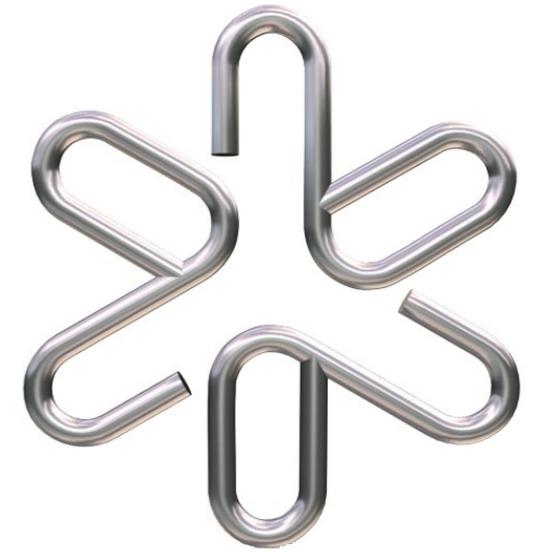


# Física do Calor (4300159)



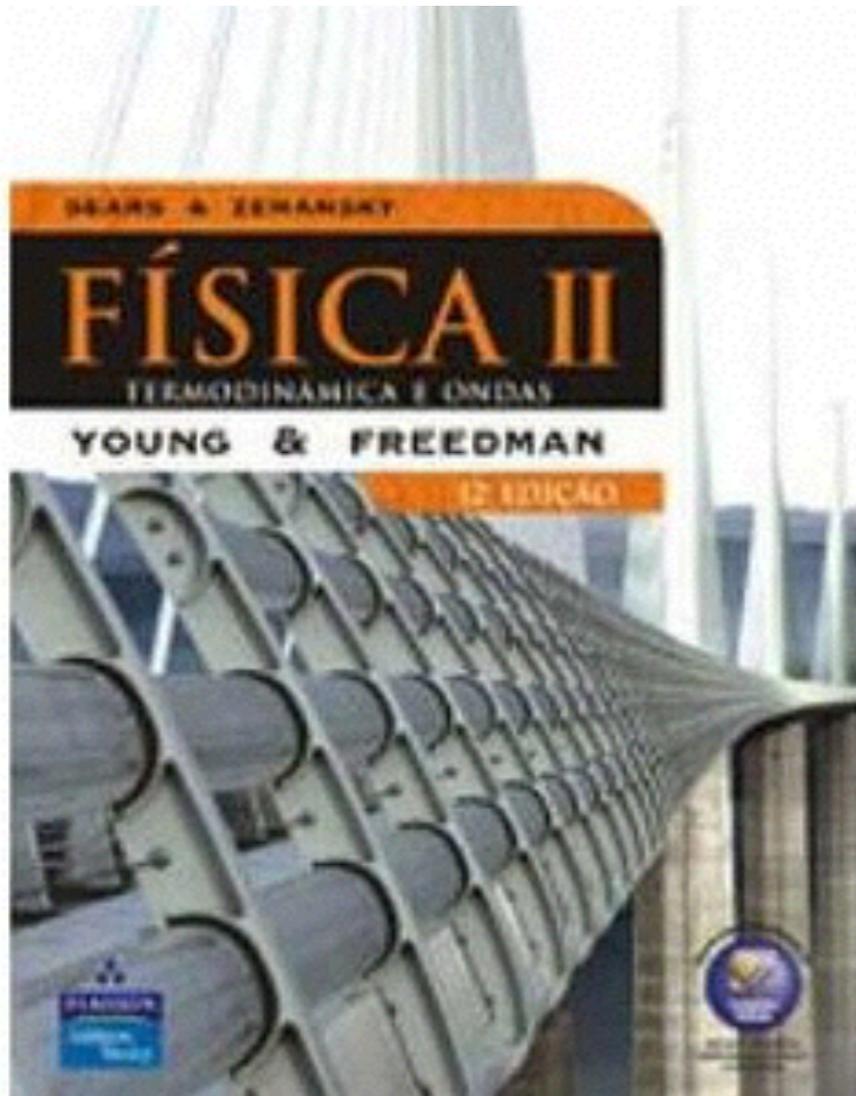
Prof. Adriano Mesquita Alencar  
Dep. Física Geral  
Instituto de Física da USP

**A01**

**Introdução**

Data	Programa do curso
agosto 9	Temperatura e escalas
agosto 12	Expansão Térmica
agosto 16	Calorimetria
agosto 19	Condução, convenção Radiação (Corpo Humano)
agosto 23	Equação de Estado
agosto 26	Propriedades moleculares da Matéria
agosto 30	Modelo do Gas Ideal
setembro 2	<u>Prova 3 1/4 - Temperatura e Calor</u> ( Revisão )
setembro 6	Feriado
setembro 9	Feriado
setembro 13	Capacidade Térmica
setembro 16	Velocidade molecular (Corpo Humano)
setembro 20	Fases da matéria
setembro 23	<u>Prova 3 2/4 - Propriedades da Matéria</u> ( Revisão )
setembro 27	Prova 1: Temperatura, Calor e Propriedades da Matéria
setembro 30	Calor e trabalho
outubro 4	A primeira lei da Termodinâmica
outubro 7	Processos termodinâmicos
outubro 11	Semana de Ensino (IFUSP)
outubro 14	Semana de Ensino (IFUSP)
outubro 18	Termodinâmica do Gas Ideal
outubro 21	Processos adiabáticos
outubro 25	<u>Prova 3 3/4 - Primeira Lei da Termodinâmica</u> ( Revisão )
outubro 28	Processos reversíveis e irreversíveis (Corpo Humano)
novembro 1	Maquinas térmicas, Ciclo de Otto e Refrigerador (Corpo Humano)
novembro 4	Segunda Lei da Termodinâmica
novembro 8	Ciclo de Carnot
novembro 11	Entropia
novembro 15	Feriado
novembro 18	Entropia e Micro estados
novembro 22	<u>Prova 3 4/4 - Segunda Lei da Termodinâmica</u> ( Revisão )
novembro 25	Prova 2: Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica
novembro 29	Prova Sub

# Livro Texto



Física II - Termodinâmica e Ondas  
Young/freedman



# Termodinâmica x Mecânica

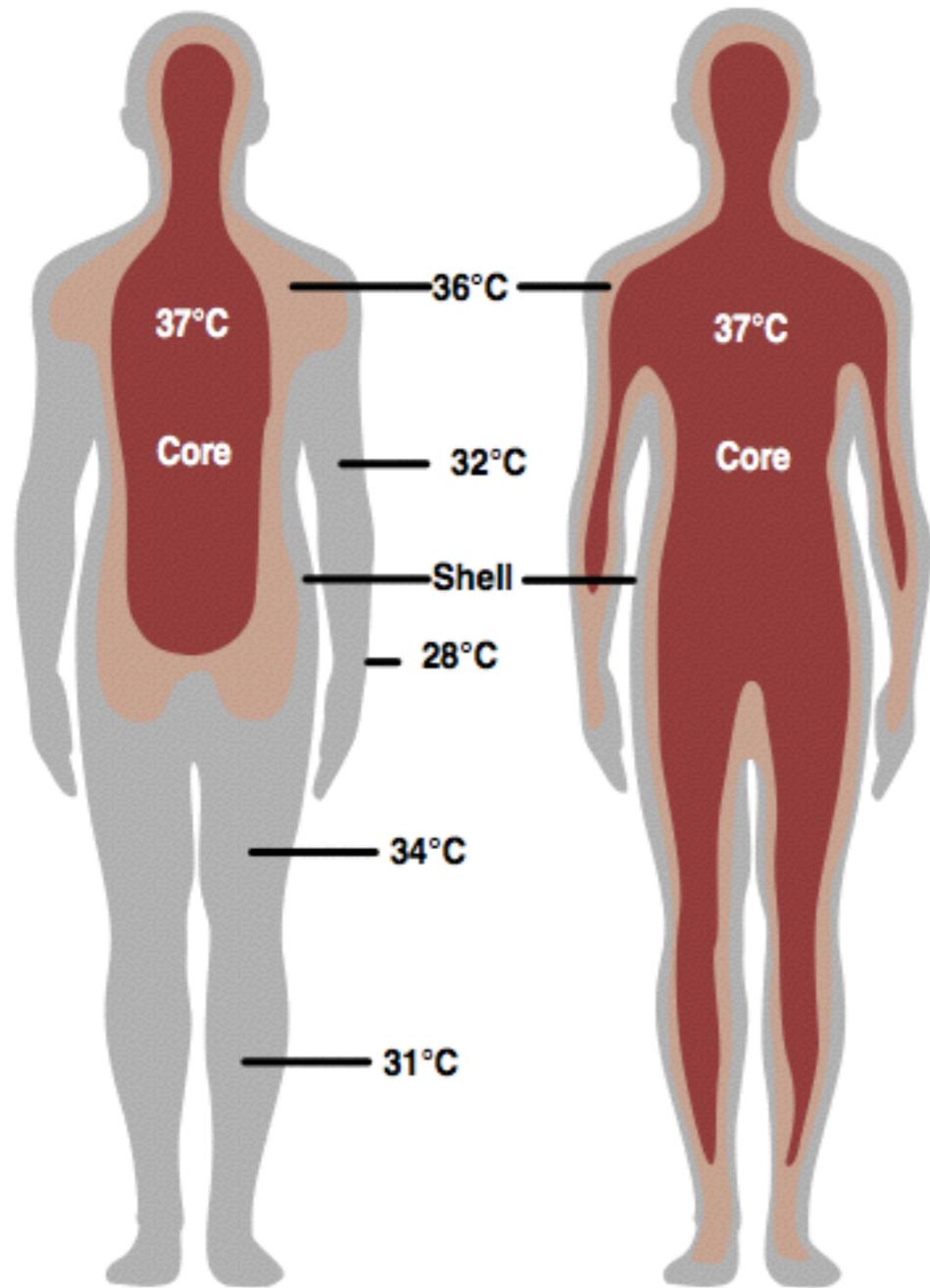
1. Em Mecânica, costuma-se adotar um ponto de vista macroscópico, ou microscópico, baseado na determinação das posições e velocidades das partículas em função do tempo através das Leis do Movimento.
2. Em qualquer porção apreciável de matéria, há um número **gigantesco** de átomos ou moléculas ( $\sim 10^{23}$ ), o que torna inviável a descrição microscópica (“partícula por partícula”).
3. A **Termodinâmica** utiliza variáveis macroscópicas, tais como **volume**, **pressão** e **temperatura**, para descrever as propriedades do sistema. A conexão entre as variáveis micro e macroscópicas é realizada pela Mecânica Estatística.

# Temperatura



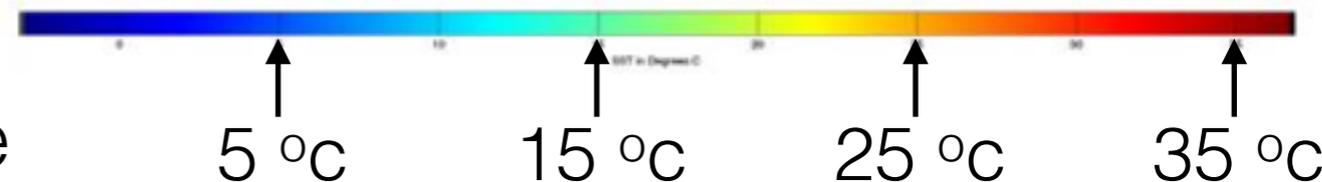
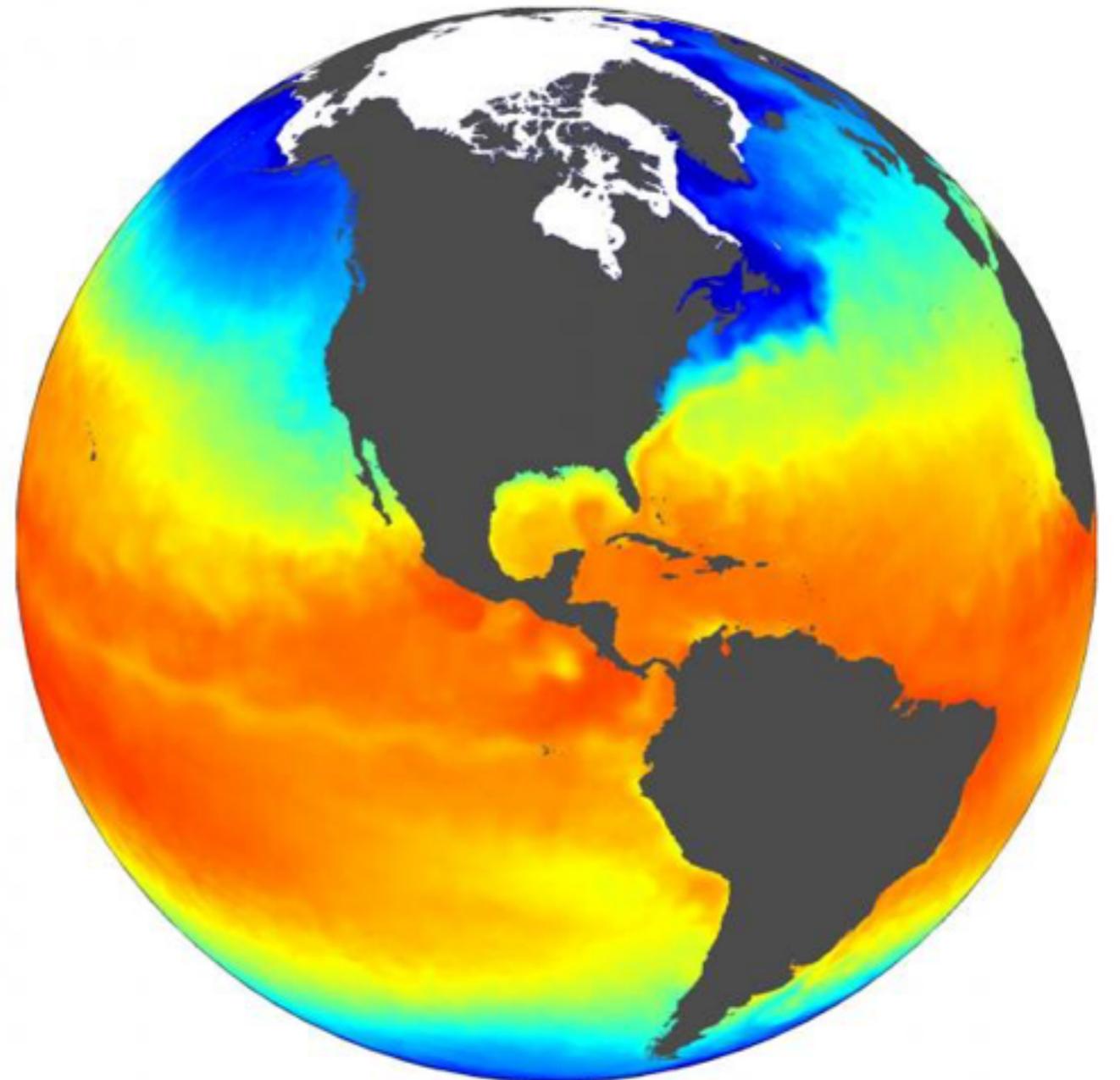
Se tocarmos dois objetos um de metal e um de madeira, teremos a sensação de que o objeto metálico é mais frio, ainda que ambos estejam na mesma temperatura. A sensação térmica resulta da taxa com que nosso corpo troca energia com o meio.

# Temperatura



Corpo em  
Ambiente frio

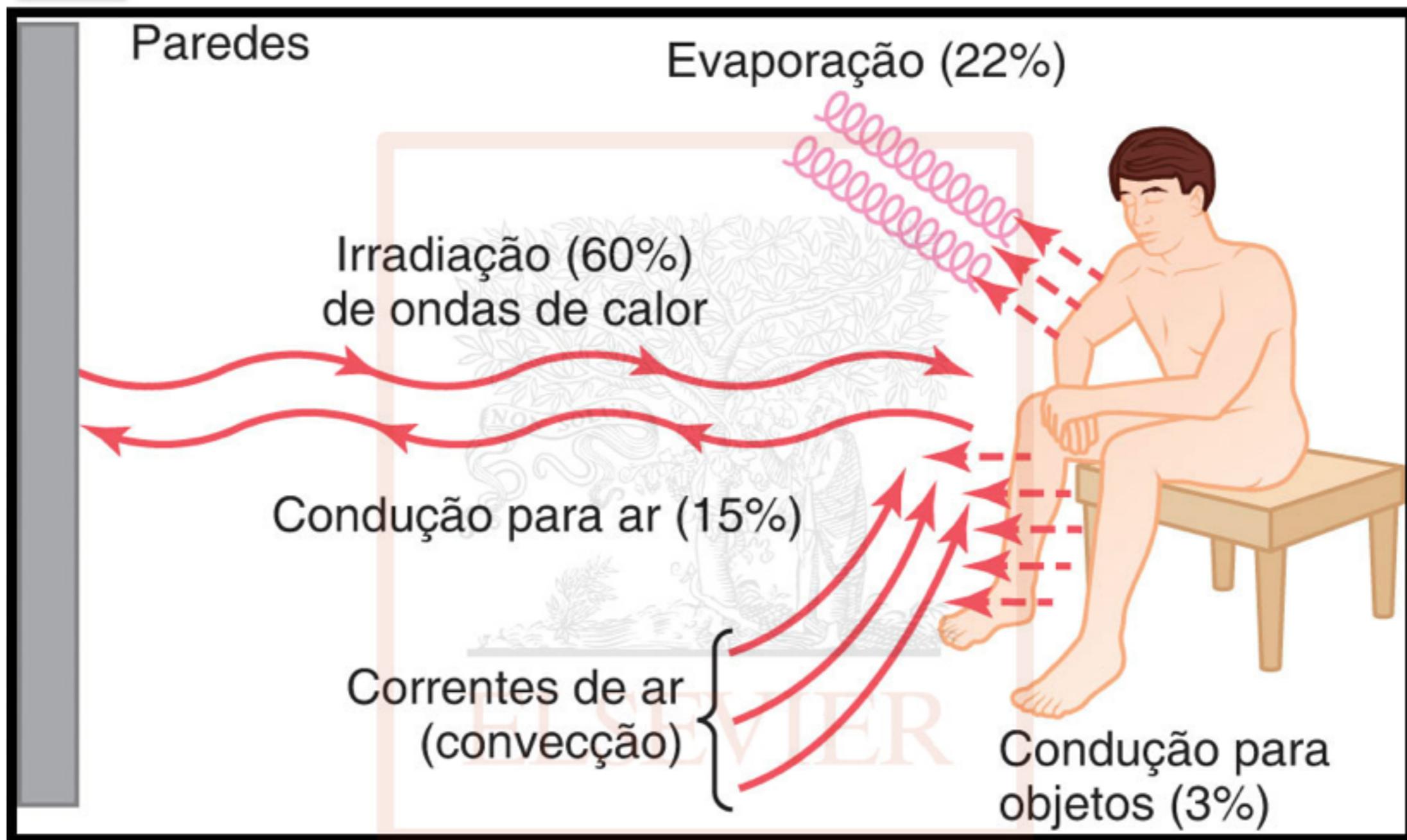
Corpo em  
Ambiente quente



# Mecanismos de perda de calor pelo corpo



GUYTON & HALL TRATADO DE FISIOLOGIA MÉDICA - 12ª Edição  
Hall  
ISBN: 9788535237351  
Elsevier Editora



# Temperatura

Principais propriedades mensuráveis:

1. Volume/Dilatação
2. Pressão

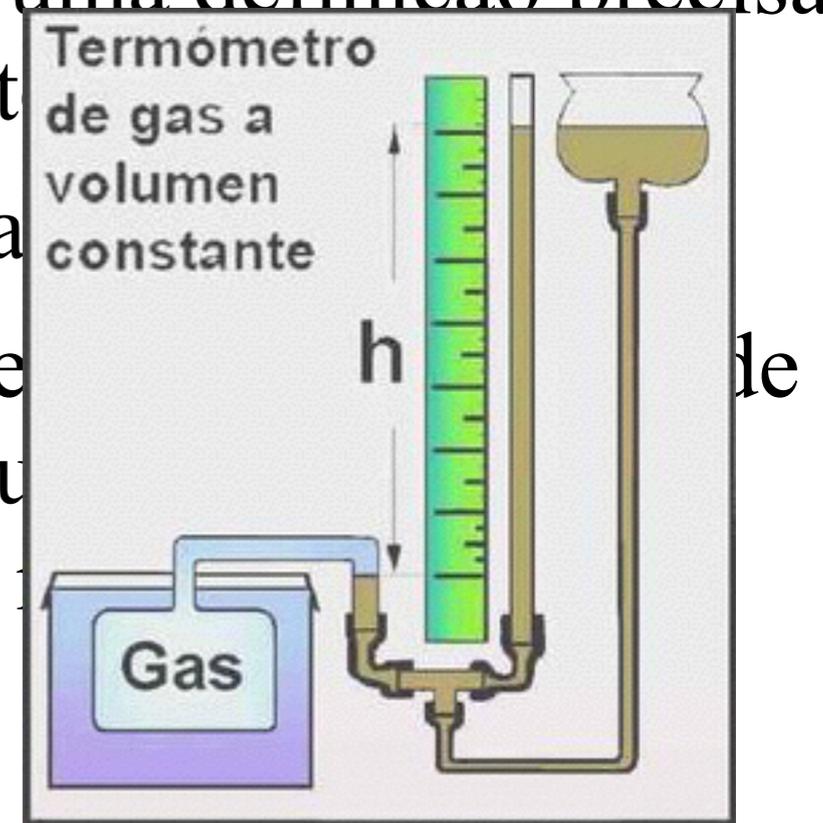
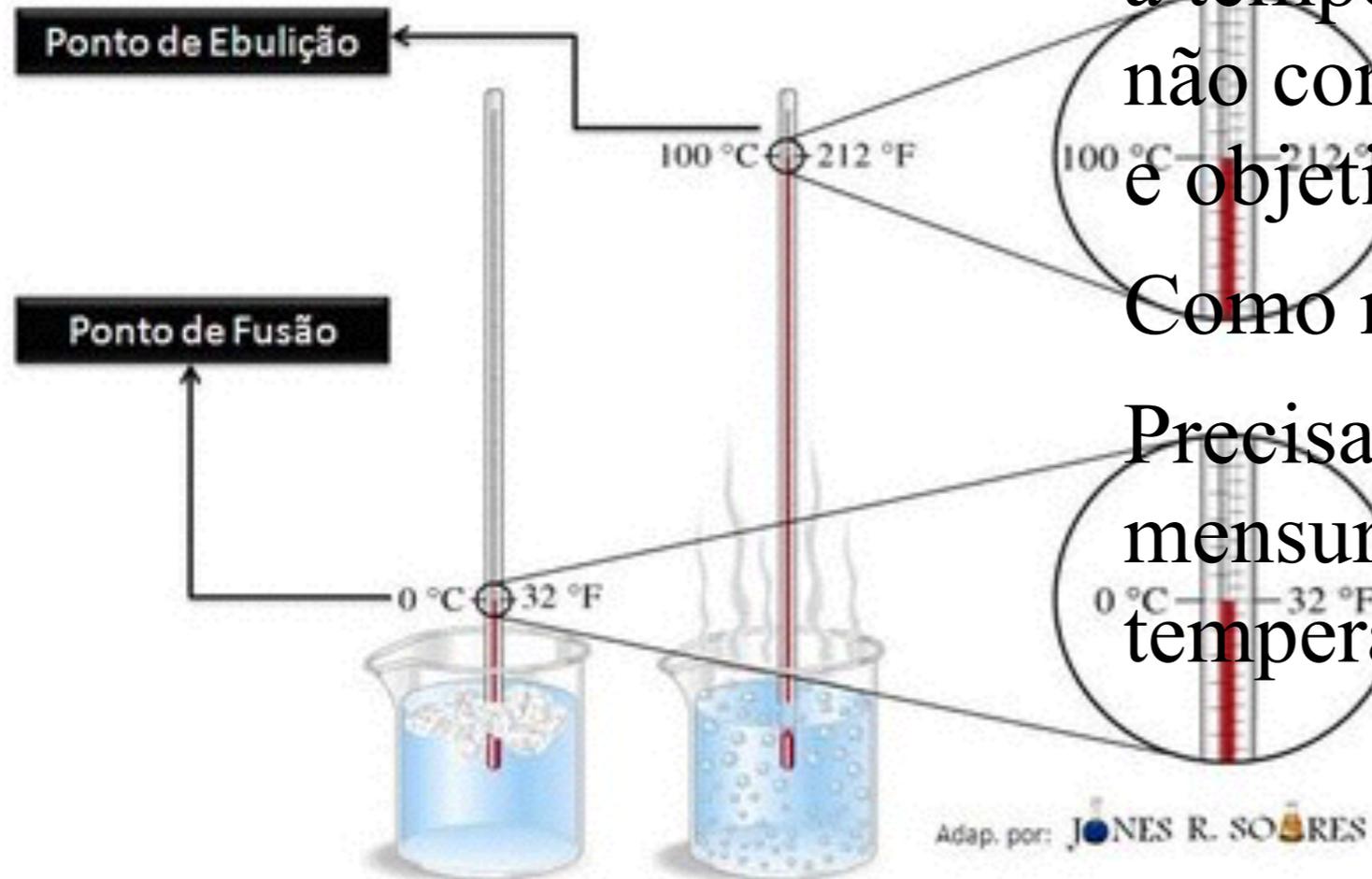
A sensação térmica resulta da taxa com que nosso corpo troca energia com o meio.

Embora essa taxa esteja relacionada à temperatura, a sensação térmica não conduz a uma definição precisa e objetiva de temperatura.

Como medir a

Precisamos de

mensurável que temperatura -



# Temperatura



Aguarda o  
Equilíbrio térmico



O que fazemos para medir?

So isso? qual o protocolo  
experimental real?

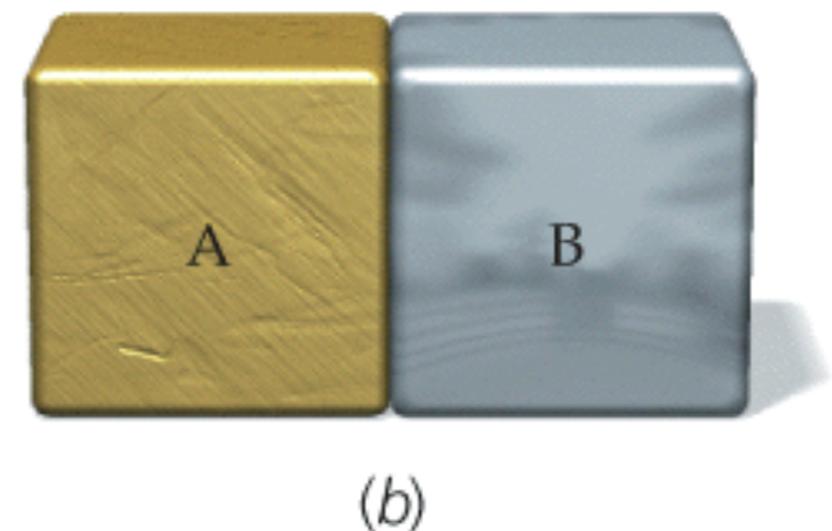
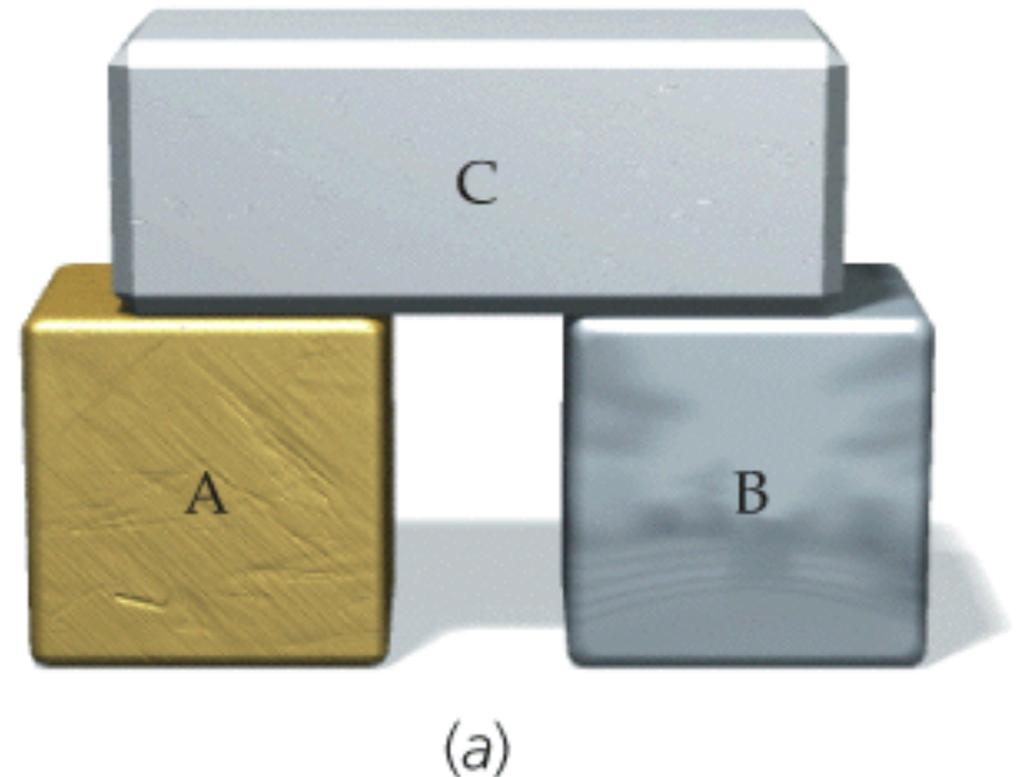
Como obter uma definição precisa  
que viabilize a descrição  
matemática da Termodinâmica?

# Lei Zero da Termodinâmica



Aguarda o  
Equilíbrio térmico

1. Dois sistemas estão em equilíbrio térmico, se e somente si eles estiverem na mesma temperatura.
2. Se dois objetos A e B estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro objeto C, estarão em equilíbrio térmico entre si.



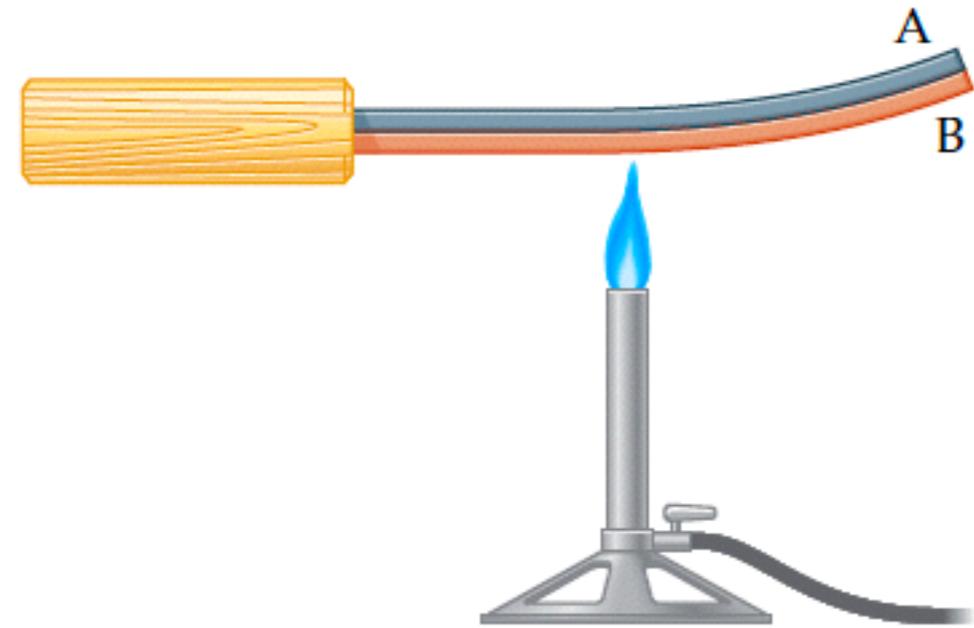
# Outros Tipos de Termômetros



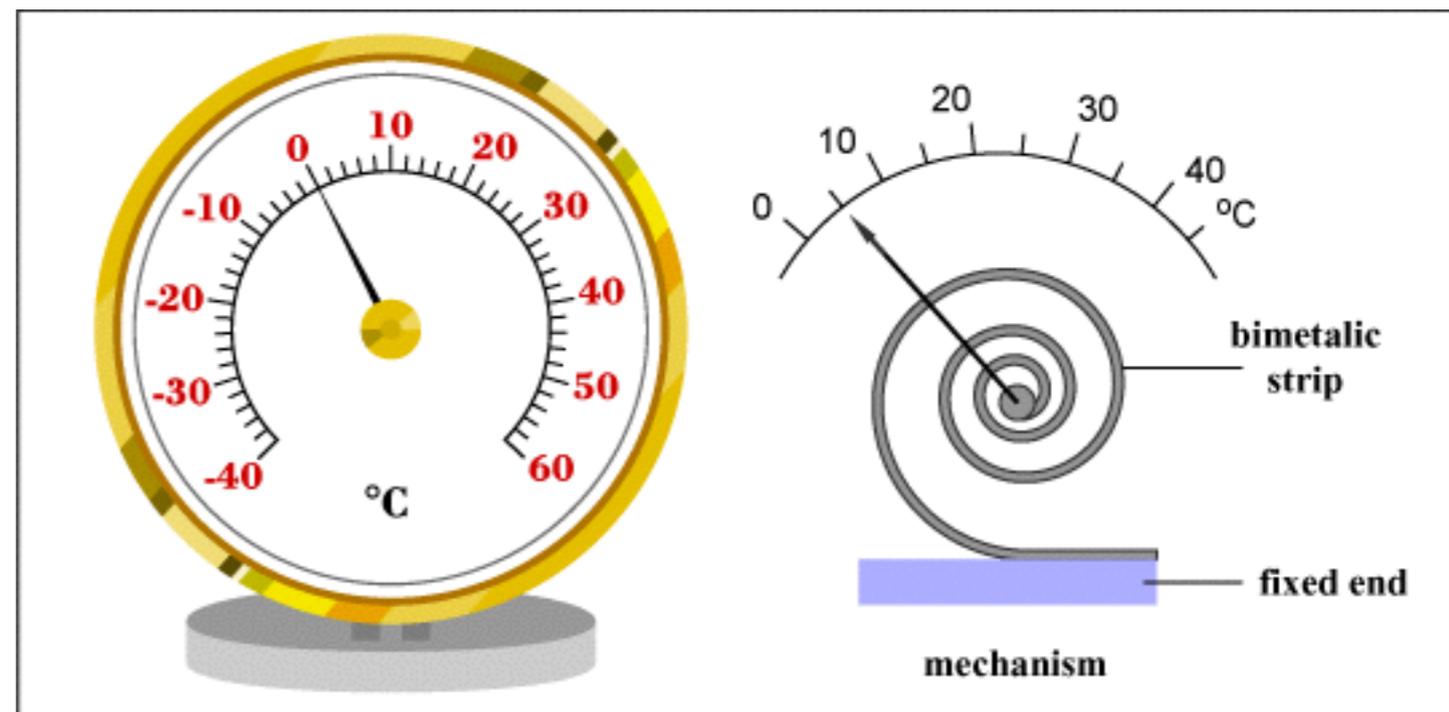
(a) A bimetallic strip



(b) Chilling the strip



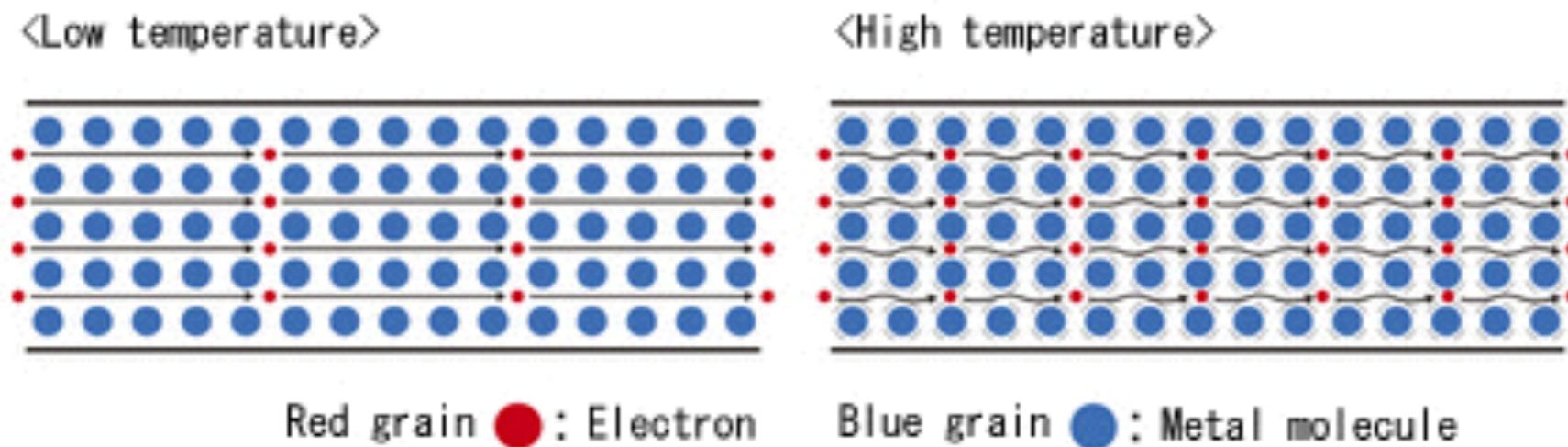
(c) Heating the strip



# Outros Tipos de Termômetros

Resistência eléctrica de metais alteram de acordo com a temperatura.

Platina tem boas características térmicas e envelhecimento de deterioração desprezível. Portanto, ideal para o elemento de medição de temperatura do sensor.



A baixas temperaturas, os elétrons podem fluir sem problemas em metais, mas se a temperatura sobe o movimento molecular dos metais aumenta, dificultando o transito dos elétrons, aumentando assim a resistência.

# Termometria

Para construir um termômetro, poderemos utilizar alguma propriedade física que varie com a temperatura, tal como o volume de um líquido, o comprimento de um sólido, ou a resistência elétrica. Assumindo que essa relação seja linear, teremos

$$P(T) = a + bT$$

onde  $T$  é a temperatura e  $P$  a propriedade de interesse. No caso de um termômetro de mercúrio (ou álcool), o volume será função da temperatura. Porém, como a seção transversal do capilar é constante, a altura da coluna líquida será proporcional à temperatura:

$$h(T) = a + bT$$

# Escala Celsius

Conhecendo uma escala linear entre a propriedade física do termômetro (altura da coluna líquida) e a temperatura, poderemos obter uma escala de temperatura com base em dois pontos de referência.

A Escala Celsius é definida arbitrando-se as seguintes temperaturas de referência:

1.  $0^{\circ}\text{C}$  = temperatura de congelamento da água à pressão de 1 atm;
2.  $100^{\circ}\text{C}$  = temperatura de ebulição da água (1 atm).



$$h(T) = a + bT \quad \begin{array}{l} h(0) = a \\ h(100) = a + 100b \end{array} \quad b = \frac{h(100) - h(0)}{100}$$

$$T = \frac{h(T) - a}{b} = 100 \frac{h(T) - h(0)}{h(100) - h(0)}$$

# Termômetro de Gás a Volume Constante

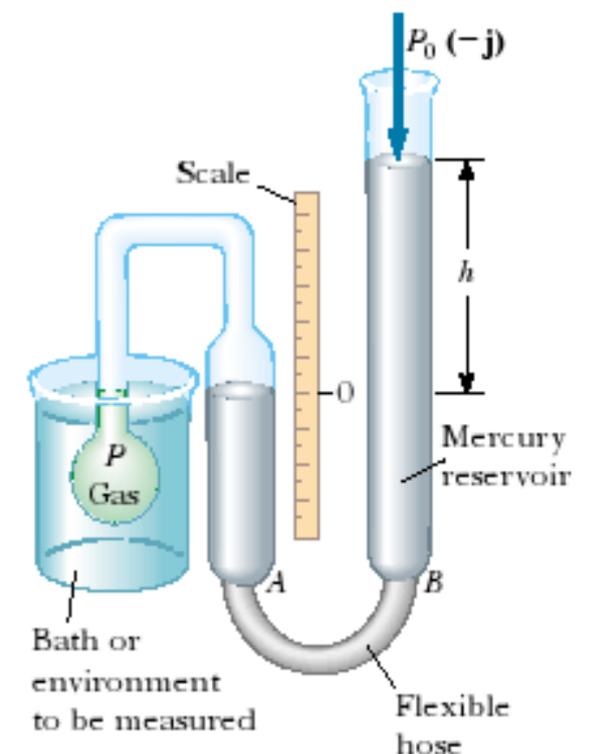
O termômetro de coluna líquida tem alguns problemas:

1. a escala de leitura depende do líquido utilizado;
2. a relação entre altura da coluna e temperatura não é sempre linear;
3. há limitações relacionadas aos pontos de fusão e ebulição do líquido utilizado no termômetro.

O termômetro de gás a volume constante, mostrado abaixo, é mais conveniente, pois a leitura da temperatura é praticamente independente do gás utilizado.

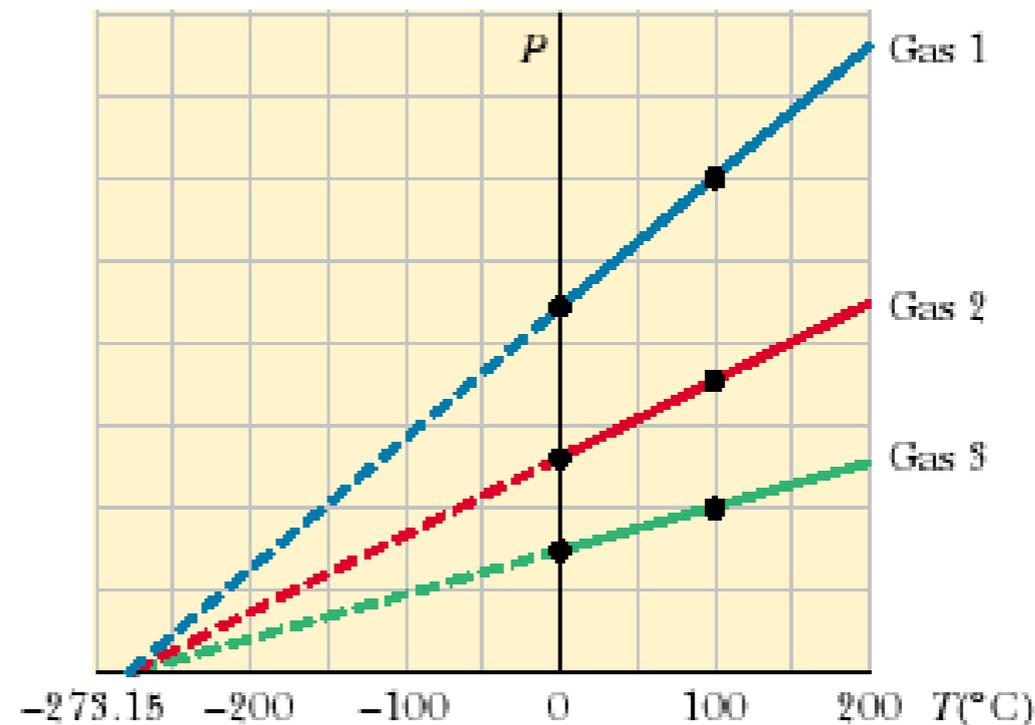
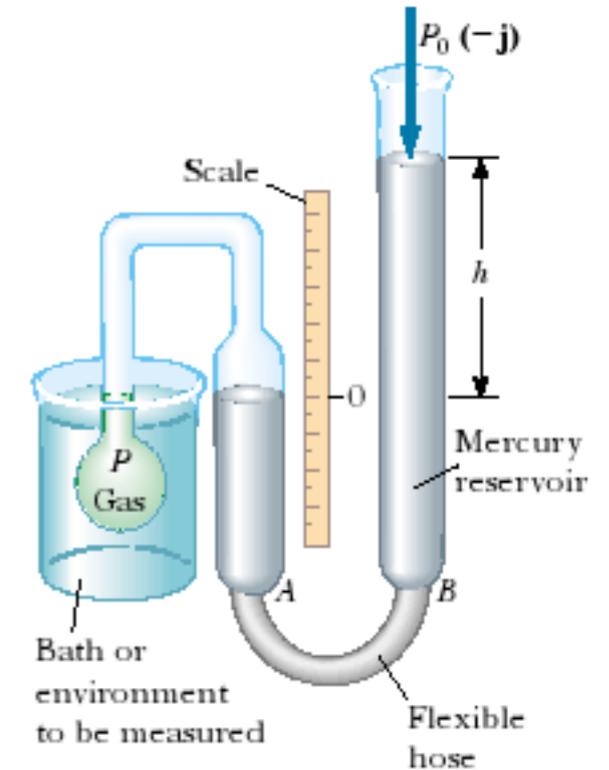
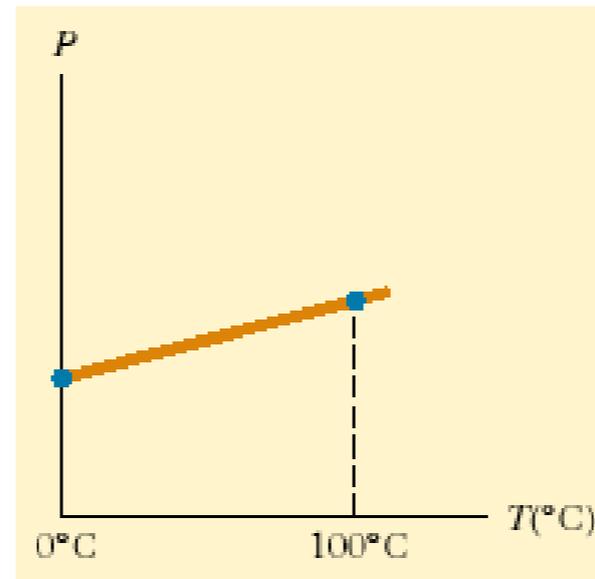
$$P_{\text{gas}} = P_0 + \rho gh$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



O termômetro de gás a volume constante pode ser calibrado da mesma forma, tomando dois pontos de referência:

Desde que o gás possa ser considerado ideal, o resultado é independente do gás utilizado no termômetro. Podemos, no entanto, utilizar diferentes pressões (a  $0^\circ\text{C}$ ) para calibrá-lo. Obtemos assim um resultado surpreendente: a pressão é sempre nula para  $T = -273,15^\circ\text{C}$ .



## Termômetro de Gás e Escala Kelvin

Como a pressão do gás não pode ser negativa, a temperatura  $T = -273,15^{\circ}\text{C}$  é denominada zero absoluto, e permite definir a escala Kelvin (ou escala absoluta):

$$T_C = T_K - 273,15$$

onde  $T$  é a temperatura absoluta e  $T_C$  a temperatura em graus Celsius.

Notamos, assim, que o Kelvin (unidade de temperatura absoluta) se equivale ao grau Celsius ( $1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$ ), uma vez que as escalas diferem apenas pela constante aditiva  $-273,15$ . Modernamente, a escala Kelvin é definida utilizando o zero absoluto e o ponto triplo da água (a única condição de pressão e temperatura que permite a coexistência de gelo, água e vapor. A temperatura do ponto triplo é  $0,01^{\circ}\text{C}$ ).

Outra escala de temperatura bastante utilizada é a Farenheit, assim definida:

1) A temperatura de congelamento da água à pressão de 1 atm é definida como 32°F.

2) A temperatura de ebulição da água (1 atm) é definida como 212°F.

$$\frac{100 - 0}{212 - 32} = \frac{100}{180} = \frac{5}{9}$$

$$T_F = \frac{9}{5}T_C - 32^\circ$$