

Condução Térmica

Condução
Térmica

unidade 2

Material de apoio didático ao experimento Condução de calor: Experimentação Remota Móvel para Educação Básica: assuntos de Heck, Carine; SILVA, Juarez B.; COELHO, Karine dos Santos; ALVES, João Bosco Mota; CRISTIANO, Marta Adriana da S.; BILESSIMO, Simone M. S.; NICOLETE, Priscila C. está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.



Este manual, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença Creative Commons -Atribuição-NãoComercial-Sem Derivados 4.0 Internacional. Uma cópia desta licença pode ser visualizada em <http://creativecommons.org.nz/licences/licences-explained/>. Ela define que este manual é livre para reprodução e distribuição porém sempre deve ser citado o autor. Não deve ser usado para fins comerciais ou financeiro e não é permitido qualquer trabalho derivado. Se você quiser fazer algum dos itens citados como não permitidos, favor entrar em contato com os organizadores do manual.

O download em edição eletrônica desta obra pode ser encontrado em <http://www.rexlab.ufsc.br>.

Material de apoio didático ao
experimento Condução de calor:
Propagação de calor por condução
/ obra coletiva concebida.

Elaboração de conteúdos

Carine Heck

Licenciada em física pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

João Bosco da Mota Alves

Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Juarez Bento da Silva

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Karine dos Santos Coelho

Mestre em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Marta Adriana da Silva Cristiano

Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Priscila Cadorin Nicolete

Bacharela em Tecnologias da Informação e da Comunicação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Simone Meister Sommer Bilessimo

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Edição

Carine Heck e Karine dos Santos Coelho

Design Gráfico

Isabela Nardi da Silva

Sumário Geral

Condução Térmica	4
Processos de Propagação de Calor	4
Propagação de Calor por Condução	4
Fluxo de Calor ou Lei de Condução Térmica	8
Bibliografia Consultada.....	14

Condução Térmica

Processos de Propagação do Calor

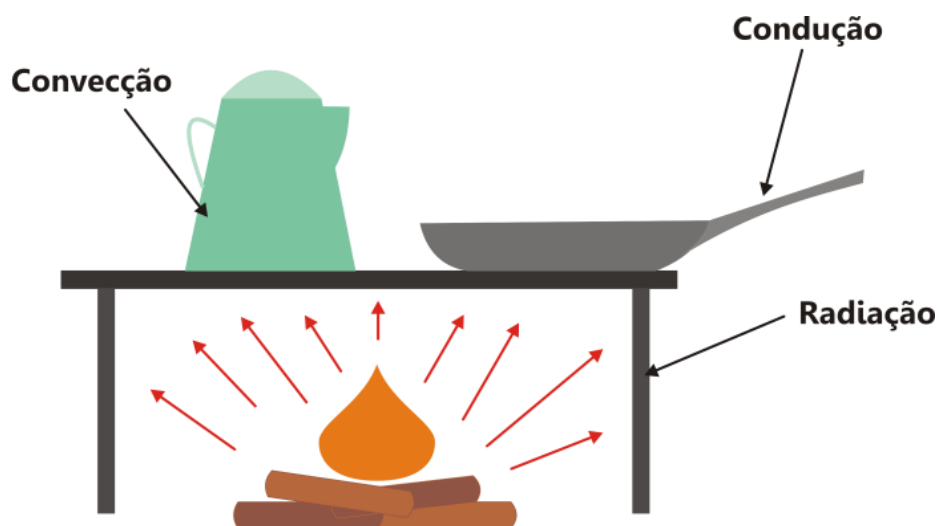


Figura 1 - Legenda

O calor pode se propagar de três maneiras diferentes de acordo com a figura 10: condução, convecção e irradiação. A transferência de calor na natureza é sempre do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Quando os dois corpos atingirem a mesma temperatura cessa a transferência de calor e podemos dizer que os dois corpos se encontram em equilíbrio térmico.

O calor se propaga em meios: sólidos, fluídos em geral e no vácuo.

Propagação do Calor por Condução

A propagação de calor por condução se dá através de um meio material, ou seja, não acontece no vácuo. Consideramos, por exemplo, uma barra metálica, em uma de suas extremidades ela recebe calor. Para que o calor atinja

a outra extremidade é necessário que o calor se propague pelo meio material de acordo com a figura 11.

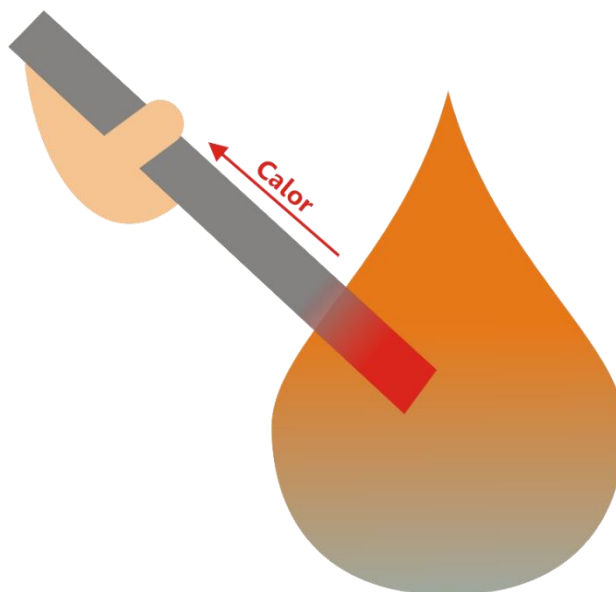


Figura 2

Como isso acontece? As partículas da extremidade que está recebendo calor, ou seja, energia térmica começam a vibrar com maior rapidez, transmitindo essa vibração as partículas mais próximas, que também passam a vibrar com maior rapidez e assim sucessivamente até a outra extremidade. Observe a figura 12.



Figura 3

Aplicações da Condução Térmica

- Figura 13, as panelas são feitas de metal por serem bons condutores de calor por condução.



Figura 4

- Figura 14, as caixas de isopor são isolantes térmicos, necessário para conservação de alguns alimentos.

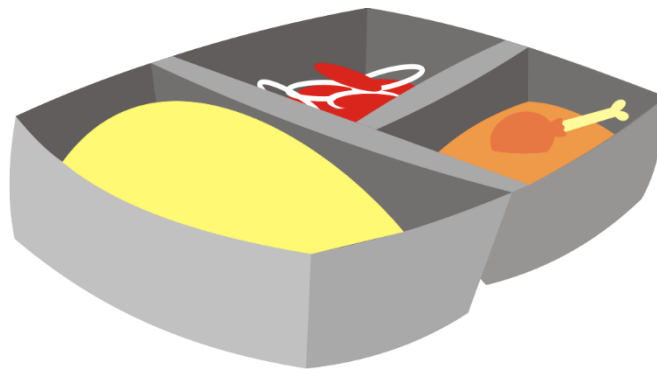


Figura 5

- Figura 16, os esquimós constroem suas casas, os iglus, com bloco de gelo, pois o gelo é um isolante térmico. Sendo que a temperatura no interior dos iglus é mais alta que na parte exterior.



Figura 6

Exemplos:

1) (PUC-RS) No inverno, usamos roupas de lã baseados no fato de a lã:

a) ser uma fonte de calor.

b) ser um bom absorvente de calor.

c) ser um bom condutor de calor.

d) impedir que o calor do corpo se propague para o meio exterior.

e) n.d.a

Alternativa d. As roupas de lã são utilizadas porque evitam a perda de calor do corpo para o meio externo. Isso ocorre porque a lã possui “espaços vazios”, que são os furinhos que podemos observar nas roupas feitas por esse material. Esses espaços são ocupados por ar, que funciona como um excelente isolante térmico.

2) (UFJF) Há pessoas que preferem um copo de cerveja com colarinho e outras sem o colarinho. O colarinho é espuma que contém



ar em seu interior. Considere que a cerveja seja colocada num copo com isolamento térmico. Do ponto de vista físico, a função do colarinho pode ser:

a) apenas estética.

- b) a de facilitar a troca de calor com o meio.
- c) a de atuar como um condutor térmico.
- d) a de atuar como um isolante térmico.**
- e) nenhuma.

Fluxo de Calor ou Lei da Condução Térmica

Observe a figura abaixo: uma parede de tijolos de um ambiente recebendo a luz solar durante toda a manhã e tarde, num dia de verão. Provavelmente esta parede, ao anoitecer, ainda estará aquecida. Esse aquecimento vai depender do material de que é feita a parede e da espessura desta, lembrando que alguns materiais são bons condutores de calor e outros não. Também vai depender da temperatura do ambiente externo e interno da sala de aula. É importante destacar que atualmente alguns engenheiros têm essa preocupação de construir casas ou prédios com isolamento térmico, para maior conforto das pessoas ou famílias que irão morar nesse ambiente ou frequentá-los.

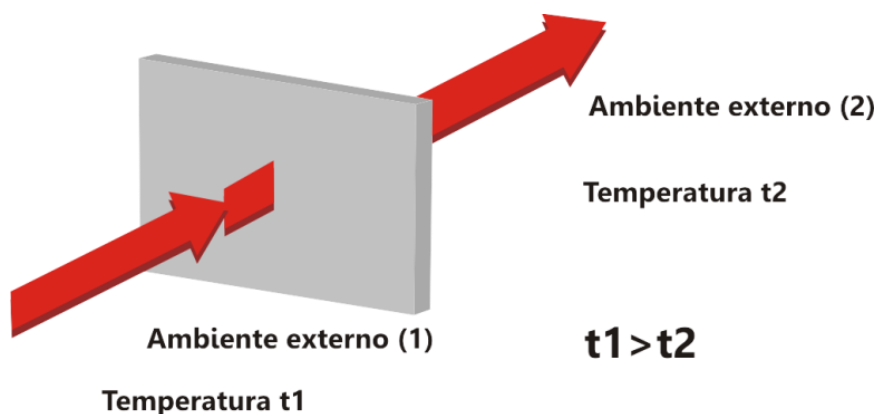


Figura 7

Seja S uma superfície recebendo a luz solar onde 1 é o ambiente externo e 2 o ambiente interno, o calor se propaga do ambiente de maior temperatura para o ambiente de menor temperatura, ou seja, do ambiente 1 para o ambiente 2. O fluxo de calor (Φ), ou seja, a quantidade de calor (Δt) que se propaga através da superfície S num intervalo de tempo (Δt) é determinado pela equação a seguir.

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}; \text{ (cal/s) ou (K/s)}$$

Considere dois ambientes de temperaturas diferentes de acordo com a figura 18, um de temperatura t_2 e o outro de temperatura t_1 , sendo $t_2 > t_1$. Estão separados por uma parede de espessura L e área A .

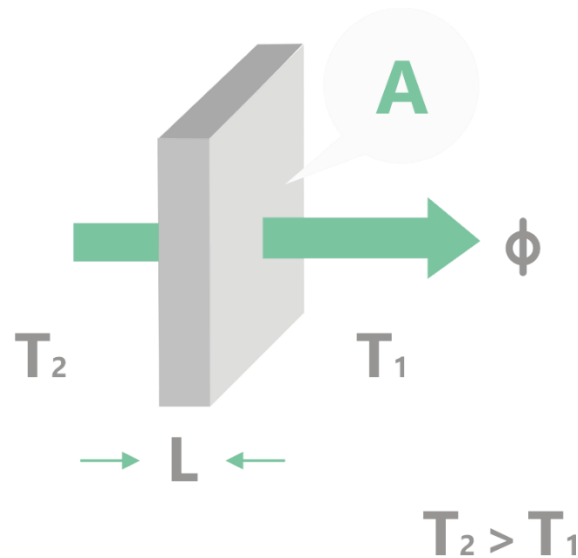


Figura 8

O fluxo de calor Φ , que atravessa a parede depende da área (A) da superfície, de sua espessura (L), do intervalo de tempo (Δt) e do material que a constitui, lembrando que esse fluxo se dá em regime estacionário.

Segundo Ramalho Junior, Ferraro e Soares (2007) o fluxo de calor por condução num material homogêneo é diretamente proporcional à sua área e à diferença de temperatura entre os extremos, e inversamente proporcional à espessura do material. Isso se dá através do regime estacionário ou regime permanente.

Esse enunciado é conhecido como a Lei de Fourier, matematicamente é expresso pela fórmula:

$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot (t_2 - t_1)}{L}$$

Na fórmula acima k é uma constante de proporcionalidade que depende da natureza do material, denominada coeficiente condutibilidade térmica, que nada mais é do que a capacidade que o material tem em conduzir calor. Quanto melhor condutor de calor é o material, mais elevado é o valor de k , e para isolantes térmicos o valor de k diminui.

No entanto, o fluxo de calor pode ser calculado através da parede de espessura L , de acordo com a figura 19. Note que o fluxo de calor representa a taxa de transferência de calor por unidade de área, ou seja, por cada metro quadrado de área superficial da parede.

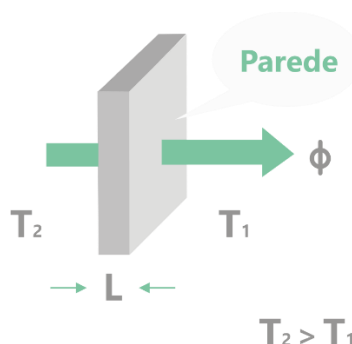


Figura 9

Unidades de medidas:

Φ (fluxo de calor) = cal/s; J/s ; W

k (constante da condutividade térmica) = cal/s.cm.°C ou J/s.m.k

Δt (variação de temperatura) = K, °C ou °F

L (espessura do superfície) = m ou cm

A (área da superfície) = m² ou cm²

OBS: **Cal**: calorias; **s**: segundos; **J**: Joule; **W**: watts; **m**: metros; **K**: kelvin; **°C**:

Celsius; **cm**: centímetro; **°F**: Fahrenheit; **m²**: metros quadrado; **cm²**: centímetros quadrado.

Exemplos de coeficiente de condutividade térmica de alguns materiais, abaixo na tabela 1.

Material	Constante de condutividade térmica em cal/s.cm.°C
Ferro	0,18
Alumínio	0,55
Prata	1,00
Ouro	0,74
Cobre	0,92
Níquel	0,22
Concreto	0,003
Vidro	0,0020
Água	0,00143
Ar	0,000006

Tabela 1 - Tabela de valores da condutividade térmica de alguns materiais.

Exemplos:

1) (IME-RJ) Um vidro plano, com coeficiente de condutibilidade térmica 0,00183 cal/s.cm.°C, tem uma área de 1000 cm² e espessura de 3,66mm. Sendo o fluxo de calor por condução através do vidro de 2000 cal/s, calcule a diferença de temperatura entre suas faces.

- a) 40°C b) 0,40 °C c) 400 °C d) 100°C e) 10°

Dados do Problema:

$$\Phi = 200 \text{ cal/s}$$

$$K = 0,00183 \text{ cal/s.cm.°C}$$

$$L = 3,66 \text{ mm} = 0,366 \text{ cm}$$

$$A = 1000 \text{ cm}^2$$

$$\Delta t = ?$$

$$\Phi = \frac{k.A.(t_2 - t_1)}{L} \rightarrow \Delta t = \frac{\Phi.L}{k.A} \rightarrow \Delta t = \frac{200.0,366}{0,00183.1000}$$

$$\Delta t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

2) (UFES) Para resfriar um líquido, é comum colocar a vasilha que o contém dentro de um recipiente com gelo, conforme a figura. Para que o resfriamento seja mais rápido, é conveniente que a vasilha seja metálica, em vez de ser de vidro, porque o metal apresenta, em relação ao vidro, um maior valor de:

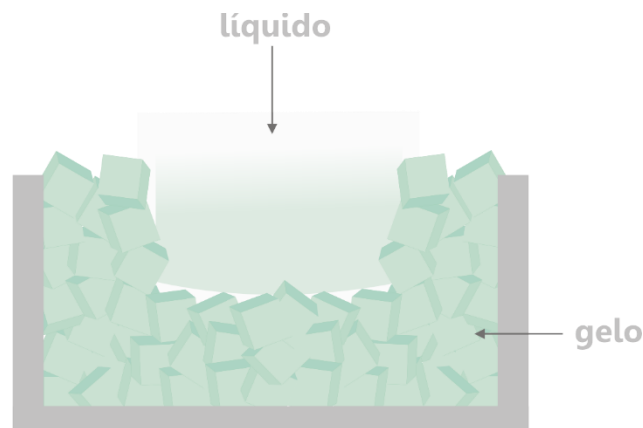


Figura 10

- a) coeficiente de dilatação térmica
- b) energia interna
- c) calor latente de fusão
- d) calor específico
- e) condutividade térmica**

3) (PUC-SP) Analise as afirmações referentes à condução térmica:

I - Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, pode-se introduzir nele um espeto metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor.

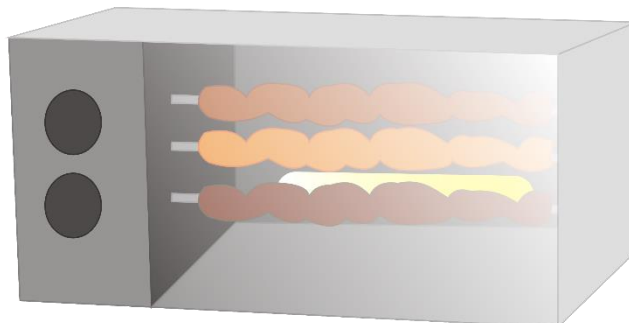


Figura 11

II - Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico.



Figura 12

III - Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente.



Figura 13

Podemos afirmar que:

- a) I, II e III estão corretas.
- b) I, II e III estão erradas.
- c) Apenas I está correta.
- d) Apenas II está correta.
- e) Apenas I e II estão corretas.**

alternativa E

I. Correta

II. Correta

III. Como estão no mesmo ambiente, estão em equilíbrio térmico com ele e possuem a mesma temperatura --- Falsa

Referências

ARTUSO, Alysson Ramos; WRUBLEWSKI, Marlon. **Física**. Curitiba: Positivo, 2013. 3 v.

BARRETO FILHO, Benigno; SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, Ondulatória, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

BISCUOLA, Gualter José; BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou. **Física: Eletricidade Física Moderna Análise Dimensional**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 448 p.

BONJORNO, José Roberto; BONJORNO, Regina de Fátima Souza Azenha; RAMOS, Clinton Mércio. **Física História & Cotidiano: Caderno de Atividades**. São Paulo: Ftd, 2004. 255 p. Coleção Delta.

BONJORNO, José Roberto et al. **Física: Eletromagnetismo, Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: Ftd, 2013. 3 v.

EDIÇÕES SM (São Paulo). Angelo Stefanovits (Org.). Ser Protagonista: **Física**. 2. ed. São Paulo: Edições Sm, 2013. 439 p.

GASPAR, Alberto. **Compreendendo a Física: Eletromagnetismo e Física Moderna**. 2. ed. São Paulo: ática, 2014. 456 p.

GONÇALVES, Aurélio Filho; TOSCANO Carlos. **Física: Interação e Tecnologia**. 1º ed. São Paulo: Leya, 2013. 215p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo**. 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2007. 379 p. Ronaldo Sérgio de Biase.

LUZ, Antônio Máximo Ribeiro da; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Scipione, 2014. 400 p.

OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto de et al. **Conceitos e Contextos: pessoal, social, histórica, eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria**. São Paulo: Ftd, 2013. 2 v.

MENEZES, Luís Carlos de et al. **Coleção Quanta Física: Física 2º ano**. São Paulo: Pd, 2010. 2 V.

SANTOS, Paulo José Sena. **Física Básica D**. 1º ed. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2009. 219 p.

SERWAY, Raymond A; JEWETT, John W Jr. **Princípios da Física: Eletromagnetismo**. 3º ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 3 v.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA Gene. **Física para cientistas e engenheiros: Eletricidade e magnetismo, óptica**. 6º ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 530p.

TORRES, Carlos Magno A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 3 v.

YAMAMOTO, Kazuhito; FUKU, Luiz Felipe. **Física para o Ensino Médio: Eletricidade Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 416 p.