

# TERMODINÂMICA E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

*Thermodynamics and Experimentation in Teaching Sciences*

**Luiz Adolfo de Mello**, [ladmello59@gmail.com]

**Nathália da Silva Cruz**, [nathaliaagatinha@hotmail.com]

**Raphael de Jesus Aquino**, [raphaelufs@gmail.com]

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – UFS;  
Departamento de Física (Physics Department)  
Universidade Federal de Sergipe  
Av. Marechal Rondon, s/n Jardim Rosa Elze  
CEP 49100-000 São Cristóvão – SE

## **Resumo**

Este artigo relata uma experiência com alunos da 2ª ano do Ensino Médio, utilizando o laboratório e a sala de aula como espaço de investigação. A abordagem envolveu a interação entre bolsistas e os educandos no ensino do conteúdo de grandezas termométricas e dilatação térmica. Nestas atividades/aula realizamos primeiramente vários experimentos que exemplificassem propriedades da matéria que pudessem ser usadas como grandezas termométricas. Em seguida realizamos o experimento central sobre dilatação térmica. Esta metodologia nos permitiu perceber que com o uso de experimentação junto com exemplos tirados da ciência e tecnologia poderíamos transcender o ensino formal. Nesta atividade/aula pudemos verificar que a experimentação junto com a CTS (ciência, tecnologia e sociedade), pode tornar a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação no ensino de Física; Currículo e inovação educacional no ensino de Física.

## **Abstract:**

This paper reports an experience with students of second year of middle school, using laboratory and classroom as research space. The approach involved the interaction between scholars and learners in the teaching of the content of thermal expansion. In this activity / lesson we first conducted several experiments that exemplify properties of matter that could be used as thermometric substance, and then we conducted the central experiment of thermometric expansion. This methodology allowed us to realize that the use of experimentation with examples drawn from science and technology could transcend formal education. With this activity / lesson we could verify that experimentation with the CTS can make learning meaningful.

Keywords: Physics Teaching, Experimentation in Physics Teaching, Curriculum and Educational Innovation in Teaching Physics.

---

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

# TERMODINÂMICA E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

*Thermodynamics and Experimentation in Teaching Sciences*

## **Resumo**

Este artigo relata uma experiência com alunos da 2ª ano do Ensino Médio, utilizando o laboratório e a sala de aula como espaço de investigação. A abordagem envolveu a interação entre bolsistas e os educandos no ensino do conteúdo de grandezas termométricas e dilatação térmica. Nestas atividades/aula realizamos primeiramente vários experimentos que exemplificassem propriedades da matéria que pudessem ser usadas como grandezas termométricas. Em seguida realizamos o experimento central sobre dilatação térmica. Esta metodologia nos permitiu perceber que com o uso de experimentação junto com exemplos tirados da ciência e tecnologia poderíamos transcender o ensino formal. Nesta atividade/aula pudemos verificar que a experimentação junto com a CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), pode tornar a aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentação no ensino de Física; Currículo e inovação educacional no ensino de Física.

## **Abstract:**

This paper reports an experience with students of second year of middle school, using laboratory and classroom as research space. The approach involved the interaction between scholars and learners in the teaching of the content of thermal expansion. In this activity / lesson we first conducted several experiments that exemplify properties of matter that could be used as thermometric substance, and then we conducted the central experiment of thermometric expansion. This methodology allowed us to realize that the use of experimentation with examples drawn from science and technology could transcend formal education. With this activity / lesson we could verify that experimentation with the CTS can make learning meaningful.

Keywords: Physics Teaching, Experimentation in Physics Teaching, Curriculum and Educational Innovation in Teaching Physics.

---

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

## INTRODUÇÃO

Muitas críticas ao ensino tradicional referem-se à ação passiva do aprendiz que frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Paulo Freire denomina este modo de educar de educação bancária.

*A educação “bancária” pressupõe uma relação vertical entre o educador e educando. O educador é o sujeito que detém o conhecimento, pensa e prescreve, enquanto o educando é o objeto que recebe o conhecimento, é pensado e segue a prescrição. O educador “bancário” faz “depósitos” nos educandos e estes passivamente os recebe. [Freire, 1979, 1983]*

Tais informações raramente se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo a aprendizagem não é significativa. As informações transmitidas em sala de aula são teorias que levaram anos e até mesmo séculos para serem formalizadas no modo no qual estão transcritas em livros textos. Em particular, a teoria da conservação da energia, do efeito Joule e da capacidade térmica tiveram um longo tempo de amadurecimento até ser escrita na forma como a conhecemos atualmente [Passos, 2010].

No ensino da termodinâmica podemos escolher uma abordagem mais fenomenológica ou uma mais conceitual usando o conhecimento de que a matéria é constituída de átomos e moléculas. A primeira abordagem tem a vantagem de que necessita de menos conhecimentos prévios para ser lecionada, enquanto a segunda precisa que os alunos tenham uma ideia bem clara de como usamos o conceito de átomos como esferas perfeitas para descrever a energia interna de um sistema.

Assim, alguns livros texto, como o do Ramalho [2010], utilizam o artifício de colocar uma revisão de ciências em seu primeiro capítulo do volume 2 onde faz uma breve revisão da constituição atômica da matéria. Outros, como o livro de Newton [Doca, 2010], quando vão necessitar do conceito de agitação térmica, dedicam somente um parágrafo explicando ou revisando os conceitos atomísticos da matéria.

Por outro lado, é sabido que a maioria dos estudantes confunde os conceitos de calor com o de temperatura [Christensen, 2009]. Em geral eles acham que a temperatura é uma medida direta da quantidade de calor de um corpo ou que sejam sinônimos. Assim, muitos autores acham extremamente importante trabalhar de uma forma mais conceitual e experimental este tema. Seguindo esta linha de raciocínio propusemos duas atividades experimentais para trabalharmos em sala de aula e que serão descritas mais abaixo.

## Experimentação e o Ensino de Ciências

Como tem sido enfatizada por muitos autores, a experimentação no ensino de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem [Araujo e Abid, 2009]. Assim, temos vários exemplos de projetos e propostas para um ensino experimental realizável em qualquer escola. Dentre estes temos o PROFIS [2013], Experimentos de Física Com Materiais do Dia-a-Dia [2013], CRE Mario Covas [2013], Centro de Referência para o ensino de Física [2013], e outros.

Contudo, o ensino experimental não tem cumprido com esse importante papel no ensino de ciências. Como enfatizado por Borges [2002], “curiosamente, várias das escolas dispõem de alguns equipamentos e laboratórios que, no entanto, por várias razões, nunca são utilizados, dentre às quais cabe mencionar o fato de não existirem atividades já preparadas para o uso do professor; falta de recursos para compra de componentes e materiais de reposição; falta de tempo do professor para planejar a realização de atividades como parte do seu programa de ensino; laboratório fechado e sem manutenção. São basicamente as mesmas razões pelas quais os professores raramente utilizam os computadores colocados nas escolas.”

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

Mas mesmo assim, conforme Zanon e Silva (apud Guimarães [2009]), atividades experimentais podem assumir papel fundamental na promoção de aprendizagem significativa em ciências e, por isso, consideramos importante valorizar propostas alternativas de ensino que demonstrem potencialidade da experimentação através de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do conhecimento escolar.

Segundo Araujo e Abid [2009], “*A experimentação tem papel fundamental no processo de construção conceitual, visto que muitas vezes é necessário “desconstruir” conceitos desenvolvidos pelo senso comum, de modo que, é imprescindível que o educando visualize a situação, observe e analise os resultados para perceber e mudar o seu pensamento, não apenas acatar o que o professor diz*”.

Assim, segundo esses autores, essas atividades experimentais não devem ser pautadas nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor deseja, tampouco esperar que o conhecimento seja construído pela mera observação.

Por outro lado, pela sua característica experimental as ciências naturais investigam os fenômenos através de observações, criam modelos teóricos que expliquem tais fenômenos e validando-os nos laboratórios e/ou nas pesquisas de campo [Blümke, 2004]. Nas palavras de Zwirter [Zwirter, 2001] “*O conhecimento científico do que depende da experiência apoia-se sempre na construção de modelos abstratos do experimento, explorando as relações entre as propriedades empíricas diretamente observáveis, através do uso do formalismo matemático,*”

Outro ponto importante a ser observado é o de que em média somente 20% de nossos estudantes seguiram a carreira de ciências exatas. Assim, devemos nos perguntar: Ensinar física para quem? E com que propósito? O fracasso do projeto PSSC indicou já na década de 1970 que ensinar física no ensino médio com o objetivo de se formar cientistas redundará em fracasso. Assim, temos que optar por uma abordagem mais humanista.

## **Aprendizagem Significativa e Concepções Prévias [Moreira, 2006]**

A teoria da aprendizagem significativa é uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Segundo David Ausubel (apud Moreira, 2006), “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (p. 14). A ideia parece muito simples. Se a pretensão do educador é ensinar significativamente, basta que este avalie o que o aluno já sabe e então ensine de acordo com esses conhecimentos. Portanto, o fator isolado mais importante, segundo Ausubel (apud Moreira, 2006), que influencia na aprendizagem significativa, é aquilo que o aluno já sabe.

Segundo Guimarães [2009], nesse processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimentos específicos, ao qual Ausubel chama de “conceito subsunçor”, estabelecendo ligações ou “pontes cognitivas” entre o que ele sabe e o que ele está aprendendo. Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Vale ressaltar que não se trata de uma mera união, mas um processo de assimilação em que a nova informação modifica os conceitos subsunçores, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes.

A aprendizagem significativa não é uma mera associação de ideias, nem um processo eficiente de memorização, mas sim um processo cognitivo em que informações conceituais são contrastadas e/ou ligadas a conceitos prévios da estrutura cognitiva do aprendiz, resultando em conceitos mais abrangentes e gerais.

Assim, na grande maioria dos trabalhos que envolvem aprendizagem significativa a linha mestra é a de se gerar questões problemas a serem aplicadas aos instruendos, a partir das quais é feito um levantamento dos conceitos prévios que os alunos têm a respeito do assunto a ser abordado.

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

Por outro lado, como dissemos na introdução, no ensino dos conceitos da termodinâmica nos deparamos com o fato de que o conceito abstrato de energia não está, na grande maioria dos estudantes, sedimentado em sua estrutura cognitiva. Por outro lado se pedirmos para eles descreverem como se processa o equilíbrio térmico entre dois corpos estes iram usar um modelo muito parecido com o do fluido calórico.

Assim, surge a questão de como produzir uma aprendizagem significativa neste campo da ciência?

### **Aprendizagem Significativa e a Experimentação no Ensino de Ciências [Moreira, 2006]**

Mas o que fazer quando não existem subsunçores disponíveis? Esse é o contexto da maioria dos alunos Nível Médio. Vários conteúdos não fazem parte das suas vivências cotidianas e também nunca lhes foram apresentados formalmente. Os tópicos Gravitação, Fluidos, Ondas em Meios Elásticos e Termodinâmica compõem o conteúdo de sua grade curricular, e praticamente na sua totalidade, se enquadram como assuntos estranhos e nunca visto por estes. Os alunos dos cursos básicos de Ciências Exatas quando estão cursando Física Geral II passam por situação equivalente quando se deparam com os mesmos conteúdos [Romero Tavares, 2004].

O que ocorre com os estudantes desses cursos é que eles vão memorizando as partes iniciais até que o seu conteúdo seja absorvido, incorporado meio na força e de modo abrupto. Na concepção da aprendizagem mecânica apontada por Ausubel (1980, 2003), com pouca interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva.

Assim, aulas meramente expositivas seriam aulas do tipo “bancárias” e a aprendizagem seria, segundo Moreira [2006], mecânica ou automática em que a nova informação é aprendida sem que haja interação com informações existentes na estrutura cognitiva do sujeito. A informação é armazenada de forma literal e arbitrária, contribuindo pouco ou nada para a elaboração e diferenciação daquilo que ele sabe.

A escolha de um organizador prévio depende da situação da aprendizagem, e diversas alternativas foram propostas [Moreira, 2006]. Neste trabalho, a alternativa apresentada seria a utilização de uma ou mais aulas experimentais sobre o tema calorimetria. Estas, a nosso ver, seriam imprescindíveis para a introdução, familiarização, a verificação e comprovação de leis e teorias científicas. Seriam importantes na facilitação da aprendizagem e compreensão de conceitos e no ensino de certas habilidades práticas que só podem ser adquiridas dentro do ambiente escolar.

Educação em ciências não significa trabalhar a ciência que só existe no livro e na escola. A utilização da experimentação para se introduzir previamente os conteúdos curriculares, seria um meio de propiciar condições para a vivência do educando nos temas a serem estudados e que serão trabalhados de forma contextualizada pelo educador.

### **As Experiências de Dilatação Térmica dentro do projeto PIBID da UFS**

Dentro do projeto PIBID do Campus São Cristovão da UFS, no ano de 2012 trabalhamos com três experimentos de calorimetria em uma escola estadual, a saber: grandezas termométricas, calorímetro e o de dilatação térmica. Todas elas foram aplicadas antes das aulas sobre o referido tema.

Colocamos no apêndice o modelo de relatório sobre dilatação térmica, e se pode ver lá que estes foram idealizados no espírito dos projetos de ensino PROFIS [2013], PONTOCIENCIA [2013], etc. Em particular o experimento do calorímetro não difere muito do usado por nós no curso regular da Universidade, a menos do detalhe que não abordávamos o tratamento dos erros experimentais, ficando a atividade centrada somente na análise qualitativa do mesmo. Maiores detalhes ver apêndice.

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

No experimento “Escalas Termométricas” trabalhamos com diversos tipos de termômetros, multímetro termopar e com um experimento de dilatação volumétrica de um líquido. A ideia central da atividade é de se trabalhar com grandezas termométricas. Ou seja, trabalhar com propriedades físicas da matéria que possam ser utilizadas como grandezas termométricas.

No experimento dilatação térmica trabalhamos com a propriedade macroscópica que todo sólido sofre uma variação nas suas dimensões quando sujeito à variações de temperatura. Para amplificarmos o efeito da dilatação linear utilizamos o artifício de colocar um nível laser sobre um braço de alavanca. Ver figura abaixo. Fazíamos o feixe laser incidir sobre uma parede a mais ou menos 2 metros de distância. Com isso conseguíamos amplificar o efeito da dilatação linear.

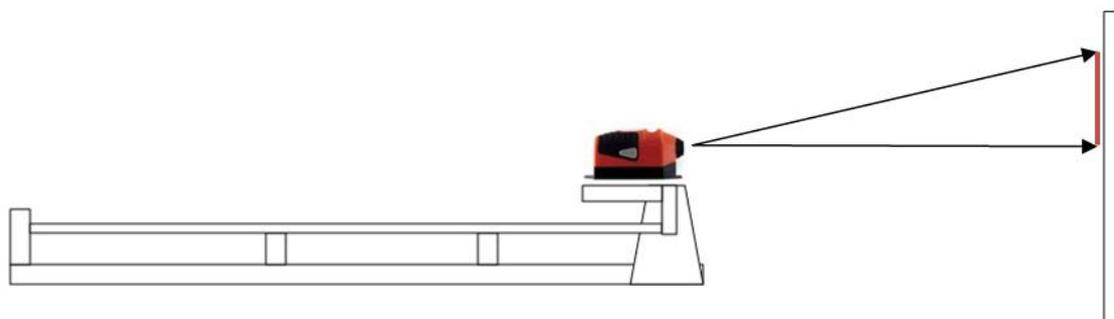


Figura: Aparato Experimental.

Devido à limitação de tempo e de termos que trabalhar em sala de aula, tivemos que trabalhar com os experimentos já previamente montado e elaborado, o que limitou a interação dos estudantes com estes. Esta limitação era compensada pela presença de quatro bolsistas que ficavam tutorando e questionando os estudantes o tempo todo.

Como atuamos com quatro bolsistas em cada intervenção na escola e através de questões do tipo: “Prédios e pontes sofrem dilatação Linear? Como elas são tratadas ou corrigidas?” pudemos trabalhar os conhecimentos prévios dos estudantes e discutir empiricamente os conceitos da termometria. Mais detalhes do projeto ver Mello [2013].

### **O uso das CTS no projeto**

O objetivo principal das atividades é de fazer com que os bolsistas e alunos do ensino médio comecem a pensar como interagimos com a matéria e tiramos informações dela. Começamos abordando o tema grandezas termométrica e como podemos usá-las para construirmos termômetros. Assim, apresentamos a eles o termômetro a mercúrio, o digital e um multímetro termopar. Questionamos como eles funcionam e como é possível que eles possuam uma mesma escala termométrica. Depois, realizamos um experimento de dilatação volumétrica e um de dilatação linear e os questionamos como poderíamos transformá-los em termômetro. Finalmente, abordamos como estes dispositivos são usados em metalurgia, conforto térmico, controle de processos e assim por diante. Abordamos o papel do cientista no desenvolvimento e projeto de novos materiais e dispositivos de medidas, e seu papel no desenvolvimento econômico.

No caso particular do experimento do calorímetro usamos um experimento que simulava uma câmara de explosão de um motor de automóvel, como forma de ilustrarmos as aplicações do uso do conhecimento sobre trocas de calor e determinação da capacidade térmica de um calorímetro. A partir do fato de que o calorímetro esquentava com a explosão, discutíamos a razão da existência do radiador nos automóveis, o efeito estufa, e o problema do rendimento do motor dos automóveis.

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

No caso do experimento da dilatação térmica discutíamos o uso das juntas de dilatação em pontes e em prédios muito grandes. Perguntávamos se as portas dos carros poderiam ficar muito próximas da carcaça deste, e etc.

## Resultados e Conclusões

Através de entrevistas com o professor destas turmas foi possível constatar que houve uma melhora significativa no empenho e aplicação dos estudantes no estudo de ciências. Após a aplicação destas aulas em uma turma a outra já aguardava pelas nossas aulas.

Por outro lado, os nossos bolsistas começaram a ficar, também, entusiasmados com o projeto. Começaram a perceber a viabilidade de se introduzir experimentos dentro de suas aulas, que é o objetivo central do projeto.

## REFERÊNCIAS

- Araujo e Abid (2009) - Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 2, Junho.
- Blümke, R.A., Auth, M.A.(2004)- SIGNIFICAÇÃO CONCEITUAL E EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA. Acesso em 10 jan., 2013, [http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/07\\_04\\_08\\_SIGNIFICACAO\\_CONCEITUAL\\_E\\_EXPERIMENTAL\\_NO\\_ENSINO\\_DE\\_FISICA.pdf](http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2004/Poster/Poster/07_04_08_SIGNIFICACAO_CONCEITUAL_E_EXPERIMENTAL_NO_ENSINO_DE_FISICA.pdf)
- Borges,A.T. (2002)- Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, dez.
- Centro de Referencia para o ensino de Física. (2013). Acesso em 10 jan., 20013, <http://www.if.ufrgs.br/cref/>
- Christensen, W.M., Meltzer, D.E., Ogilvie, C.A., (2009) Student ideas regarding entropy and the second law of thermodynamics in an introductory physics course. American Journal of Physics -- October 2009 -- Volume 77, Issue 10, pp. 907.
- CRE Mario Covas, (2013). Acesso em 10 jan., 20013, <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/>
- Doca, Ricardo Helou; Biscuola, Gualter Jose. (2010) Conecte Física. Vol.2.
- Experimentos de física para o ensino médio e fundamental com materiais do dia-a-dia, (2013) Acesso em 10 jan., 2013, <http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>
- FREIRE, Paulo. (1979). Educação como prática da liberdade. 17.ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra.
- FREIRE, Paulo. (1983). Pedagogia do Oprimido. 13.ed. Ruo de Janeiro, Paz e Terra. ( Coleção O Mundo, Hoje,v.21).
- Guimarães, C.C. (2009) - Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa , QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, Vol. 31, N° 3, AGOSTO.
- Passos, J.C. (2009) - Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. Ver. Bras. De Ensino de Física, v. 31, n-3, 3603.
- PontoCiencia. Acesso em 10 jan., 2013, [www.pontociencia.org.br](http://www.pontociencia.org.br)
- PROFIS. (2013) Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física. Acesso em 10 jan., 2013, <http://fep.if.usp.br/~profis/>
- Mello, L.A., L. N. S. Silva, E. S. Guimarães, R. de J. Aquino, (2013). PIBID E OS PROJETOS DE ENSINO DE FÍSICA. Scientia Plena. To be Published.
- MOREIRA, M.A. (2006). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Ed. UnB, 1999. \_\_\_\_\_. *A teoria da aprendizagem significativa e sua implicação em sala de aula*. Brasília: Ed. UnB.
- Ramalho, Nicolau e Toledo. (2010) Os Fundamentos da Física. Vol.2, 8ª Edição.
- Romero Tavares. (2004). Aprendizagem Significativa. Ver. Conceitos. 07/2004. Pg. 55 a 60. Acesso em 10 jan., 2013,

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

- ZANON, Lenir B. & SILVA, Lenice H. A. (2000) A Experimentação no Ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, Roseli P., ARAGÃO, Rosália M. R. (org.) Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES / UNIMEP, 120-53,
- Zwirnes, Ari. (2001) Inserção cultural dos estudantes através da prática pedagógica em Física com base na tecnologia. Dissertação de Mestrado. Ijuí, 2001, 99 p.

## APENDICE

### Demonstração do Fenômeno da Dilatação Linear

#### Objetivos

1.1. Este experimento visa mostrar:

- Que as dimensões de um corpo variam com a mudança da temperatura;
- Se as dimensões largura e altura puderem ser desprezadas podemos considerar que só houve dilatação em uma dimensão ou linear.

1.2. **Material utilizado:**

- Barra de metal (aço);
- Suporte de madeira;
- Velas;
- LASER;
- Trena.

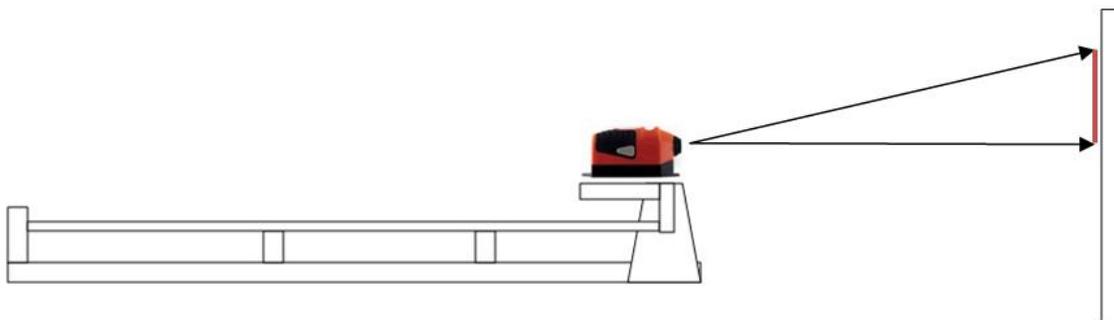


Figura – Aparato experimental

1.3. **Como realizar o experimento**

Passo1: Coloque o aparato experimental, o LASER, a aproximadamente 3,0 m da parede de modo que o feixe incida na parede do lado oposto da sala.

Passo2: Posicione velas abaixo da barra. Obs: não acenda ainda;

Passo 3: Meça a temperatura ambiente ou da barra.

Passo 4: Marque a posição na parede com alguma fita adesiva;

Passo 5: Acenda as velas e observe o ponto de incidência do LASER por cerca de 1 minuto.

Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.

Passo 6: Anote a distância em centímetros do deslocamento realizado pelo ponto de LASER no anteparo (parede) para cada variação aproximada de 5°C na temperatura da barra.

Passo 7: Apague as velas e continue a observar o ponto de incidência do LASER.

## 2 - Para você!

2.1 Por quê o ponto de luz na parede se move? O ponto luminoso se move para cima ou para baixo quando o metal está sendo aquecido? E quando está sendo resfriado?

---

---

2.2 Por que no resfriamento o movimento do ponto de luz é mais lento em seu movimento no anteparo (parede)?

---

---

2.3 Como o deslocamento do ponto de LASER no anteparo deve se relacionar com o deslocamento realizado pela extremidade da barra de metal?

---

---

2.4 Você consegue estimar qual a máxima dilatação da barra?

---

---

2.5 Usando a equação da dilatação linear abaixo seria possível determinar o coeficiente de dilatação linear do aço? Qual é seu valor aproximado?

---

---

$$\Delta L/L = \alpha \Delta T$$

Ou  $L = L_0 (1 - \alpha (T - T_0))$

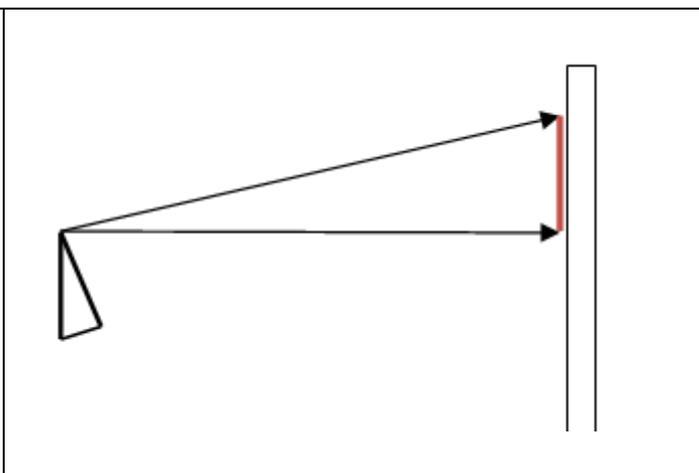
onde  $\alpha$  é o coeficiente de dilatação linear.

---

---

---

Foto do Aparato	Relação de semelhança de triângulos.
-----------------	--------------------------------------



Agradecimentos: Este projeto foi financiado pelo projeto PIBID, CAPES.