

## DILATÔMETRO: EXPERIMENTO DE FÍSICA APLICADO COMO FERRAMENTA DE ENSINO APRENDIZAGEM

## DILATOMETER: PHYSICS EXPERIMENT APPLIED AS A TEACHING-LEARNING TOOL

Thaís Lezan<sup>1</sup>  
Liliane Wendt<sup>2</sup>  
Ericson William Moreira<sup>3</sup>  
Orestes Hacke<sup>4</sup>  
Ederson Witt<sup>5</sup>  
Maristela Povaluk<sup>6</sup>

### RESUMO

Dois corpos com temperaturas diferentes ao se aproximarem, tendem a transferir energia térmica para entrarem em equilíbrio. Quando ocorre essa troca de energia térmica entre os corpos dá-se o nome de calor. Quanto maior estiver a agitação das moléculas presentes no corpo, maior estará seu nível de energia interna, conseqüentemente, mais alta estará sua temperatura também. Esse artigo tem como objetivo principal, mostrar a aula experimental como aliada no processo de ensino-aprendizagem, em prol de atrair o interesse do aluno pelo conteúdo abordado. A aula prática de dilatação de sólidos foi aplicada aos alunos da segunda série, da E.E.B. Professora Maria Paula Feres, Mafra-SC. Nela foram apresentados os conceitos de dilatação térmica e realizado o experimento com o Dilatômetro. A aula foi desenvolvida

<sup>1</sup>Licenciatura em Física, Universidade do Contestado. Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [thaisa.lezan@aluno.unc.br](mailto:thaisa.lezan@aluno.unc.br)

<sup>2</sup>Licenciatura em Física, Universidade do Contestado. Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [liliane.wendt@aluno.unc.br](mailto:liliane.wendt@aluno.unc.br)

<sup>3</sup>Licenciatura em Física, Universidade do Contestado. Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [ericson.moreira@aluno.unc.br](mailto:ericson.moreira@aluno.unc.br)

<sup>4</sup>Licenciatura em Física, Universidade do Contestado. Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [orestes.hacke@professor.unc.br](mailto:orestes.hacke@professor.unc.br)

<sup>5</sup>Licenciatura em Física, Universidade do Contestado. Mafra. Santa Catarina. Brasil. E-mail: [ederson.witt@professor.unc.br](mailto:ederson.witt@professor.unc.br)

<sup>6</sup>Doutorado em Educação, PUC/ Pr. Professora da Universidade do Contestado. Santa Catarina. Brasil. E-mail [maristela@unc.br](mailto:maristela@unc.br).

no laboratório da escola, sendo iniciada com uma breve explicação sobre o que é a dilatação linear dos sólidos e como funciona um dilatômetro. A aula experimental foi de imensa valia, tanto para os estudantes que tiveram a oportunidade de participar, como principalmente para nós acadêmicos, em que se pode realizar uma aula proveitosa, com um resultado positivo e extremamente significativo.

**Palavras-Chave:** física; dilatação; ensino; experimento.

### ABSTRACT

When two bodies with different temperatures approach each other, they tend to transfer thermal energy to reach equilibrium. When this exchange of thermal energy takes place between bodies, it is called heat. The greater the agitation of the molecules present in the body, the greater its internal energy level, consequently, the higher its temperature as well. The main objective of this article is to show the experimental class as an ally in the teaching-learning process, in order to attract the student's interest in the content addressed. The practical class on the expansion of solids was applied to second grade students, from E.E.B. Professor Maria Paula Feres, Mafra-SC. In it, the concepts of thermal expansion were presented and the experiment was carried out with the Dilatometer. The class was developed in the school's laboratory, starting with a brief explanation of what linear expansion of solids is and how a dilatometer works. The experimental class was of immense value, both for the students who had the opportunity to participate, and especially for us academics, where a useful class can be held, with a positive and extremely significant result.

**Keywords:** physics; dilation; teaching; experiment.

**Resumo Expandido recebido em:** 31/01/2024

**Resumo Expandido aprovado em:** 27/11/2024

**Resumo Expandido publicado em:** 19/03/2025

Doi: <https://doi.org/10.24302/redes.v2i1anais.5239>

## 1 INTRODUÇÃO

Dois corpos com temperaturas diferentes ao se aproximarem, tendem a transferir energia térmica para entrarem em equilíbrio. Quando ocorre essa troca de energia térmica entre os corpos dá-se o nome de calor. “Calor é energia térmica em trânsito de um corpo para outro, em virtude, somente, da diferença de temperatura entre eles” (Ueno, 1989, p. 17).

Podemos, assim, entender que as partículas que constituem a matéria estão em constante estado de agitação térmica, nunca estando completamente imóveis. Quanto maior estiver a agitação das moléculas presentes no corpo, maior estará seu nível de energia interna, conseqüentemente, mais alta estará sua temperatura também. Ou seja, quanto maior o nível de agitação, mais quente estará o corpo, e quanto menor o nível de agitação, mais frio.

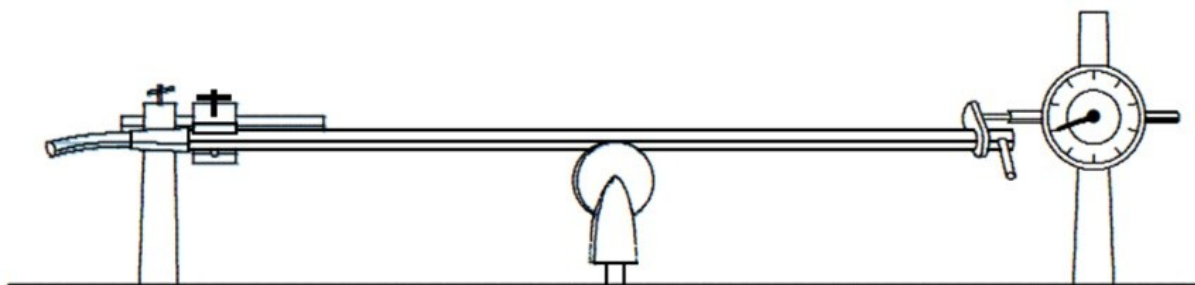
Quando um corpo é aquecido, seus átomos agitam-se com maior intensidade e, em geral, tendem a ocupar espaços maiores, produzindo, assim, a dilatação térmica de um corpo. Se a temperatura diminui, geralmente as suas dimensões também diminuem. Esse fenômeno denomina-se contração térmica (Ueno, 1989, p. 61).

Buscando relacionar a dilatação dos sólidos no cotidiano dos alunos para maior facilidade de compreensão do significado físico de calor e capacidade térmica, comparando como cada corpo reage a uma quantidade de calor, será realizado o experimento de dilatação de sólidos em um colégio da rede estadual básica, onde será usado o Dilatômetro Linear; experimento de estudo da termodinâmica.

As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido (Brasil, 2006, p. 26)

Esse equipamento serve para medir a dilatação térmica de uma barra de metal, e também, o coeficiente de dilatação da mesma, através da fórmula  $\Delta L = \alpha * L_0 * \Delta T$ . Além disso, é possível analisar a variação de comprimento do metal devido a variação de temperatura, que é ocasionada pela circulação do vapor quente pelo aparelho, a qual pode ser observada com o auxílio dos termômetros em suas extremidades.

Figura 1 – Jouleka Dilatômetro



Fonte: Engenharia Ambiental Laboratório de Física (2023).

Como forma de atrair o interesse dos alunos para as aulas de Física, os experimentos se mostram um grande aliado motivador nesse processo. Uma vez que a prática está totalmente ligada ao estudo da física. Os experimentos servem para desenvolver conhecimentos e habilidades práticas, juntamente com seu contexto, dando uma ampla visão sobre o tema abordado em sala de aula. Conforme Lewin e Lomascólo (1998) diz:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'projetos de investigação', favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (Lewin; Lomascólo, 1998, p. 148).

Dessa forma, deixar as aulas mais prazerosas para os alunos pode facilitar o ensino-aprendizagem, proporcionando uma construção de conhecimento técnico, dinâmico e crítico. "Ao utilizar aulas de laboratório, é importante que o professor tenha clareza dos objetivos das aulas experimentais" (Carvalho, 2018).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (OCN) diz que:

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. É dessa forma 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 (Brasil, 2006).

Bem também, assim como diz Silva (2017), a experimentação nas aulas de física não deve ser apenas uma aula prática aplicada de qualquer forma. Deve-se planejar de modo a envolver todos os alunos, pensando em suas diferenças, dificuldades e interesses. Buscando sempre relações com situações concretas para estimular a curiosidade e o pensamento investigativo, à procura de soluções e criações de projetos, a fim de promover um desenvolvimento intelectual e cognitivo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAIS

Para iniciar a experimentação, é necessário realizar a montagem da estrutura do dilatômetro com os seguintes materiais:

- Suporte de ferro
- Barra de cobre
- Barra de alumínio
- Barra de ferro
- Vaporizador
- Dois Termômetros
- Trena
- Relógio medidor

Montagem final do dilatômetro realizado pelos alunos.

Figura 2 – Montagem final do Dilatômetro realizado pelos alunos do segundo ano.



Fonte: Os autores (2024)

## 2.2 MÉTODOS

Este artigo foi elaborado com a aplicação de um experimento em uma turma do Novo Ensino Médio e como metodologia para a base teórica, a pesquisa qualitativa, a qual foi desenvolvida a partir de várias fontes, como livros, matérias publicadas em diversos *sites* e artigos científicos encontrados no Google Acadêmico, trazendo diversas visões sobre o tema.

A proposta foi desenvolvida na E.E.B. Professora Maria Paula Feres, na cidade de Mafrá - SC, cuja aula teórica e experimental sobre dilatação dos sólidos foi aplicada com 20 alunos da 2ª série 02 de 2023. Na aula foi utilizado o dilatômetro para demonstrar a dilatação linear dos sólidos.

A experimentação ocorreu no laboratório de física, química e biologia do colégio, onde os estudantes foram conduzidos pelo professor regente em horário normal de aula. A aula iniciou-se com uma breve explanação sobre o que é a dilatação linear dos sólidos e como funciona um dilatômetro. Já explicando a importância sobre os cuidados durante a realização do experimento e, assim, evitar acidentes. Como por exemplo: mostrar a importância dos EPI's, alertar sobre o perigo em abrir o vaporizador e avisar sobre os cuidados que devem ter ao manusear os materiais enquanto estão aquecidos.

Dando continuidade à aula, os alunos foram separados em três grupos, em que cada um ficou responsável por montar e realizar o experimento de dilatação para os tubos de Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Alumínio (Al), juntamente com o auxílio de nós, acadêmicos.

Em sequência foram entregues os EPIs necessários para a segurança de cada aluno, a fim de se evitar acidentes, juntamente com o roteiro para a realização da atividade, contendo o passo a passo a seguir:

- Marque a temperatura ambiente e zere o cronômetro. Essa será a temperatura inicial dos metais.  $T_{\text{ambiente}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Meça o comprimento inicial do tubo de ferro.  $L_{\text{o tubo de ferro}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Aqueça o tubo de ferro usando o vapor. Anote a temperatura na entrada e na saída do vapor, a dilatação térmica linear sofrida e o tempo necessário até atingir as temperaturas finais.

- $T_{\text{tubo Fe entrada do vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Fe saída de vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Fe média}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Delta L_{\text{tubo Fe}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $\Delta t_{\text{tubo Fe}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Meça o comprimento inicial do tubo de cobre.  $L_{\text{o tubo de cobre}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Aqueça o tubo de ferro usando o vapor. Anote a temperatura na entrada e na saída do vapor, dilatação térmica linear sofrida e o tempo necessário até atingir as temperaturas finais.
- $T_{\text{tubo Cu entrada do vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Cu saída de vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Cu média}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Delta L_{\text{tubo Cu}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $\Delta t_{\text{tubo Cu}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Meça o comprimento inicial do alumínio.  $L_{\text{o tubo de alumínio}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- Aqueça o tubo de alumínio usando o vapor. Anote a temperatura na entrada e na saída do vapor, a dilatação térmica linear sofrida e o tempo necessário para atingir as temperaturas finais.
- $T_{\text{tubo Al entrada do vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Al saída de vapor}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $T_{\text{tubo Al média}} = \underline{\hspace{2cm}}$   $\Delta L_{\text{tubo Al}} = \underline{\hspace{2cm}}$
- $\Delta t_{\text{tubo Al}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Caso conseguissem terminar antes do previsto o conteúdo planejado, os alunos seriam guiados e auxiliados a calcular o coeficiente de dilatação linear de cada material utilizado, através da fórmula:  $\Delta L = \alpha * L_0 * \Delta T$ .

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes de iniciarmos de fato com a aula. Dentre os três grupos, um deles teve problema com o vaporizador, que não estava funcionando, como prejudicaria no desenvolvimento do experimento, os alunos dividiram-se entre os outros dois grupos para realizar a prática.

Com o roteiro e lápis na mão para a realização do experimento, a aula prática com os estudantes iniciou-se com a montagem da barra de ferro (Fe) e em seguida, foi aferida a temperatura ambiente que seria a temperatura inicial dos metais. Na sequência, os alunos foram guiados a realizar a medição do comprimento inicial do

material com a trena. Em seguida, com o vaporizador já ligado e pronto para uso, o tubo foi conectado. Ligando o cronômetro, deu-se início a passagem de vapor pelo comprimento do tubo de ferro. Depois de um certo tempo, quando quase não subia mais o grau dos termômetros, o cronômetro foi desligado, os alunos anotaram o tempo, marcando também as temperaturas finais aferidas em cada termômetro na entrada e na saída do tubo. Por fim, foi anotada a dilatação térmica linear sofrida pelo material, já no momento em que se encerrou o tempo.

Todo esse processo foi realizado novamente com o Cobre (Cu) e, em seguida, com o Alumínio (Al), bem como previsto de acordo com o roteiro, obtendo os seguintes resultados:

Tabela 1 – Resultados obtidos com a dilatação do tubo de Alumínio (Al).

<b>Alumínio (Al)</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
T <sub>ambiente</sub>	25,7°	25,7°
T <sub>tubo Al entrada do vapor</sub>	89,9°	97°
T <sub>tubo Al saída de vapor</sub>	95,4°	95°
T <sub>tubo Al média</sub>	92,65°	96°
$\Delta L$ tubo Al	1,23mm	1,3mm
$\Delta t$ tubo Al	66,95°	70,3°

Tabela 2 – Resultados obtidos com a dilatação do tubo de Ferro (Fe).

<b>Ferro (Fe)</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
T <sub>ambiente</sub>	25,7°	25,7°
T <sub>tubo Fe entrada do vapor</sub>	96,9°	94°
T <sub>tubo Fe saída de vapor</sub>	86°	93°
T <sub>tubo Fe média</sub>	91,25°	93,5°
$\Delta L$ tubo Fe	0,68mm	0,65mm
$\Delta t$ tubo Fe	65,55°	67,8°

Tabela 3 – Resultados obtidos com a dilatação do tubo de Cobre (Cu).

<b>Cobre (Cu)</b>	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
T <sub>ambiente</sub>	25,7°	25,7°
T <sub>tubo Cu entrada do vapor</sub>	98,1°	96°
T <sub>tubo Cu saída de vapor</sub>	93,3°	95°
T <sub>tubo Cu média</sub>	95,7°	95,5°
$\Delta L$ tubo Cu	0,95mm	0,98mm
$\Delta t$ tubo Cu	70°	69,8°

Em posse desses resultados, utilizou-se a equação da dilatação térmica para cálculo dos coeficientes de dilatação:  $\Delta L = \alpha * L_0 * \Delta T$ . Onde  $\Delta L$  é a dilatação linear,  $\alpha$  o coeficiente de dilatação,  $L_0$  o comprimento inicial e  $\Delta T$  a variação da temperatura.



Em sequência, tabela com os valores do coeficiente de dilatação ( $\alpha$ ) do Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Alumínio (Al) de cada grupo.

Tabela 4 – Resultados dos coeficientes de dilatação do Ferro (Fe), Cobre (Cu) e Alumínio (Al) obtidos através da equação da dilatação térmica.

Material Dilatado	$\alpha$ do grupo 1	$\alpha$ do grupo 2	$\alpha$ na literatura
Ferro (Fe)	$12,7 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$12,1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Cobre (Cu)	$16,6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$17,9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
Alumínio (Al)	$22,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$23,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$22 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Pode-se analisar que os resultados obtidos chegaram bem próximos aos valores já tabelados na literatura para estes materiais, mostrando que o experimento foi realizado com êxito.

Em sequências, fotos registradas da aula experimental:

Figura 3 – Alunos montando o Dilatômetro com o auxílio dos acadêmicos.



Fonte: Os autores (2024)

Figura 4 – Alunos realizando o passo a passo do roteiro.



Fonte: Os autores (2024)

Figura 5 – Acadêmicos de Física: Thaisa Lezan, Liliane Wendt e Ericson William Moreira. Diretor e professor Ederson Witt. Professor de laboratório Renato Nieser



Fonte: Os autores (2024)

Após a realização da aula prática com o Dilatômetro, foi entregue um questionário sobre a mesma, para que os alunos respondessem. Dessa forma, pode-se compreender a perspectiva deles a respeito da teoria seguida da experimentação.

De acordo com o questionário respondido pelos alunos sobre a aula experimental aplicada com eles, todos ficaram muito satisfeitos, e que preferem 100% a aula experimental do que a teórica, destacando que fica muito mais fácil aprender e compreender o conteúdo, quando este é explicado e demonstrado na prática. E quando perguntado, quais temas eles gostariam de ter numa aula prática, foram citados: cinética, astrofísica, pressão, gravidade, ondulatória e bombas

Quanto ao auxílio e explicações dos acadêmicos no desenvolvimento do experimento, de acordo com os alunos, as aulas foram ministradas de forma clara e

bem explicada, que possibilitou um bom entendimento e compreensão do conteúdo. Dessa forma, segundo eles, a maioria teve facilidade em realizar a experimentação.

Observou-se através da realização do experimento e do questionário, a importância do conteúdo teórico precedendo a prática a ser realizada, para que assim, haja uma aprendizagem significativa em vários ângulos, adquirindo o conhecimento através da teoria que servirá como base do conhecimento e, com a aula experimental que demonstrará na prática o que a teoria trás. Assim, contribuindo para uma visão mais científica e aprofundada sobre o tema, além de trazer um ensino ainda mais concreto. Por isso, é extremamente importante que o professor esteja sempre presente, guiando os alunos no decorrer da aula.

Ressalta-se também, para que tudo ocorra de forma organizada, a importância da atenção que o professor deve ter, planejando cuidadosamente a inclusão da aula experimental, para que essa, esteja de acordo com o conteúdo que está sendo desenvolvido em sala de aula. Sem acabar se tornando apenas uma peça solta. Dessa forma, o Parâmetro Curricular Nacional diz:

[...] é fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial que os estudantes sejam guiados em suas observações (Brasil, 1998, p. 122).

Através dessa metodologia, em que o aluno é o centro do processo e o professor apenas um guia. Nota-se o quanto é importante atividades que desenvolvam a autonomia e a instigação pelo conhecimento. O educador trata de passar toda a introdução através da teoria, e o estudante tem a possibilidade de aprofundar seu conhecimento por via da prática e até mesmo compreender melhor o que estava confuso ou difícil de se entender.

#### **4 CONCLUSÃO**

Conclui-se, então, que a aula experimental com os alunos do 2º ano da E.E.B. Professora Maria Paula Feres foi de imensa valia, tanto para os estudantes que

tiveram a oportunidade de participar, como principalmente para nós acadêmicos, em que se pode realizar uma aula proveitosa, com um resultado positivo e extremamente significativo.

Logo, nota-se como uma aula prática pode ser usada como uma ferramenta mediadora do conhecimento. Uma vez que acaba por estimular o interesse do aluno pela matéria, facilitando também, sua compreensão com a mesma. Além de desenvolver o espírito em equipe, a cooperatividade, o respeito e ajuda com o próximo.

Percebe-se também que se deve levar em consideração o *feedback* dos alunos sobre as aulas ministradas. Saber como está sendo o engajamento e interesse do discente, é extremamente importante para o desenvolvimento da aula e para a compreensão do conteúdo. Dessa forma, pode-se analisar as opiniões e, através disso, guiar o processo, trazendo novas formas e aprimoramentos de ensino, para que assim, haja um excelente aproveitamento.

Espera-se que o presente trabalho, possa servir de auxílio para professores de Física e também de outras áreas, que buscam modelos de aulas experimentais, para que, com este artigo, possam obter o máximo de aproveitamento.

## AGRADECIMENTO

Agradecemos a Universidade do Contestado pelo apoio e incentivo a pesquisa. A E.E.B. Professora Maria Paula Feres pelo espaço e tempo cedido para as aulas. E aos professores Ederson Witt, Leonardo Wendler e Orestes Hacke pelo auxílio ao desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Bruna et al. Jouleka dilatômetro. **Engenharia Ambiental** – UNESP, 2013. Disponível em:  
<https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/relatorio-jouleka-final.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2023.

BRASIL. MEC - Ministério da Educação. **PCN + Ensino Médio**. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em 13 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria da Educação Média e tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. v. 2. Brasília, 2006. Engenharia Ambiental Laboratório de Física Disponível em: <<https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Extensao/Engenhocas/relatorio-jouleka-final.pdf>> Acesso em: 02/04/2023.

FROTA, P. R. O.; ALVES, V. C. **Conversando com quem ensina, mas pretende ensinar diferente** .... Florianópolis: Metrópole/UNOESTE, 2000.

GASPAR, A. **Atividades experimentais no ensino da física**. uma nova visão baseada na teoria de Vigotski, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2005.

PATROCÍNIO, N. O. A Ludicidade na prática pedagógica. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**. v. 13, n. 2, dez. 2018. Disponível em: [http://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/rAJCBGAQRxtzIDh\\_20-6-19-18-25-38.pdf](http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/rAJCBGAQRxtzIDh_20-6-19-18-25-38.pdf) Acesso em: 13 abr. 2023.

PIZETTA, D. C.; MASTELARO, V. R. Construção de um dilatômetro e determinação do coeficiente de dilatação térmica linear. **Rev Bras Ensino Física**, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000100013>. Acesso em 14 abr. 2021.