

# ROTEIRO P/ SIMULAÇÃO: DILATAÇÃO TÉRMICA

Prof. Nildo Loiola Dias

## 1 OBJETIVOS

- Estudar a dilatação térmica em função da temperatura.
- Determinar o coeficiente de dilatação linear de sólidos.

## 2 MATERIAL

Filme mostrando um dilatômetro linear em uso:

<https://www.youtube.com/watch?v=hhoeHgyKCzs>

Para exercitar a leitura de um relógio comparador, acesse:

<https://www.stefanelli.eng.br/relogio-comparador-virtual-simulador-milimetro/>

Link da simulação para a realização dessa prática:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/dilatacao-termica>

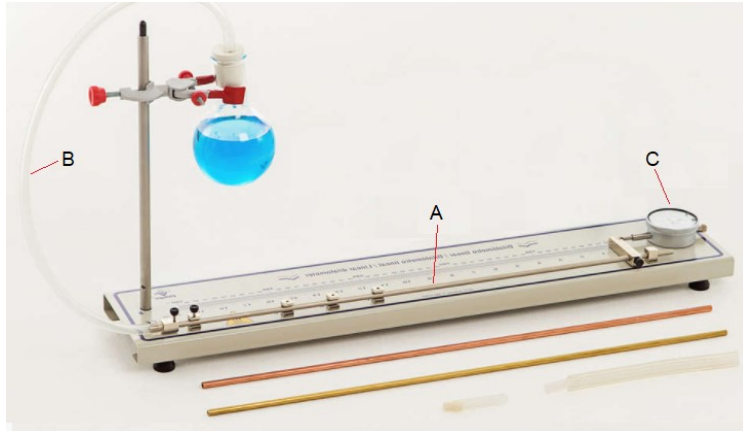
## 3 FUNDAMENTOS

Um corpo ou uma substância ao absorver calor, aumenta sua energia interna e conseqüentemente aumenta sua temperatura. As moléculas que formam o corpo ou substância aumentam seu grau vibracional ocupando um volume maior. O aumento observado das dimensões de um corpo com o aumento da temperatura é denominado de dilatação térmica.

O dilatômetro é um aparelho ou dispositivo utilizado especialmente para a determinação do coeficiente de dilatação linear de sólidos em forma de “tubos”. Consta de uma base, duas hastes fixadas na base sobre as quais se apóia o tubo oco do material cujo coeficiente de dilatação se pretende determinar. Uma terceira haste, também fixa na base, serve de sustentação para o relógio comparador que deve ser fixado tocando a extremidade do tubo oco.

Na Figura 1 temos uma fotografia do experimento real utilizado nos laboratórios de ensino de física. O tubo da substância, cujo coeficiente de dilatação se quer determinar, A, é aquecido pelo vapor d’água (conduzido por um tubo de borracha B), que percorre o interior do tubo e com o qual se põe em equilíbrio térmico. Ao ser aquecido, o tubo oco se dilata e pressiona o relógio comparador, C, que registra a dilatação  $\Delta L$ . Neste experimento a temperatura inicial do tubo oco é a temperatura ambiente e a temperatura final é a temperatura do vapor d’água que podem ser medidas com um termômetro não mostrado. Na Figura 1 não aparece a fonte de calor para o aquecimento da água.

Figura 1 – Dilatômetro Linear, mostrando um recipiente com água e corante (para melhor visualização), ligado por uma mangueira, B, a uma vareta metálica em posição no dilatômetro, A, e o relógio comparador, C. Também podemos ver mais duas varetas adicionais. Não está mostrada a fonte de calor para aquecer a água.



Fonte: Adaptado de [Dilatômetro Linear, Digital - EQ019 | Cidepe - Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa](#) Acesso em 28 de jun de 2021.

No link a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=hhoHgyKCzs> podemos ver um filme mostrando um dilatômetro linear em uso.

Sabemos que a dilatação  $\Delta L$  é dada por:

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta t \quad (1)$$

$\alpha$  é o coeficiente de dilatação linear do material.

$L_0$  = é o comprimento do tubo, à temperatura inicial.

$\Delta t$  = é a variação de temperatura do tubo.

Assim, a expressão do coeficiente de dilatação linear ( $\alpha$ ) procurado será:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t} \quad (2)$$

Onde no nosso caso:

$L_0$  = (**não é o comprimento total do tubo**) é o comprimento, à temperatura inicial, da porção do tubo considerada na dilatação, isto é, o comprimento do tubo entre o ponto de fixação, na haste próxima à extremidade do mesmo por onde se dá a entrada do vapor de água e a extremidade fechada que toca o relógio comparador.

$\Delta t = t' - t$  = Variação de temperatura do tubo, onde  $t'$  é a temperatura medida do vapor de água e  $t$  a temperatura inicial (temperatura ambiente).

$\Delta L$  = Variação do comprimento do tubo medido no relógio comparador (dilatação do tubo).

OBS: No experimento real, descrito acima, só é possível conhecer a temperatura inicial do tubo oco (temperatura ambiente) e a temperatura final (temperatura do vapor de água). Na simulação é possível conhecer a temperatura do tubo oco desde a temperatura ambiente (25°C) até a temperatura máxima fornecida pelo banho térmico (150°C). A temperatura do tubo oco será considerada sempre igual ao valor indicado pelo banho térmico. Na Figura 2 podemos ver um equipamento real, comercialmente

produzido, com um banho térmico para aquecimento. O programa que será utilizado simula um equipamento semelhante ao mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Dilatômetro real com banho térmico.

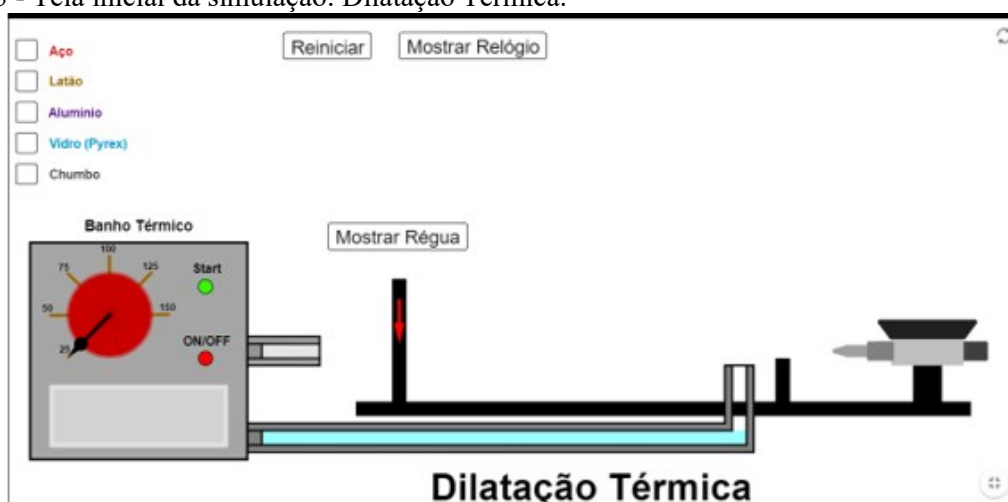


Fonte: [Experiência: Expansão térmica de corpos sólidos \(230 V, 50/60 Hz\) - 8000577 - UE2010130-230 - Dilatação térmica - 3B Scientific](#) Acesso em 29 de junho de 2021.

### DESCRIÇÃO DA SIMULAÇÃO

Na Figura 3 temos a tela principal da simulação DILATAÇÃO TÉRMICA. À esquerda temos um BANHO TÉRMICO que nada mais é do que um aparelho que pode aquecer um líquido, representado em azul, e fazê-lo circular no interior de um tubo oco. O BANHO TÉRMICO indica sempre a temperatura do líquido em um dado instante (consideraremos que a temperatura do tubo oco do material em estudo é sempre igual à temperatura indicada no BANHO TÉRMICO). A temperatura pode variar de 25 °C (temperatura ambiente) até uma temperatura máxima de 150 °C. O RELÓGIO COMPARADOR, representado à direita na simulação, aparece inicialmente com sua face voltada para cima. Para visualizar a face do RELÓGIO COMPARADOR de modo a fazer as leituras de  $\Delta L$ , clique em MOSTRAR RELÓGIO; assim a simulação mostrará o RELÓGIO COMPARADOR.

Figura 3 - Tela inicial da simulação: Dilatação Térmica.

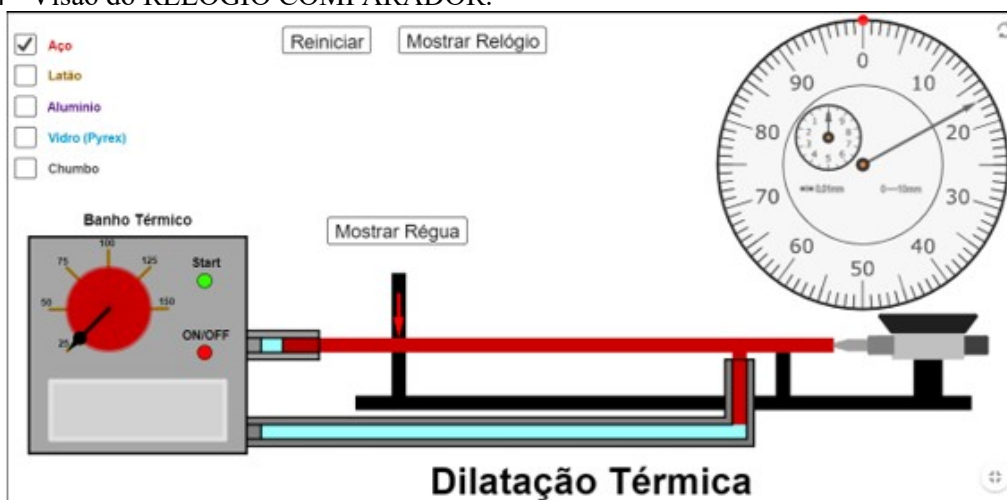


Fonte: próprio autor.

Uma amostra (tubo oco) pode ser escolhida dentre as 5 amostras indicadas. Cada amostra é posicionada no dilatômetro e tem um ponto fixo indicado pela seta vermelha. Sua extremidade direita fica tocando o RELÓGIO COMPARADOR. Assim como acontece muitas vezes em um experimento

real, ao fixar uma amostra no dilatômetro, a amostra, pressiona o pino do RELÓGIO COMPARADOR e o mesmo não fica zerado, Figura 4. O usuário deve então ter o cuidado de zerar o RELÓGIO COMPARADOR antes de iniciar o aquecimento da amostra. Para zerar o RELÓGIO COMPARADOR o usuário deve clicar no ponto vermelho na borda do mostrador do mesmo e arrastar até que o zero da escala coincida com a extremidade do ponteiro maior. Para fazer as leituras de  $\Delta L$ , tenha sempre em mente que a menor divisão da escala no RELÓGIO COMPARADOR representa 0,01 mm e que cada volta completa corresponde a 1,00 mm. O número de voltas que correspondente ao número de mm, é indicado pelo ponteiro menor do RELÓGIO COMPARADOR. Observe que o ponteiro menor gira no sentido anti-horário seguindo a numeração em sequência.

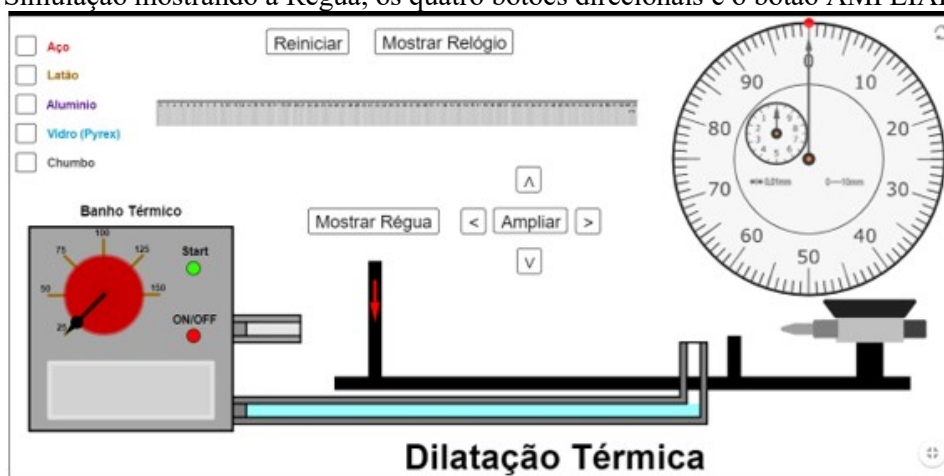
Figura 4 - Visão do RELÓGIO COMPARADOR.



Fonte: próprio autor.

Para medir o comprimento inicial do tubo oco, o usuário deverá fazer uso de uma RÉGUA da própria simulação. Ao pressionar MOSTRAR RÉGUA aparece um botão AMPLIAR e quatro botões direcionais, Figura 5. Ao clicar em AMPLIAR, a Régua e as imagens da simulação são ampliadas na mesma proporção, de modo a facilitar a medida com a RÉGUA. A RÉGUA pode ser arrastada para qualquer posição. Os botões direcionais movimentam as imagens como indicado em cada botão. O usuário de ter em mente que o comprimento efetivo do tubo que ao dilatar pressiona o RELÓGIO COMPARADOR deve ser medido do ponto fixo, indicado pela seta vermelha e a extremidade do tubo que toca o pino do RELÓGIO COMPARADOR.

Figura 5 – Simulação mostrando a Régua, os quatro botões direcionais e o botão AMPLIAR.



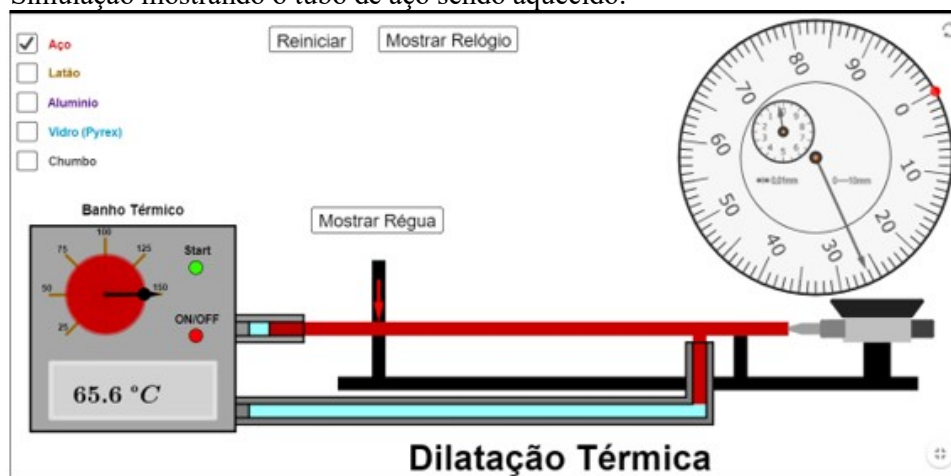
Fonte: próprio autor.

Ao escolher uma nova amostra, a mesma será aquecida da temperatura ambiente (25 °C) até a temperatura máxima de 150 °C. Observe que ao escolher uma amostra, a mesma é posicionada no

dilatômetro e ao observar o mostrador do RELÓGIO COMPARADOR, o mesmo pode não estar zerado. Para zerá-lo, clique no ponto vermelho na borda do RELÓGIO COMPARADOR e gire a escala até que o zero da escala coincida com a posição do ponteiro maior.

Na Figura 6 podemos ver um tubo de Aço sendo aquecido de 25,0 °C a 150,0 °C. A figura mostra o instante em que a temperatura atinge 65,0 °C.

Figura 6 – Simulação mostrando o tubo de aço sendo aquecido.



Fonte: próprio autor.

Para aquecer uma amostra o usuário deverá ligar o BANHO TÉRMICO utilizando o botão ON/OFF e selecionar a temperatura final de aquecimento. Para selecionar a temperatura final de aquecimento o usuário deverá clicar no círculo preto na borda do seletor vermelho do BANHO TÉRMICO e arrastá-lo para a temperatura desejada. Ao clicar em START o BANHO TÉRMICO entra em funcionamento e o aquecimento ocorre gradualmente. O BANHO TÉRMICO também pode ser usado para baixar a temperatura; para isso basta selecionar uma temperatura final no seletor, menor do que a temperatura corrente mostrada em seu visor.

O botão REINICIAR retorna a temperatura para a temperatura ambiente (25,0 °C), retorna também a leitura do RELÓGIO COMPARADOR proporcionalmente a variação de temperatura, mas mantém a amostra em posição. As setas no canto superior direito reiniciam a simulação totalmente.

## 4 PROCEDIMENTOS

Para a realização do experimento virtual sobre DILATAÇÃO TÉRMICA acesse à simulação: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/dilatacao-termica>

Para exercitar a leitura de um relógio comparador, acesse: <https://www.stefanelli.eng.br/relogio-comparador-virtual-simulador-milimetro/>

Procedimento 1: Determinação do coeficiente de dilatação térmica do AÇO.

1.1 Escolha a mostra de AÇO.

1.2 Clique em MOSTRAR RELÓGIO, para visualizar o mostrador do relógio comparador. Verifique se o mesmo está zerado. Lembre-se de zerar o relógio comparador antes de iniciar o aquecimento. Para isto clique no ponto vermelho na borda do relógio comparador e gire o mostrador do relógio até que o “zero” da escala externa coincida com a posição do ponteiro maior

1.3 Pressione em “Mostrar Régua”. Clique sobre a régua e arraste-a para a posição desejada de modo a medir o comprimento  $L_0$ , à temperatura inicial, da porção do tubo considerada na dilatação (comprimento do tubo entre o ponto de fixação indicado pela seta vermelha e a extremidade fechada do

tubo que toca o pino do relógio comparador). Anote:  $L_0 =$  \_\_\_\_\_. Se necessário pressione o botão “Ampliar” e utilize os botões direcionais para visualizar os pontos de interesse.

1.4 Ligue o Banho Térmico e regule a temperatura de aquecimento para 50 °C. Em seguida pressione “Start”. Aguarde a temperatura atingir 50 °C e anote a leitura do RELÓGIO COMPARADOR na Tabela 1.

OBS: As medidas em milímetro devem conter três casas decimais.

1.5 Regule a temperatura de aquecimento para cada valor indicado na Tabela 1 e anote as leituras do RELÓGIO COMPARADOR.

Tabela 1 - Resultados “experimentais” para o tubo de AÇO.

t (°C)	25	50	75	100	125	150
$\Delta L$ (mm)	0,000					
$\Delta t$ (°C)	0,0	25	50	75	100	150

1.6 Repita os procedimentos anteriores para o LATÃO e anote na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados “experimentais” para o tubo de LATÃO.

t (°C)	25	50	75	100	125	150
$\Delta L$ (mm)	0,000					
$\Delta t$ (°C)	0,0	25	50	75	100	150

1.7 Repita os procedimentos anteriores para o CHUMBO e anote na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados “experimentais” para o tubo de CHUMBO.

t (°C)	25	50	75	100	125	150
$\Delta L$ (mm)	0,000					
$\Delta t$ (°C)	0,0	25	50	75	100	150

## 5 QUESTIONÁRIO

1- Faça o gráfico da dilatação térmica ( $\Delta L$ ) em função da variação da temperatura ( $\Delta t$ ) para os resultados encontrados para o Aço, o Latão e para o Chumbo.

2- O que representa o coeficiente angular do gráfico da questão anterior? Justifique.

3- Compare o coeficiente de dilatação linear encontrado experimentalmente para cada material estudado nesta prática com os valores respectivos da literatura (citar a fonte consultada). Indique o erro percentual em cada caso.

4- Na figura abaixo vemos uma junta de dilatação em uma ponte. Justifique a necessidade de juntas de dilatação em pontes e outras estruturas em função dos resultados da prática realizada.



Fonte da figura: [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos\\_14462\\_10\\_0](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/juntas-de-dilatacao-ajudam-a-evitar-fadiga-estrutural-de-pontes-e-viadutos_14462_10_0). Acesso em 09 jan. 2019.

5- Uma lâmina bimetálica consiste de duas tiras metálicas rebitadas. A tira superior é de aço e a tira inferior é de latão. O que aconteceria com a lâmina bimetálica em um dia muito frio? Justifique.



6- Explique o que ocorre ao período de um relógio de pêndulo com o aumento da temperatura. Com o aumento da temperatura, o relógio de pêndulo passa a adiantar, atrasar ou permanece marcando as horas corretamente?

7- Uma pequena esfera de latão pode atravessar um anel de aço. Entretanto, aquecendo a esfera, ela não conseguirá mais atravessar o anel. (a) O que aconteceria se aquecêssemos o anel e não a esfera? (b) O que aconteceria se aquecêssemos igualmente o anel e a esfera?