS GRANDEZAS E MEDIDAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Os PCN de Física (Brasil, 1997) destacam que a Física é uma Ciência experimental e que parte de evidências para construir modelos representativos do mundo em que vivemos.

Assim sendo, esse documento educacional brasileiro enfatiza a importância de que o ensino da Física seja um momento para que o estudante seja estimulado.

no campo da da investigação e compreensão em Física, na medida em que é sobre esse saber que devem desenvolver-se as competências relacionadas aos demais campos. A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física (BRASIL, 1997, P.24).

Por esse trecho já se pode notar a importância que é dado para a iniciação do aluno no processo de investigação e, nesse caso, a compreensão do significado de medidas e de grandezas é fundamental, principalmente, no desenvolvimento de habilidades e competências para realizar uma medida e de utilizar aparelhos de medida.

Em outro trecho desse mesmo documento, fica patente a importância fundamental sobre o conhecimento relativo a grandezas e medidas para a compreensão da Física

A Física expressa relações entre grandezas através de fórmulas, cujo significado pode também ser apresentado em gráficos. Utiliza medidas e dados, desenvolvendo uma maneira própria de lidar com os mesmos, através de tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Mas todas essas formas são apenas a expressão de um saber conceitual, cujo significado é mais abrangente. Assim, para dominar a linguagem da Física é necessário ser capaz de ler e traduzir uma forma de expressão em outra, discursiva, através de um gráfico ou de uma expressão matemática, aprendendo a escolher a linguagem mais adequada a cada caso (BRASIL, 1997, P.27).

Com relação ao ensino de matemática e de outros componentes curriculares, os PCNs também são claros em afirmar a importância desse tema:

Os conteúdos referentes ao bloco Grandezas e Medidas cumprem um importante papel no currículo de Matemática, pois estabelecem conexões entre os diversos temas, proporcionando um campo de problemas para a ampliação e consolidação do conceito de número e a aplicação de conceitos geométricos. Além disso, como as medidas quantificam grandezas do mundo físico e são essenciais para a interpretação deste, as possibilidades de integração com as outras áreas são bastante claras, como Ciências Naturais (utilização de bússolas, e noções de densidade, velocidade, temperatura, entre outras) e Geografia (utilização de

escalas, coordenadas geográficas, mapas etc.). As medidas também são necessárias para melhor compreensão de fenômenos sociais e políticos, como movimentos migratórios, questões ambientais, distribuição de renda, políticas públicas de saúde e educação, consumo, orçamento, ou seja, questões relacionadas aos Temas Transversais (BRASIL, 1997, p. 129).

Mas não é somente na escola que o estudo sobre grandezas e medidas é importante. Em nosso cotidiano nos deparamos com situações que envolvem medidas de grandezas, seja em situações de compra de frutas numa feira livre, num supermercado ou numa loja. Sem falar em momentos em que pensamos em construir uma casa, planejar uma reforma ou mesmo trocar os móveis de nossa casa de lugar.

No ensino de Física, a partir dos anos de 1970, surgiu um movimento importante que questionava o cientificismo, ou seja, a crença de que a Ciência era neutra politicamente, ou seja, não estava a serviço de nenhum interesse político ou econômico e que sempre trazia contribuições importantes para a humanidade.

Esse movimento ficou conhecido como movimento CTS, ou seja, Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Segundo Cunha (2006),

Nas décadas de 60 e 70 (século XX), surgiram as preocupações relativas às questões ambientais (desmatamentos e poluição) geradas principalmente pelo aumento demasiado das indústrias e pelos efeitos da tecnologia. A partir daí, intensifica-se a preocupação com um Ensino de Ciências que discuta essas questões. Isso ocorre, predominantemente, nos países industrialmente mais desenvolvidos, como os países da Europa e América do Norte. O repensar do Ensino de Ciências, nessa época, se explica pela necessidade de instrumentalizar e alertar os indivíduos sobre as consequências decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (CUNHA, 2006, p. 121).

Para essa autora, as pesquisas voltadas à abordagem CTS precisa estar conectado à vida do cidadão no sentido de ensinar-lhe Ciência para que ele possa exercer seus direitos relativos à sua cidadania.

Cunha cita Krasilchik (1988), alertando para o fato de que educar cientificamente o cidadão é torna-lo preparado para ser crítico, ter opinião e para que não seja manipulado. A autora, citando Caamaño (1995), Solomon (1995), Obach (1995) e Díaz (1995), evidencia os objetivos do movimento CTS:

promover o interesse dos estudantes em relacionar as ciências com as suas aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana abordando o estudo daqueles eixos e aplicações científicas que têm maior relevância social; abordar as

implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da tecnologia; adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; mostrar uma imagem mais contextualizada socialmente do conhecimento científico, o que ajudará a identificar problemas da vida real, formular soluções ou tomar decisões frente aos problemas colocados; aprofundar a problemática associada à construção do conhecimento científico que permitirá compreender melhor o papel da ciência e da tecnologia; comprometer os estudantes na solução de graves problemas que hipotecam o futuro da humanidade; contribuir para que o ensino de ciências se transforme num elemento fundamental de nossa cultura, não só para capacitação profissional, mas também para participação ativa nos assuntos sociais. (CUNHA, 2006, p. 125).

A esse respeito, evidenciamos outra importância do tema de grandezas e medidas, pois considera preparar o cidadão para exigir os direitos dos consumidores, onde muitas vezes, por não conhecer o significado desses conceitos as pessoas podem ser manipuladas e exploradas.

Outro aspecto importante ser considerado é que no Ensino da Física, o tema sobre grandezas e medidas é ministrado no início do curso de primeiro ano no contexto do ensino da cinemática, portanto, vista de maneira breve, apenas a partir de uma perspectiva introdutória, tendo em vista que a ênfase é dada ao estudo do movimento. Além disso, Lima e Bellemain (2010) afirmam que no Ensino Fundamental a temática de medidas é abordada no final dos livros didáticos, fato que predispõe abordagens muito rápidas, sem grandes detalhamentos e com muito mais ênfase nos processos de transformação de unidades, do que na compreensão sobre o significado de grandezas e o processo de medição.

Em Física, há um processo complicador mais importante que precisa ser considerado, que diz respeito à definição de medidas indiretas que, para serem realizadas, partem da consideração de modelos matemáticos que não passam de um modo idealizado de ver o mundo real.

Aproveitamos para citar situações que envolvem medidas como o raio do planeta Terra, da massa do Planeta Terra, a distância entre o planeta Terra e seu satélite natural, a Lua, etc.

Assim sendo, em nosso trabalho pretendemos propor uma atividade experimental que permita a realização de medidas diretas e indiretas da grandeza comprimento, permitindo ao professor diferentes abordagens que possam contribuir para a formação mais crítica e significativa por parte do aluno.

3 A PESQUISA

Em nossa pesquisa nos predispomos a propor uma atividade que possa contribuir para levar o estudante a realizar medidas diretas e indiretas da grandeza comprimento, ampliando as possibilidades de que os alunos realizem atividades experimentais mesmo não dispondo de infraestrutura disponível. Nossa intenção é a propor a construção de um teodolito.

Segundo a proposta curricular do Estado de São Paulo o primeiro ano do Ensino médio deve abordar a teoria do Movimento bem como conhecimentos básicos sobre Astronomia. Nesse caso, acreditamos que o teodolito que propomos é um instrumento muito oportuno.

3.1 O QUE É O TEODOLITO

Granato e Miranda (2011) definem teodolito como sendo um instrumento de medida que permite, de forma precisa, realizar medições de pequenos ângulos no horizonte, sendo possível, distâncias zenitais e de azimutes. A partir desses dados coletados nesse instrumento pode-se, utilizando o método da triangulação, obter-se o valor de determinadas distâncias que não foram medidas diretamente.

Segundo esses autores uma versão preliminar do teodolito deve ter sido inventado nos anos 3000 a.C. e remontam à época em que os povos egípcios e babilônicos, para dividir suas terras precisaram de um instrumento de medida preciso para determinar grandes distâncias e para que agrimensores determinassem as extensões de terras agricultáveis ao longo das planícies dos rios Tigre, Eufrates e Nilo, sem falar da necessidade de medidas confiáveis na construção de monumentos.

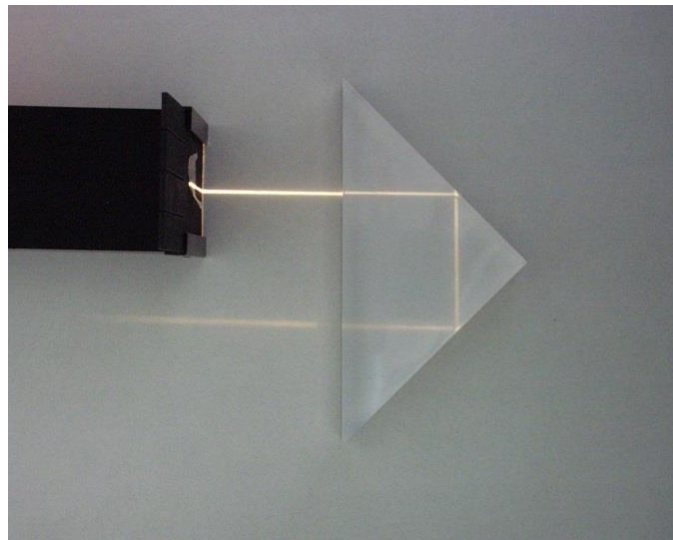
Para Granato, Veiga e Vasconcelos (2010) o teodolito na forma que conhecemos hoje foi desenvolvido em 1835 por Ignázio Porro, um inventor italiano a quem é atribuída a invenção do prisma de Porro (chamado prisma de reflexão total), apesar de alguns atribuírem créditos à Jonathan Sisson, um inventor inglês. Porro teria dado nome a seu invento de taquímetro.

Figura 1 - Ignazio Porro

**Ignazio Porro
(1801-1875)**

Fonte: Davidson (2015)

Figura 2 - Prisma de Porro



Fonte: Sándor (2005).

Figura 3 – Teodolito de Porro, também chamado de taquímetro de Porro.



Fonte: Granato, Veiga e Vasconcelos (2010).

Granato, Veiga e Vasconcelos (2010) afirmam que atualmente existem versões eletrônicas de teodolitos.

Figura 4 – Teodolito eletrônico digital



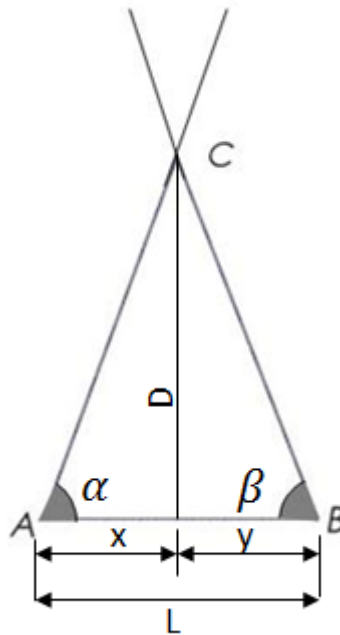
Fonte: Granato, Veiga e Vasconcelos (2010).

Por outro lado, Andrade, Oliveira e Pereira (2018) afirmam que há registro de um instrumento desenvolvido em 1571 desenvolvido por Leonard Cavalheiro Digges, que batizou seu invento de Theodolitus.

3.2 PRINCÍPIO BÁSICO DE UM TEODOLITO

Partindo de Monteiro (2017) podemos considerar que o princípio da triangulação explica bem o funcionamento de um teodolito.

Dessa forma, consideremos o triângulo a seguir, onde se conhece os valores de X, de Y, α e β . Como proceder para determinarmos D?



Utilizando o conceito trigonométrico de tangente, podemos calcular:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{D}{x} \rightarrow x = \frac{D}{\operatorname{tg}\alpha}$$

$$L = D \left(\frac{1}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{1}{\operatorname{tg}\beta} \right)$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{D}{y} \rightarrow y = \frac{D}{\operatorname{tg}\beta}$$

$$L = D \left(\frac{\operatorname{tg}\beta + \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta} \right)$$

$$x + y = \frac{D}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{D}{\operatorname{tg}\beta}$$

$$D = L \left(\frac{\operatorname{tg}\alpha \operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\beta + \operatorname{tg}\alpha} \right)$$

$$L = x + y = \frac{D}{\operatorname{tg}\alpha} + \frac{D}{\operatorname{tg}\beta}$$

Quanto maior for o L, maior será a precisão do teodolito. Em nosso projeto o valor de L é igual a 30 cm, para torna-lo portátil.

3.3 PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE UM TEODOLITO

3.3.1 Materiais utilizados:

- 01 Tábua 30 cm x 16 cm (base)
- 01 Tábua 38 cm x 7 cm (coluna)
- 02 Tábuas 5 cm x 5 cm (suporte para o laser)
- 02 Transferidores de acrílico
- 02 CD's sem a parte espelhada
- 02 Mini lasers
- 02 Parafusos 1/4 " x 2"
- 02 Porcas 1/4 " tipo borboleta
- 06 Arruelas 1/4 "

Fotografia 1 – Lista de materiais para a construção do teodolito experimental



Fonte: do próprio autor

3.3.2 Preparando os materiais:

Fazendo a coluna do teodolito

- Faça dois furos de diâmetro 7mm na tábua usada como coluna, com distância entre os furos de 30 cm. O primeiro furo fica na parte inferior com distância de 6,5 cm da base; Os furos devem passar os parafusos de ¼”.

Fotografia 2 – Coluna do teodolito experimental



Fonte: do próprio autor

Fazendo o suporte do laser

- Faça um furo de 7mm e um furo de 13 mm em cada um dos suportes. O furo de 7mm deve ser usado para passar o parafuso de ¼” e o furo de 13mm é para fixar o laser.

Fotografia 3 – Suporte do laser



Fonte: do próprio autor

Fixando os transferidores

- Os transferidores podem ser colados ou fixados com parafusos na coluna. Se for fixado, faça dois pequenos furos para colocar os parafusos.

Fotografia 4 –Transferidores

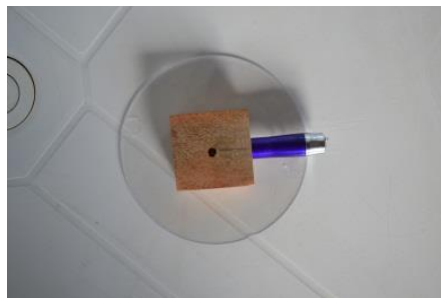


Fonte: do próprio autor

Montando o leitor de ângulo

- Os CD's sem a película espelhada é fixado no suporte do laser por dois pequenos parafusos. Eles servem como comparador do grau do foco do laser com a coluna do teodolito. Para facilitar a leitura faça um risco com um material pontiagudo no CD, paralelo ao furo do suporte do laser.

Fotografia 5 - CDs sem a película, utilizada como leitor do ângulo



Fonte: do próprio autor

3.3.3 – Montando o teodolito proposto:

- Trace duas linhas esquadrejadas nos furos de 7 mm da coluna para facilitar o alinhamento dos transferidores com a coluna do teodolito.

Fotografia 6 – Coluna do teodolito



Fonte: do próprio autor

Fotografia 7 – Coluna do teodolito



Fonte: do próprio autor

- Coloque os parafusos de ¼” na coluna do teodolito.

Fotografia 8 - Coluna do teodolito com os parafusos



Fonte: do próprio autor

- Cole os transferidores bem alinhados na coluna do Teodolito. Após a secagem da cola, coloque dois pequenos parafusos em cada transferido para fixar melhor.

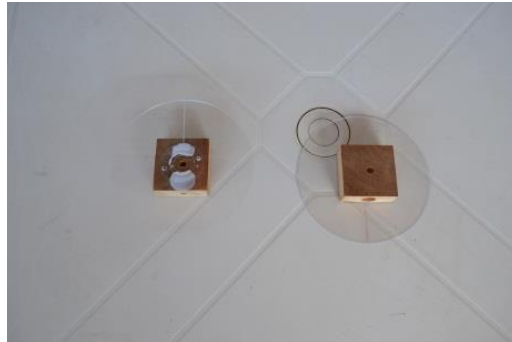
Fotografia 9 – Transferidores colados na coluna do teodolito



Fonte: do próprio autor

- Cole o leitor do grau no suporte do laser , mantendo a linha paralela ao furo de 13 mm. Após a secagem da cola, coloque dois pequenos parafusos em cada leitor para melhor fixação.

Fotografia 10 - Colagem do leitor do grau



Fonte: do próprio autor

- Cole a coluna do teodolito com a base. Após a secagem da cola, coloque dois parafusos para melhor fixação.

Fotografia 11 – Colagem da coluna do teodolito com a base



Fonte: do próprio autor

- Finalmente, monte o laser no suporte do leitor e fixe o leitor na base, utilizando os parafusos borboleta de ¼”

Fotografia 12 - Montagem do suporte do laser na coluna do teodolito



Fonte: do próprio autor

A seguir apresentamos uma tabela de distâncias em cm, calculadas, utilizando a expressão matemática deduzida a partir de diferentes ângulos de abertura, para facilitar aos alunos, a leitura direta da distancia.

Tabela 1 – Distâncias em cm de diferentes ângulos de abertura

α, β	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
70	41,2	42,4	43,5	44,8	46,1	47,5	48,9	50,4	52,0	53,7	55,5	57,4	59,5	61,6	64,0	66,5	69,1	72,0	75,2	78,7
71	42,4	43,6	44,8	46,1	47,5	49,0	50,5	52,2	53,9	55,7	57,6	59,7	61,9	64,2	66,8	69,5	72,4	75,6	79,1	82,9
72	43,5	44,8	46,2	47,6	49,0	50,6	52,2	54,0	55,8	57,8	59,9	62,1	64,5	67,0	69,8	72,7	76,0	79,5	83,4	87,6
73	44,8	46,1	47,6	49,1	50,6	52,3	54,0	55,9	57,9	60,0	62,2	64,6	67,2	70,0	73,0	76,3	79,9	83,8	88,1	92,8
74	46,1	47,5	49,0	50,6	52,3	54,1	56,0	58,0	60,1	62,4	64,8	67,4	70,2	73,3	76,6	80,2	84,1	88,5	93,3	98,6
75	47,5	49,0	50,6	52,3	54,1	56,0	58,0	60,1	62,4	64,9	67,5	70,4	73,4	76,8	80,4	84,4	88,8	93,6	99,1	105,1
76	48,9	50,5	52,2	54,0	56,0	58,0	60,2	62,5	65,0	67,6	70,5	73,6	76,9	80,6	84,6	89,1	94,0	99,4	105,5	112,5
77	50,4	52,2	54,0	55,9	58,0	60,1	62,5	65,0	67,7	70,5	73,7	77,1	80,8	84,8	89,3	94,2	99,7	105,9	112,9	120,8
78	52,0	53,9	55,8	57,9	60,1	62,4	65,0	67,7	70,6	73,7	77,1	80,9	85,0	89,5	94,4	100,0	106,2	113,2	121,2	130,4
79	53,7	55,7	57,8	60,0	62,4	64,9	67,6	70,5	73,7	77,2	80,9	85,0	89,6	94,6	100,2	106,4	113,5	121,6	130,8	141,6
80	55,5	57,6	59,9	62,2	64,8	67,5	70,5	73,7	77,1	80,9	85,1	89,6	94,7	100,3	106,6	113,7	121,8	131,2	142,0	154,8
81	57,4	59,7	62,1	64,6	67,4	70,4	73,6	77,1	80,9	85,0	89,6	94,7	100,4	106,7	113,9	122,0	131,4	142,3	155,2	170,6
82	59,5	61,9	64,5	67,2	70,2	73,4	76,9	80,8	85,0	89,6	94,7	100,4	106,7	113,9	122,1	131,6	142,5	155,5	171,0	189,9
83	61,6	64,2	67,0	70,0	73,3	76,8	80,6	84,8	89,5	94,6	100,3	106,7	113,9	122,2	131,6	142,7	155,7	171,2	190,2	213,9
84	63,9	66,8	69,8	73,0	76,6	80,4	84,6	89,3	94,4	100,2	106,6	113,9	122,1	131,6	142,7	155,8	171,4	190,5	214,2	244,8
85	66,4	69,5	72,7	76,3	80,2	84,4	89,1	94,2	100,0	106,4	113,7	122,0	131,6	142,7	155,8	171,5	190,6	214,4	245,1	285,9
86	69,1	72,4	76,0	79,9	84,1	88,8	94,0	99,7	106,2	113,5	121,8	131,4	142,5	155,7	171,4	190,6	214,5	245,2	286,1	343,3
87	72,0	75,6	79,5	83,8	88,5	93,6	99,4	105,9	113,2	121,6	131,2	142,3	155,5	171,2	190,5	214,4	245,2	286,2	343,5	429,4
88	75,2	79,1	83,4	88,1	93,3	99,1	105,5	112,9	121,2	130,8	142,0	155,2	171,0	190,2	214,2	245,1	286,1	343,5	429,5	572,8
89	78,6	82,9	87,6	92,8	98,6	105,1	112,5	120,8	130,4	141,6	154,8	170,6	189,9	213,9	244,8	285,9	343,3	429,4	572,8	859,4

Fonte: do próprio autor

4 RESULTADOS

Para realizar as medidas, primeiro realizamos o seguinte procedimento:

- a) inicialmente escolhemos um ponto aleatório que a partir do teodolito iríamos realizar a medida de distância.
- b) Depois, nivelamos o Teodolito sobre uma mesa;
- c) Localizamos um ponto distante do Teodolito onde iríamos realizar a medição;
- d) Ligamos as duas canetas laser;
- e) Focalizamos, com as canetas, o ponto distante que, a partir do teodolito iríamos realizar a medição;
- f) Realizamos a leitura dos ângulos, por meio dos transferidores, onde estão fixados as canetas laser;
- g) A partir dos dados obtidos, realizamos os cálculos para encontrar a distância entre o Teodolito e o ponto focado pelas canetas laser.
- h) Finalmente conferimos a distância, medindo a mesma distância calculada com uma trena.

Figura 13 – Utilizando o teodolito para medir distâncias



Fonte: do próprio autor

Em seguida mostramos os resultados obtidos nas tabelas 2 e 3.

Foram realizadas dez medições, utilizando o teodolito experimental à laser com distâncias variadas, calculadas e comparadas com medidas reais feitas com trena, conforme tabela abaixo.

Tabela 2- medidas feitas com o Teodolito Experimental com diferentes distâncias.

Distância do alvo	medição com o teodolito	medição feito com trena	Erro
50 cm	49 cm	50 cm	2,00 %
60 cm	60,1 cm	60 cm	-0,16 %
65 cm	66,5 cm	65 cm	-2,30 %
70 cm	73,4 cm	70 cm	-4,86 %
100 cm	105,1 cm	100 cm	-5,10 %
200 cm	213,9 cm	200 cm	-6,95 %
250 cm	245 cm	250 cm	2,00 %
300 cm	286,2 cm	300 cm	4,60 %
350 cm	343,3 cm	350 cm	1,90 %
400cm	443,8 cm	450 cm	1,37 %

Fonte: do próprio autor

Baseado nos resultados da tabela 2, realizamos mais dez medições, conforme tabela 3 abaixo:

Tabela 3- medidas feitas com o Teodolito Experimental com pequenas e médias distâncias.

Distância do alvo	medição com o teodolito	medição feito com trena	Erro
56 cm	55,3	56 cm	1,25 %
58 cm	58,2	58 cm	-0,34 %
62 cm	62,4	62 cm	-0,64 %
64 cm	65,0	64 cm	-1,56 %
68 cm	70,4	68 cm	-3,52 %
345 cm	347	345 cm	-0,58 %
348 cm	350,6	348 cm	-0,75 %
352 cm	354,2	352 cm	-0,62 %
355 cm	361,1	355 cm	-1,72 %
360 cm	365,6	360 cm	-1,55 %

Fonte: do próprio autor

Pelos resultados apurados na Tabela 3, verificamos que o Teodolito Experimental à Laser tem uma precisão satisfatória para pequenas e médias distâncias.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho podemos concluir que, apesar das atividades experimentais serem reconhecidas pelas pesquisas na área de Ensino de Ciências como recurso importante para o aprendizado, poucas são as escolas que as realizam em seu contexto diário.

Essa realidade deve-se a muitos motivos, dentre eles a falta de recursos e de infraestrutura nas escolas, ao pouco número de aula dirigida às aulas de Física no Ensino Médio e, muitas vezes as dificuldades do professor em preparar essas atividades em função da alta carga-horária a que é submetido.

Com relação à falta de recursos, esse trabalho teve por meta oferecer uma alternativa ao estudo de medidas e grandezas físicas. Temas que as pesquisas destacam como negligenciadas tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio quando comparado à outros conteúdos. Entretanto, outras pesquisas, inclusive documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais mostram ainda a importância dessa temática para o exercício da cidadania.

O experimento desenvolvido, além de propor uma atividade na qual o aluno assume uma postura mais ativa ante o processo de ensino e de aprendizagem, também possibilita discussões importantes sobre as questões de grandezas, medidas diretas e indiretas, padrões, unidades e erros.

O teste do experimento proposto mostrou que ele é não é só factível, por ser de fácil construção e de baixo custo, como, também não necessita ser realizado em um laboratório e apresenta boa precisão nos resultados.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M.H.; OLIVEIRA, R.R.; PEREIRA, A.C.C. Um recurso histórico para estudos iniciais de trigonometria: apresentando o teodolito. **Boletim Cearense de Educação e História da Matemática**, Fortaleza, v. 5, n. 13, p. 66 – 76, 2018.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- BIASOTO, J. D.; CARVALHO, A. M. P. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. In.: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., Florianópolis, 2007. **Anais...** Florianópolis, 2007.
- CAPECCHI, M.C.V.M. ; CARVALHO, A. M. P.; SILVA, D. Relações entre o discurso do professor a argumentação dos alunos em uma aula de física. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, 2002.
- CUNHA, M. B. O movimento ciência/tecnologia/sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Varia Scientia**, Cascavel, v. 6, n. 1, 2006.
- BORGES, A. T.; GOMES, A. D. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 22, n. 1, p. 71-94, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione, 2005. 199 p.
- DAVIDSON M. W. **Ignazio Porro**. Disponível em: <<https://micro.magnet.fsu.edu/optics/timeline/people/porro.html>>. Acesso em: 10 dez. 2018.
- GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: umapesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.
- GONZALES, K.G. et al. Reflexões sobre a função e as contribuições da experimentação no ensino de ciências. **UNOPAR: científica, ciências, humanas, educação**. Londrina, v.16, n.5, p. 520-527, 2015.
- GRANATO, M.; VEIGA, L.P.; VASCONCELOS, T.V.B. **Histórico do Teodolito**. MAST: museu de astronomia, de história e ciências afins. Disponível em: http://site.mast.br/multimedia_instrumentos/teodolito_historico.html. 2010. Acesso em: 23 nov. 2018.
- GRANATO, M.; MIRANDA, L.R.M. A restauração na trajetória de um teodolito do acervo do MAST. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v.19, n. 1, 2011
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico deltrabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 13, p. 299-313, 1994.

LIMA, P. F.; BELLEMAIN, P. M. B. **Matemática**. Brasília: [S.l.], 2010. v.17. (coleção explorando o ensino)

NEVES, S. M.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153 jan./jun. 2010

PENA, F.L.A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, 2009.

RAMOS, L. B. C.; ROSA, P. R. S. O Ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos nos iniciais do ensino fundamental. **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

SÁNDOR, Z. **Visszatükrözés prizmán 2.** Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Visszat%C3%BCkr%C3%B6z%C3%A9s_prizm%C3%A1n_2.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2018.