

Introdução à Física do Calor



Foto: kevindooley

SANTIAGO & ALBUQUERQUE

INTRODUÇÃO À FÍSICA DO CALOR

THIAGO DA SILVA SANTIAGO
MARCOS LÁZARO DE SOUZA ALBUQUERQUE

INTRODUÇÃO À FÍSICA DO CALOR

1ª. edição

Bragança, PA
Marcos Lázaro de Souza Albuquerque
2017

CAPA

Marcos Lázaro de Souza Albuquerque

ILUSTRAÇÃO

Thiago da Silva Santiago

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Marcos Lázaro de Souza Albuquerque

REVISÃO

Marcos Lázaro de Souza Albuquerque

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-922768-1-2



PUBLICAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA OBRA

Clube de Autores Publicações S/A CNPJ: 16.779.786/0001-27

Rua Otto Boehm, 48 Sala 08, América - Joinville/SC, CEP 89201-700

E-mail: atendimento@clubedeautores.com.br

Home Page: <https://www.clubedeautores.com.br/>

Mídias sociais: <http://facebook.com/cdautores>

<http://twitter.com/ClubedeAutores>

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFPA

Biblioteca Débora Matni Fonteles CRB 2-979

Santiago, Thiago da Silva, 1987-

Introdução à física do calor / Thiago da Silva Santiago e Marcos Lázaro de Souza Albuquerque. – Bragança: Clube de autores, 2017.

ISBN: 978-85-922768-1-2

100 p. : il.

1. Calorimetria. 2. Física – Estudo e ensino. I. Albuquerque, Marcos Lázaro de Souza. II. Título.

CDD: 23. ed. 536

PREFÁCIO

A intensão dos autores em escrever este livro foi disponibilizar aos discentes da etapa final da Educação Básica uma proposta que aborda os principais conteúdos de Física do calor, dispostos em quatro capítulos, sendo os assuntos abordados: termometria; dilatação dos sólidos e líquidos; fluxo de calor por condução; transformação isotérmica. Uma breve e conveniente introdução matemática é apresentada nos dois primeiros capítulos.

Esta obra foi o resultado de um trabalho desenvolvido durante a execução do projeto intitulado “Monitoria em Física no Campus Bragança”, que recebeu o apoio financeiro através da concessão de bolsas de graduação pela Pró-Reitoria de Ensino de Graduação da Universidade Federal do Pará, por meio do Programa de Monitoria.

OS AUTORES

SUMÁRIO

PREFÁCIO	v
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1 – TERMOMETRIA.....	19
1.1 Razão e proporção	19
1.1.1 Razão.....	19
1.1.2 Proporção.....	20
1.2 Medidas de temperatura.....	21
1.2.1 Escalas termométricas	22
1.2.2 Conversões entre as escalas Celsius e Fahrenheit	22
1.2.3 Conversões entre as escalas Celsius e Kelvin.....	25
1.2.4 Variação de temperatura	27
1.2.5 Temperatura como medida de agitação térmica ...	27
1.3 Função termométrica.....	27
1.3.1 Definição de função.....	28

1.3.2 Função do primeiro grau.....	29
1.3.3 Gráfico da função do primeiro grau	29
1.3.4 Geometria analítica	31
1.3.5 Exemplo de aplicação:	32
1.4 Atividade experimental.....	34
CAPÍTULO 2 – DILATAÇÃO DE SÓLIDOS E LÍQUIDOS.....	37
2.1 Notação científica	37
2.2 Dilatação térmica nos sólidos	38
2.2.1 Dilatação térmica linear (unidimensional) nos sólidos	41
2.2.2 Dilatação térmica superficial (bidimensional) nos sólidos	45
2.2.3 Dilatação térmica volumétrica (tridimensional) nos sólidos	47
2.2.4 Exemplo de aplicação	49
2.3 Dilatação térmica nos líquidos	50
2.4 Contração por aquecimento térmico	51
2.5 Atividade experimental.....	53

CAPÍTULO 3 – FLUXO DE CALOR POR CONDUÇÃO	59
3.1 Conceitos básicos de energia e calor	61
3.2 Lei de Fourier	64
3.3 Calor sensível e calor latente	65
3.3.1 Quantidades de calor sensível	65
3.4 Condução térmica	68
3.5 Convecção térmica	69
3.6 Irradiação térmica	69
3.7 Transformações gasosas	70
3.8 Atividade experimental	70
3.8.1 Condução térmica	70
3.8.2 Dilatação gasosa	75
CAPÍTULO 4 – TRANSFORMAÇÕES GASOSAS	81
4.1 Transformação isotérmica	81
4.2 Transformação isovolumétrica	83
4.3 Transformação isobárica	84
4.4 Equação de Clapeyron	86
4.5 Teoria cinética dos gases	86

4.5.1 Primeiro Lei da Termodinâmica	88
4.5.2 Segunda Lei da Termodinâmica	91
4.6 Máquinas térmicas	92
4.7 Atividade experimental	95
REFERÊNCIAS	97
ÍNDICE REMISSIVO	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit.....	23
Figura 2 - Representação esquemática da conversão entre as escalas Celsius e Kelvin.	25
Figura 3 - Representação esquemática de função.	28
Figura 4 - Representação da função do primeiro grau: (a) pontos do gráfico; (b) representação cartesiana da função.	30
Figura 5 - Comparação simplista entre álgebra e geometria.	31
Figura 6 - Gráfico da função termométrica.....	33
Figura 7 - Material utilizado: (a) latinhas de refrigerante; (b) recipientes de isopor para latas de 350 mL; (c) termômetro.	34
Figura 8 - Exemplo de dilatação linear nos sólidos.....	40
Figura 9 - Representação da dilatação linear.	42
Figura 10 - Gráfico representativo da função linear.	45
Figura 11 - Representação de dilatação superficial.	46
Figura 12 - Representação de dilatação volumétrica.	47
Figura 13 - Dilatação térmica de líquidos.....	51
Figura 14 - Gráfico de variação de volume da água em função da temperatura.....	53

Figura 15 - Material para experimento de baixo custo de dilatação de líquidos: (a) uma lâmpada incandescente; (b) cola tipo durepoxi; (c) água quente; (d) seringa; (e) água fria com pedras de gelo; (f) corante; (g) copo de vidro.	55
Figura 16 - Experimento de dilatação de líquidos: (a) seringa acoplada ao bulbo; (b) visualização do líquido dentro do recipiente, em T_0 ; (c-d) líquido sendo adicionado ao recipiente; (e) recipiente parcialmente submerso em água quente; (f-g) dilatação do líquido.	56
Figura 17 - Experimento de contração de líquidos: (a-b) recipiente imerso em água com gelo; (c-d) diminuição do nível no líquido.....	57
Figura 18 - Material para o experimento de condução térmica: (a) vela de cera; (b) parafusos; (c) fósforo; (d) barras de alumínio.....	72
Figura 19 - Montagem e preparação do experimento: (a) adição de parafina à barra de alumínio; (b-e) fixação de parafusos na barra; (f) fixação horizontal do conjunto (barra e parafusos). ...	73
Figura 20 - Processo de condução de calor: (a) chama aquecendo a extremidade da barra; (b) aquecimento e desprendimento do parafuso mais externo; (c) desprendimento	

do segundo parafuso; (d) desprendimento do último parafuso;	
(e) barra aquecida sem parafusos.	74
Figura 21 - Material para o experimento de dilatação gasosa:	
(a) garrafa de vidro; (b) água quente; (c) água fria e gelo; (d)	
bacia de esmalte ou qualquer material resistente ao frio e calor;	
(e) balão (bexiga) de borracha.	76
Figura 22 - Execução do experimento de dilatação gasosa: (a)	
bexiga na boca da garrafa; (b) colocar a garrafa dentro de uma	
bacia; (c) adicionar água quente na bacia; (d-e) dilatação do	
gás dentro da garrafa.	77
Figura 23 - Segunda parte da execução do experimento: (a)	
adicionar água gelada; (b-e) observar a diminuição do volume	
do balão (bexiga) de borracha.	78
Figura 24 - Ilustração de transformação isotérmica.	81
Figura 25 - Diagrama $P \times V$ (temperatura constante).	82
Figura 26 - Ilustração de transformação isovolumétrica.	83
Figura 27 - Diagrama $P \times T$ (volume constante).	84
Figura 28 - Ilustração de transformação isobárica.	85
Figura 29 - Diagrama $V \times T$ (pressão constante).	85
Figura 30 Diagrama de máquina térmica.	93
Figura 31 - Máquina térmica com materiais de baixo custo.	96

INTRODUÇÃO

Com a reforma para a educação básica no Brasil (organização curricular e proposta pedagógica), a partir da Resolução No. 2, de 30 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012), a interdisciplinaridade e a contextualização devem assegurar a transversalidade e a articulação do conhecimento de diferentes componentes curriculares, propiciando a interlocução entre os saberes das diferentes áreas de conhecimento.

O currículo do ensino médio (que corresponde a etapa final da educação básica) abrange as quatro áreas do conhecimento, que são: linguagens; matemática; ciências da natureza e ciências humanas. Por conveniência, as áreas das ciências da natureza e da matemática estão associadas. Os componentes curriculares que compõem a área das ciências da natureza são: biologia; física e química.

Como componente curricular (que substitui o termo “disciplina”), a física está disposta em seis temas estruturadores, a saber: 1. movimentos (variações e

conservações); 2. calor, ambiente e usos de energia; 3. som, imagem e informação; 4. equipamentos elétricos e telecomunicações; 5. matéria e radiação; 6. universo, terra e vida. Cada um desses temas deve ser abordado semestralmente.

Tratando-se dos conhecimentos de física, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a etapa final da educação básica consideram a representação e comunicação dos conteúdos a partir da utilização e compreensão de tabelas e gráficos, além de expressar o saber físico através das relações matemáticas.

“Introdução à física do calor” é uma obra que aborda em boa parte o tema de “calor, ambiente e usos de energia”, em que tivemos a intensão em atender as observações apontadas pela reforma curricular em vigência.

A presente obra está dividida em quatro capítulos: termometria; dilatação de sólidos e líquidos; função de calor; e transformação isotérmica.

Podemos encontrar nos dois primeiros capítulos alguns tópicos de matemática necessários para o entendimento do assunto. Por exemplo, no capítulo 1 (termometria), a primeira seção aborda o assunto razão e proporção. Dentro da terceira

seção (função termométrica), temos definição de função, função do primeiro grau, gráficos, geometria analítica e exemplo de aplicação. O tópico notação científica está apresentado no capítulo 2 (dilatação de sólidos e líquidos).

Ao final de cada capítulo, incluímos uma seção sobre atividade experimental como sugestão de exercício (prático) dos conteúdos abordados.

CAPÍTULO 1 – TERMOMETRIA

Frequentemente usamos os termos frio, quente, morno, etc. para traduzir a sensação que temos ao entrar em contato com um sistema. É o tato que nos proporciona a sensação térmica, que constitui a primeira noção de temperatura de um sistema. No entanto, esse critério “sensitivo” para avaliação das temperaturas é impreciso, pois depende da pessoa que se sente e das condições nas quais se encontrava anteriormente.

1.1 Razão e proporção

Nesta seção faremos um breve apanhado sobre a matemática introdutória necessária ao entendimento do conteúdo físico a ser abordado. Os tópicos são: razão e proporção.

1.1.1 Razão

Razão é uma forma de se realizar a comparação de duas grandezas. No entanto, para que isto ocorra, é

necessário que as duas estejam na mesma unidade de medida.

A razão entre dois números a e b é obtida dividindo-se a por b . Obviamente b deve ser diferente de zero. Representamos 32:16 como um exemplo de razão cujo valor é 2, isto é, a razão de 32 para 16 é igual a 2.

Você só poderá obter a razão entre o comprimento de duas avenidas, se as duas medidas estiverem, por exemplo, em quilômetros, mas não poderá obtê-la caso uma das medidas esteja em metros e a outra em quilômetros ou qualquer outra unidade de medida que não seja o metro. Neste caso, seria necessário que fosse eleita a unidade de uma das medidas e se convertesse para ela a grandeza que estivesse em desacordo.

Porcentagem ou razão centesimal são as razões cujo termo consequente é igual a 100. Representamos a porcentagem através do símbolo "%".

1.1.2 Proporção

Proporção nada mais é que a igualdade entre razões. Digamos que em determinada escola, na sala A temos três meninos para cada quatro meninas, ou seja, temos a razão de

3 para 4, cuja divisão de 3 por 4 é igual 0,75. Suponhamos que na sala *B*, tenhamos seis meninos para cada oito meninas, então a razão é 6 para 8, que também é igual 0,75. Neste caso a igualdade entre estas duas razões vem a ser o que chamamos de proporção, já que ambas as razões são iguais a 0,75.

1.2 Medidas de temperatura

Para precisar a noção de temperatura recorreremos às variações experimentadas por certas propriedades dos corpos quando muda a sensação térmica. Por exemplo, o comprimento de uma barra de ferro aumenta (dilatação) quando ela está mais quente.

O termômetro mais comum é o termômetro de mercúrio, baseado na dilatação do mercúrio contido num recipiente de vidro (bulbo) ao qual se adapta uma haste de diâmetro pequeno e constante. A utilização do termômetro para avaliação da temperatura de um sistema fundamenta-se no fato de que, após algum tempo em contato, o sistema e o termômetro adquirem a mesma temperatura, isto é, alcançam o equilíbrio térmico.

1.2.1 Escalas termométricas

O conjunto dos valores numéricos que a temperatura pode assumir constitui uma escala termométrica, que é estabelecida ao se graduar um termômetro.

Atualmente a escala mais usada é a escala Celsius, que adota os valores 0 (zero) para o ponto do gelo e 100 (cem) para o ponto do vapor. O intervalo entre os pontos fixos é dividido em cem partes iguais. Cada uma das partes é a unidade da escala, o grau celsius, cujo símbolo é °C.

Em alguns países usam-se a escala Fahrenheit, que adota os valores 32 para o ponto do gelo e 212 para o ponto do vapor. O intervalo nesta escala é dividido em 180 partes iguais, cada uma das quais corresponde ao grau fahrenheit, cujo símbolo é °F.

1.2.2 Conversões entre as escalas Celsius e Fahrenheit

Às vezes é necessário transformar uma indicação na escala Fahrenheit para escala Celsius ou vice-versa. Para obtermos a relação entre as leituras nas duas escalas, devemos estabelecer a proporção entre os segmentos a e b , que são determinados na haste do termômetro (ver Figura 1). Foi utilizada a água para a calibração das escalas, em que o

valor máximo é o ponto de vapor e o valor mínimo é o ponto de gelo.

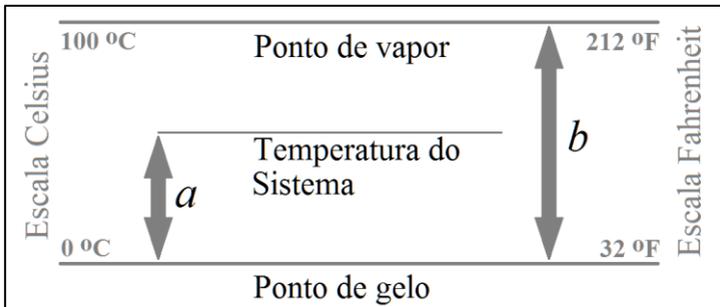


Figura 1 - Diagrama de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit.

Da Figura 1, temos as seguintes representações a seguir:

a: valor de temperatura de um sistema localizado em uma região entre o ponto de vapor e o ponto de gelo;

b: variação total entre o ponto de gelo e o ponto de vapor.

Considerando a relação de proporção:

$$\frac{a}{b} = \frac{T - T_G}{T_V - T_G}, \quad (\text{Eq. 1})$$

em que:

T: valor de temperatura do sistema;

T_G : valor de temperatura para o ponto de gelo;

T_V : valor de temperatura para o ponto de vapor.

Para o caso de temperatura do sistema estiver na escala Celsius (T_C), então a escala é dividida em 100 partes iguais. Portanto, o valor de máximo corresponde a 100 °C enquanto o valor de mínimo corresponde a 0 °C. Logo, temos

$$\frac{a}{b} = \frac{T_C - 0^\circ\text{C}}{100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}} = \frac{T_C}{100^\circ\text{C}}. \quad (\text{Eq. 2})$$

Para o caso de temperatura do sistema estiver na escala Fahrenheit (T_F), então a escala é dividida em 180 partes iguais. Portanto, o valor de máximo corresponde a 212 °F enquanto o valor de mínimo corresponde a 32 °F. Logo,

$$\frac{a}{b} = \frac{T_F - 32^\circ\text{F}}{212^\circ\text{F} - 32^\circ\text{F}} = \frac{T_F - 32^\circ\text{F}}{180^\circ\text{F}}. \quad (\text{Eq. 3})$$

Igualando as expressões (2) e (3), obtemos a equação para a conversão de temperatura entre as escalas Celsius e Fahrenheit,

$$\frac{T_C}{100^\circ\text{C}} = \frac{T_F - 32^\circ\text{F}}{180^\circ\text{F}}. \quad (\text{Eq. 4})$$

que pode ser reescrita como: $(180/100)T_C = T_F - 32$, ou seja,

$$T_F = 1,8 T_C + 32. \quad (\text{Eq. 5})$$

Por exemplo, se quisermos converter o valor de temperatura de 50 °C para a escala Fahrenheit, basta substituímos 50 no lugar de T_C na expressão (5).

1.2.3 Conversões entre as escalas Celsius e Kelvin

Às vezes é necessário transformar uma indicação na escala Kelvin para escala Celsius ou vice-versa (representada na Figura 2).

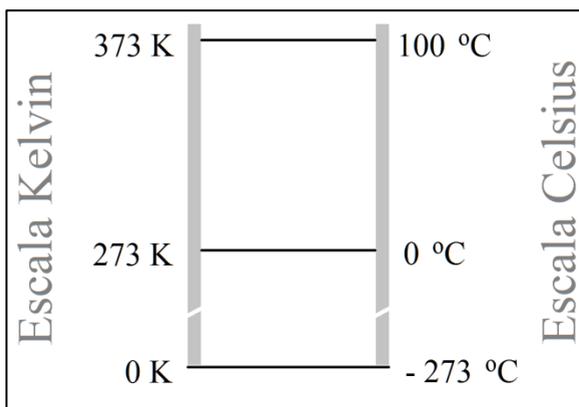


Figura 2 - Representação esquemática da conversão entre as escalas Celsius e Kelvin.

O físico irlandês William Thomson (Lorde Kelvin) propôs que a temperatura mais baixa que pode existir corresponde a um estado térmico em que cessaria totalmente a agitação térmica. Sendo esse limite inferior de temperatura no valor de $-273,15\text{ °C}$ (em aproximadamente $-273,0\text{ °C}$ para efeito de cálculo).

A escala absoluta criada por Kelvin tem origem (zero) no zero absoluto e adota como unidade o kelvin (símbolo K),

cuja extensão é igual à do grau celsius ($^{\circ}\text{C}$). A unidade de temperatura termodinâmica (absoluta) do Sistema Internacional de Unidades é o Kelvin (K), não se utilizando mais o grau Kelvin ($^{\circ}\text{K}$) como era feito antigamente. Assim, uma variação de temperatura de 1°C é igual a uma variação de temperatura de 1 K.

Generalizando, qualquer variação de temperatura na escala Celsius (ΔT_C) é numericamente igual à variação de temperatura correspondente na escala Kelvin (ΔT_K):

$$\Delta T_C \triangleq \Delta T_K . \quad (\text{Eq. 6})$$

No entanto, as indicações que se correspondem as temperaturas nas escalas Celsius (T_C) e Kelvin (T_K) nunca coincidem. Realmente, o ponto de congelamento da água (0°C) corresponde a 273 K, que se lê 273 kelvins, e o ponto de ebulição da água (100°C) corresponde a 373 K. Assim, comparando as indicações da escala Celsius e da escala absoluta Kelvin, para um mesmo estado térmico, notamos que a temperatura absoluta (T_K) é sempre 273 unidades mais alta que a correspondente em Celsius (T_C).

$$T = T_C + 273. \quad (\text{Eq. 7})$$

1.2.4 *Varição de temperatura*

Consideremos que a temperatura de um sistema varie de um valor inicial T_1 para um valor final T_2 num dado intervalo de tempo. A variação de temperatura ΔT é dada pela diferença entre o valor final T_2 e o valor inicial T_1 :

$$\Delta T = T_2 - T_1. \quad (\text{Eq. 8})$$

1.2.5 *Temperatura como medida de agitação térmica*

As partículas constituintes de um gás estão em movimento desordenado. Esse movimento é denominado agitação térmica. Assim, cada partícula constituinte do gás é dotada de energia cinética própria. A soma das energias cinéticas individuais de todas as partículas constitui a energia térmica do gás. Quanto mais intensa a agitação térmica, maior será a energia cinética de cada molécula e, em consequência, maior a temperatura.

1.3 Função termométrica

A expressão que relaciona os valores da grandeza termométrica com os respectivos valores da temperatura é denominada função termométrica, que, geralmente, é do

primeiro grau. Veremos a seguir a definição de função e respectivas considerações.

1.3.1 Definição de função

Em matemática, usamos a função quando queremos relacionar duas grandezas variáveis, toda função é uma relação, mas nem toda relação é uma função. Para que seja chamada função é preciso que ocorram as seguintes condições. (Veja na Figura 3).

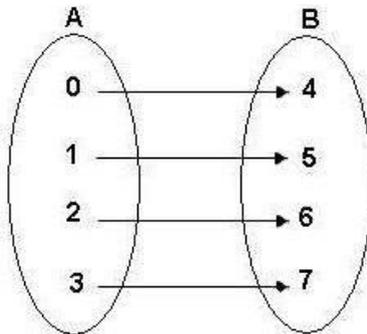


Figura 3 - Representação esquemática de função.

Existirão $f: A \rightarrow B$ (função de A em B) se no conjunto A (domínio) não sobrem elementos e cada elemento de A tiver um único correspondente em B (contradomínio). Como as

duas condições foram satisfeitas, temos que a relação anterior é uma função de A em B .

1.3.2 Função do primeiro grau

Chama-se função polinomial do primeiro grau, ou função afim, a qualquer função f de \mathbb{R} em \mathbb{R} dada por uma lei da forma $f(x) = a + bx$, onde a e b são números reais e $b \neq 0$.

Na função $f(x) = a + bx$, o número b é chamado de coeficiente de x e o número a é chamado termo constante.

1.3.3 Gráfico da função do primeiro grau

O gráfico de uma função polinomial do primeiro grau (função afim), $y = a + bx$, com $b \neq 0$, é uma reta oblíqua aos eixos Ox e Oy .

Vamos construir o gráfico da função $y = 3x - 1$.

Como o gráfico é uma reta, basta obter dois de seus pontos e ligá-los com o auxílio de uma régua:

- a) Para $x = 0$, temos que $y = 3 \cdot (0) - 1 = -1$; portanto, um dos pontos é $(0, -1)$.
- b) Para $y = 0$, temos $0 = 3x - 1$; logo, $x = 1/3$. Portanto, o outro ponto é $(1/3, 0)$.

Marcamos os pontos $(0, -1)$ e $(1/3, 0)$ no plano cartesiano xy e ligamos os dois com uma reta contínua (observe na Figura 4).

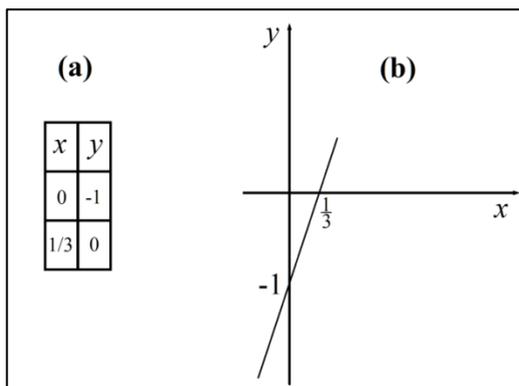


Figura 4 - Representação da função do primeiro grau: (a) pontos do gráfico; (b) representação cartesiana da função.

Já vimos que o gráfico da função afim $y = a + bx$ é uma reta. O coeficiente de x , b , é chamado coeficiente angular da reta e, como veremos adiante, b está ligado à inclinação da reta em relação ao eixo Ox . O termo constante, a , é chamado coeficiente linear da reta. Para $x = 0$, temos $y = b \cdot 0 + a = a$. Assim, o coeficiente linear é a ordenada do ponto em que a reta corta o eixo Oy .

1.3.4 Geometria analítica

A Geometria Analítica é uma parte da Matemática, que através de processos particulares, estabelece as relações existentes entre a Álgebra e a Geometria. Desse modo, uma reta, uma circunferência ou uma figura podem ter suas propriedades estudadas através de métodos algébricos. A Figura 5 apresenta uma comparação simplista entre álgebra e geometria, onde y_0 representa o coeficiente linear a ; $\tan\alpha$ representa o coeficiente angular b ; x é a variável independente; e y , a variável dependente.

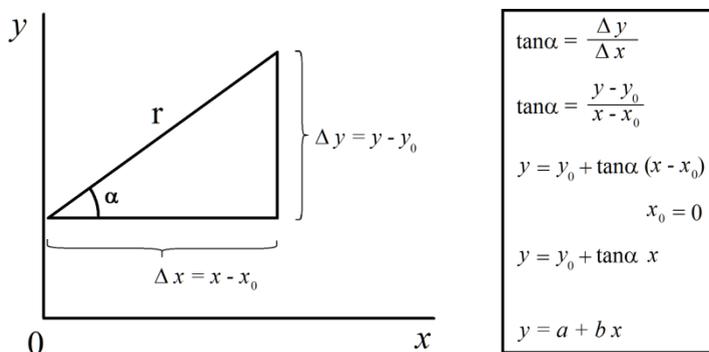


Figura 5 - Comparação simplista entre álgebra e geometria.

Os estudos iniciais da Geometria Analítica se deram no século XVII, e devem-se ao filósofo e matemático francês René Descartes (1596 - 1650), inventor das coordenadas

cartesianas (assim chamadas em sua homenagem), que permitiram a representação numérica de propriedades geométricas. No seu livro *Discurso sobre o Método*, escrito em 1637, aparece a célebre frase em latim "Cogito ergo sum", ou seja: "Penso, logo existo".

1.3.5 Exemplo de aplicação:

Num termômetro de mercúrio, a coluna líquida apresenta 0,4 cm quando em presença do gelo em fusão (0 °C) e 20,4 cm em presença de vapores de água em ebulição (100 °C). Determine a função termométrica desse termômetro na escala Celsius.

Solução:

A partir da relação de proporção na Eq. 1 (p. 23),

$$\frac{a}{b} = \frac{T - T_G}{T_V - T_G},$$

e de acordo com o nosso problema,

$$T = h;$$

$$T_G = 0,4;$$

$$T_V = 20,4.$$

Então, fazendo-se a comparação com a escala Celsius, temos:

$$\frac{a}{b} = \frac{h-0,4}{20,4-0,4} = \frac{T-0}{100-0};$$
$$\frac{h-0,4}{20} = \frac{T}{100} \therefore h - 0,4 = \frac{T}{5};$$

que resulta na expressão:

$$T = 5h - 2. \quad (\text{Eq. 9})$$

A representação da função termométrica está mostrada na Figura 6.

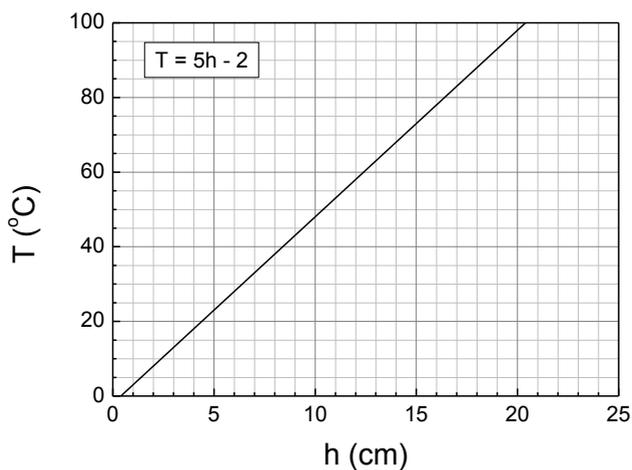


Figura 6 - Gráfico da função termométrica.

1.4 Atividade experimental

Neste experimento faremos um calorímetro onde com este podemos medir a temperatura do líquido contido no interior do mesmo.

Material a ser utilizado (Figura 7):

- 1 - recipientes de isopor para latas de 350 mL;
- 2 - uma lata de refrigerante vazia;
- 3 - Um termômetro.

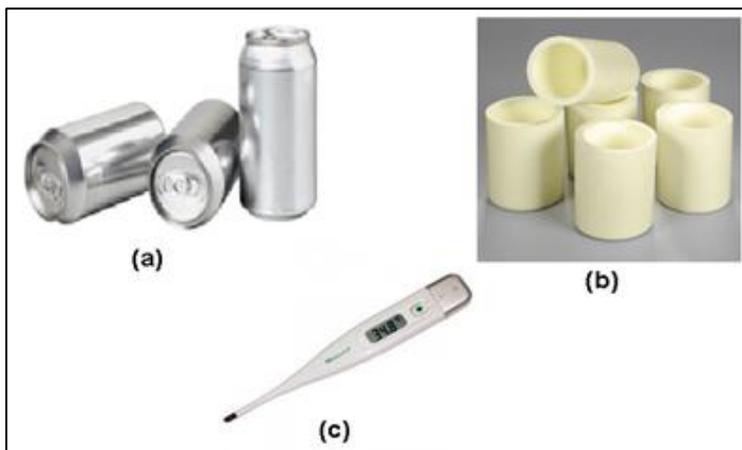


Figura 7 - Material utilizado: (a) latinhas de refrigerante; (b) recipientes de isopor para latas de 350 mL; (c) termômetro.

Como dissemos, o material utilizado para construir o calorímetro constitui-se, basicamente, de dois recipientes de isopor para latas de 350 mL e mais uma dessas latas vazias e

um termômetro. Com a ajuda de um abridor de latas, retiramos a tampa da lata de refrigerante.

Um dos dois recipientes de isopor será usado como a tampa do calorímetro. Para isso, cortamos a aproximadamente dois dedos (3,5 cm) do fundo do recipiente, que é a peça que vai servir a esse fim. Toma-se o cuidado para que esse corte seja bem feito, pois, a tampa deve encaixar da melhor maneira possível na parte superior do recipiente de isopor que contém a lata sem tampa.

Esta última, geralmente, sobressai uns dois dedos (3,5 cm) do recipiente de isopor que a contém. Por fim, fazemos uma perfuração central na tampa de isopor, de modo que o diâmetro do furo sirva para passar perfeitamente o termômetro que será usado nas experiências de calorimetria. Feito isso, temos o nosso calorímetro pronto para realizar as experiências.

CLUBE DE AUTORES PUBLICAÇÕES S/A
DETÉM OS DIREITOS LEGAIS DE
PUBLICAÇÃO, DIVULGAÇÃO E
COMERCIALIZAÇÃO DESTA OBRA.
CONFIRA EM:

[https://www.clubedeautores.com.br/book/233477--
Introducao_a_Fisica_do_Calor#.WQOMaEUrLIU](https://www.clubedeautores.com.br/book/233477--Introducao_a_Fisica_do_Calor#.WQOMaEUrLIU)