

## Volume 2 • Módulo 2 • Física • Unidade 8

# Quente ou Frio?

Andreia Mendonça Saguia, Angelo Longo Filho, Bruno Lazarotto Lago, César Bastos, Fábio Ferreira Luiz, Felipe Mondaini (coordenador), Gabriela Aline Casas

## Introdução

Caro professor,

O material a seguir refere-se a um conjunto de atividades que poderá ser utilizado e/ou adaptado, de acordo com sua conveniência, sendo assim sugestões para o ato de educar no Ensino de Jovens e Adultos (EJA). O mesmo poderá ser utilizado como um material de consulta com o intuito de complementar as aulas por você preparadas.

Para cada seção existem atividades que se diferenciam pela maneira como são apresentados os conteúdos, seja por meio de atividades em grupos, experimentos de baixo custo, vídeos ou applets, cabendo ao professor utilizar ou não os recursos ali dispostos.

Nesta Unidade 8 – Quente ou Frio? – procuramos resgatar a curiosidade dos alunos no estudo da Física, para isto alguns experimentos e atividades em grupo foram escolhidos de modo a explorar os preceitos básicos do conceito de equilíbrio térmico e escalas termométricas. Iniciamos a Unidade, explorando o que os alunos entendem por temperatura e a leitura desta em diferentes escalas termométricas. Este tópico está relacionado ao conceito de calor e transmissão deste por meio de corpos em interação. Vale notar que pela similaridade de conteúdos, as seções foram agrupadas como as Seções 1, 2 e 3.

Esperamos, por meio deste material, atuar ao lado do professor com um conjunto de opções que venham a atender à necessidade cada vez mais urgente de um material de qualidade à disposição do professor.

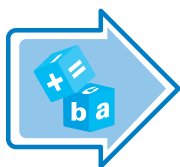
## Apresentação da unidade do material do aluno

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Física	2	2	8	4

Titulo da unidade	Tema
Quente ou Frio?	Escalas termométricas
Objetivos da unidade	
Aplicar a noção física de temperatura;	
Reconhecer a construção e o funcionamento de termômetros;	
Reconhecer as escalas termométricas mais importantes;	
Converter temperaturas entre diferentes escalas termométricas;	
Associar temperatura aos movimentos microscópicos dos átomos ou das moléculas dos corpos materiais;	
Conceituar equilíbrio térmico;	
Relacionar temperatura e equilíbrio térmico.	
Seções	Páginas no material do aluno
1. A Escala Celsius	208
2. A Escala Kelvin	213
3. A Escala Fahrenheit	215
4. Temperatura, Agitação Molecular e Equilíbrio Térmico	218

# Recursos e ideias para o Professor

## Tipos de Atividades



### Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



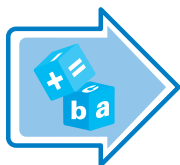
### Material copiado para distribuição em sala

São atividades que irão utilizar material reproduzido na própria escola e entregue aos alunos;



### Datashow com computador, DVD e som

São atividades passadas por meio do recurso do projetor para toda a turma;



### Atividades lúdicas

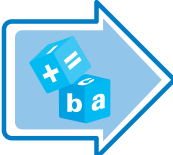
Experiências práticas que podem ser realizadas em sala com uso de recursos simples;



### Avaliação


Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

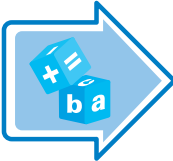
## Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Equilíbrio Térmico e Sensação Quente Frio	3 garrafas de refrigerante (PET) de 2 litros, cortadas como se fossem copos (ver Figura 1), estilete e água.	Nesta atividade, teremos a oportunidade de verificar que nossos sentidos podem nos “enganar”, quando tratamos de temperatura.	O professor interage com a turma.	10 minutos

### Seção 1 – A Escala Celsius Seção 2 – A Escala Kelvin Seção 3 – A Escala Fahrenheit

*Página no material do aluno*  
**208 a 217**

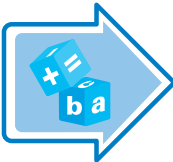
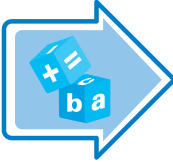
Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Transformações entre escalas termométricas	Applets (Fisica_Mod2_Un8_Sec2.html) e (Fisica_Mod2_Un8_Sec3.html), presentes no material anexo do professor	Applets, desenvolvidos para estudar a conversão de escalas termométricas, utilizando recursos multimídia interativos.	Divisão da turma: Alunos e professor podem interagir.	Tempo estimado: 20 minutos

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Observando o funcionamento do termômetro.	Garrafa de vidro transparente pequena (vidro grosso, resistente ao fogo da vela), rolha de tamanho compatível com a boca da garrafa, água com corante, um canudo de plástico, duas velas e fósforo.	Neste experimento, utilizaremos água colorida para mostrar a expansão de um fluido através do aumento de sua temperatura. Os termômetros de mercúrio, que usualmente compramos nas farmácias, funcionam com base nesse princípio. Vídeo ilustrativo presente no material anexo do professor (Mod2-Unid8-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma.	15 minutos
	Construindo uma Escala	Esta é uma atividade que se valerá do “quadro negro” e da imaginação.	Einstein dizia que seu laboratório era a sua mente. Seus experimentos eram todos imaginados e desenvolvidos primeiro em seu cérebro. Nossa ideia é que façamos algo parecido. Vamos desenvolver uma escala termométrica nova, usando nossa mente, na nossa imaginação.	O professor interage com toda a turma	20 minutos

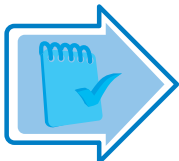
## Seção 4 –Temperatura, Agitação Molecular e Equilíbrio Térmico

Página no material do aluno

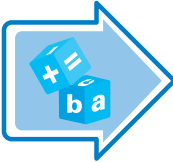
**218 a 228**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Amassando latas e garrafas pet	Garrafa pet, latinha de alumínio, recipiente com água fria e recipiente com água fervendo	Nesta atividade, os alunos observarão um efeito visualmente intrigante que despertará suas atenções para a agitação molecular nos recipientes utilizados.	O professor interage com toda a turma.	30 minutos
	Moléculas em movimento	dois copos iguais de vidro transparente e resiste ao fogo da vela, água, corante líquido de bolo, duas velas e fósforo	Neste experimento, mostraremos como a agitação molecular de um fluido aumenta com a temperatura. Num segundo momento, misturaremos dois líquidos a temperaturas diferentes, para verificar as condições de equilíbrio térmico. Um vídeo, ilustrando este experimento, encontra-se disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid8-Sec4.wmv).	Professor interage com toda turma.	20 minutos

## Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Quente ou frio?	Lápis e Papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta unidade, tais como Temperatura, Escalas Termométricas e Equilíbrio Térmico. Um arquivo, contendo a lista de exercícios a seguir, está disponível no material anexo do professor.	Atividade Individual	1 aula

## Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Equilíbrio Térmico e Sensação Quente Frio	3 garrafas de refrigerante (PET) de 2 litros, cortadas como se fossem copos (ver Figura 1), estilete e água.	Nesta atividade, teremos a oportunidade de verificar que nossos sentidos podem nos “enganar”, quando tratamos de temperatura.	O professor interage com a turma.	10 minutos

## Aspectos operacionais

A sensação de quente e frio é intuitiva e temos esta percepção a partir dos nossos sentidos táteis. Vamos agora verificar o que sentimos em relação à temperatura quando realizamos o que é proposto a seguir:

- Coloque em um dos copos de PET água quente (do chuveiro, por exemplo), em outro água da torneira e num terceiro água gelada (pode pegar no bebedouro).
- Serão selecionados 2 ou 3 alunos voluntários para participar da atividade.
- O professor disporá os 3 copos de garrafa PET de modo que a água gelada e a água quente fiquem nas extremidades e a água da torneira fique no centro .
- Cada um dos voluntários, individualmente, colocará as mãos simultaneamente dentro dos copos da extremidade e ficará assim por uns 30 segundos.
- Após este período, colocar ambas as mãos dentro do copo do centro que contém água da torneira.
- Pedir que os alunos contem o que observaram. O que eles sentiram em termos de temperatura nas mãos.





Figura 1 (a)



Figura 1 (b)

Fonte: Angelo Longo Filho


## Aspectos pedagógicos

- Com esta atividade, podemos desmistificar que o tato serve para avaliar temperatura.
- Ela servirá para mostrar que a mão que estava na água gelada ao ser colocada na água da torneira receberá calor desta. Por outro lado, a mão que estava na água quente cederá calor para a água que está à temperatura ambiente.
- A partir destas observações, o professor discutirá o equilíbrio térmico e as transferências de calor.

### Seção 1 – A Escala Celsius Seção 2 – A Escala Kelvin Seção 3 – A Escala Fahrenheit

*Página no material do aluno*

**208 a 217**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Transformações entre escalas termométricas	Applets (Fisica_Mod2_Un8_Sec2.html) e (Fisica_Mod2_Un8_Sec3.html), presentes no material anexo do professor	Applets, desenvolvidos para estudar a conversão de escalas termométricas, utilizando recursos multimídia interativos.	Divisão da turma: Alunos e professor podem interagir.	Tempo estimado: 20 minutos

## Aspectos operacionais

Ainda hoje não existe uma unanimidade nos sistemas de medida utilizados. Com relação à temperatura não é diferente. As escalas termométricas mais utilizadas são Celsius, Kelvin e Fahrenheit. A conversão entre as escalas de Celsius e Kelvin é bastante simples, de modo que  $T_K = T_C + 273 \text{ K}$ . Já a conversão entre Celsius e Fahrenheit é um pouco mais complicada, porém ainda é linear:  $T_F = 1,8T_C + 32^\circ$ .

Os dois applets propostos para estas seções têm como objetivo verificar/encontrar as fórmulas de conversão entre as escalas. Para isto, um termômetro é mostrado e pode-se alterar a temperatura registrada. A temperatura é mostrada em graus Celsius e em Kelvin no applet (Fisica\_Mod2\_Un8\_Sec2.html) e em graus Celsius e em graus Fahrenheit no applet (Fisica\_Mod2\_Un8\_Sec3.html). Considere a seguinte sugestão de utilização destes recursos:

- Inicie o applet (Fisica\_Mod2\_Un8\_Sec2.html).
- O termômetro será mostrado.
- Pergunte aos alunos se a expressão de conversão entre as temperaturas é de fácil dedução. Questione que dependência eles esperam que haja entre as duas temperaturas.
- Varie a temperatura do termômetro, através do controle deslizante exibido na tela e peça que os alunos anotem alguns valores das duas temperaturas (em graus Celsius e em Kelvin).
- Lembrando que a equação de uma reta é  $Y = aX + b$ , determine  $b$  como sendo o valor de  $T_K$  quando  $T_C = 0^\circ$ .
- Escolhendo-se dois pares  $(T_{C1}, T_{K1})$  e  $(T_{C2}, T_{K2})$ , o valor de  $a$  pode ser encontrado, utilizando-se  $\Delta Y = a \Delta X$ , ou  $a = \Delta Y / \Delta X = \Delta T_K / \Delta T_C = (T_{K2} - T_{K1}) / (T_{C2} - T_{C1})$ .
- De posse da expressão para a conversão entre as escalas, verifique se os outros valores anotados obedecem a essa relação.
- O procedimento a ser utilizado no applet (Fisica\_Mod2\_Un8\_Sec3.html) é análogo, porém a conversão a ser estudada é entre as escalas de Celsius e Fahrenheit.

## Aspectos pedagógicos

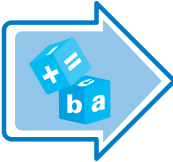
As unidades são extremamente importantes em Física. Deve-se estar atento à escala termométrica que está sendo utilizada. Temperaturas de  $50^\circ \text{ C}$ ,  $50^\circ \text{ F}$  e  $50 \text{ K}$  são completamente diferentes.

Enfatize que a escala Kelvin é uma escala absoluta e não é medida em graus, diferente das escalas Celsius e Fahrenheit. Não é correto dizer “cem graus Kelvin”, por exemplo.

**Seção 1 – A Escala Celsius**  
**Seção 2 – A Escala Kelvin**  
**Seção 3 – A Escala Fahrenheit**

*Página no material do aluno*

**208 a 217**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Observando o funcionamento do termômetro.	Garrafa de vidro transparente pequena (vidro grosso, resistente ao fogo da vela), rolha de tamanho compatível com a boca da garrafa, água com corante, um canudo de plástico, duas velas e fósforo.	Neste experimento, utilizaremos água colorida para mostrar a expansão de um fluido através do aumento de sua temperatura. Os termômetros de mercúrio, que usualmente compramos nas farmácias, funcionam com base nesse princípio. Vídeo ilustrativo presente no material anexo do professor (Mod2-Unid8-Sec1.wmv).	O professor interage com toda a turma.	15 minutos

## Aspectos operacionais

Neste experimento, poderemos observar o funcionamento do termômetro através da dilatação da água aquecida. A montagem experimental segue os seguintes passos:

1. Encha a garrafa de água e adicione uma pequena quantidade de corante. O corante serve somente para facilitar a visualização da expansão da água;
2. Faça um furo na rolha de tamanho suficiente para passar o canudo (veja a figura abaixo);
3. Coloque o canudo na garrafa e sele a garrafa com a rolha. Empurre a rolha para dentro do gargalo da garrafa até que o nível da água no canudo fique um ou dois centímetros acima da tampa.
4. Aqueça o fundo da garrafa com as velas (por 2 ou 3 minutos) e observe a água subir no canudo. Obs. A garrafa deve ser de vidro grosso, resistente ao fogo.
5. Agora, esfrie a garrafa colocando-a em água fria (ou simplesmente espere a garrafa esfriar) e observe a contração do líquido.

### Esquema de montagem



Figura 1

Fonte: Andreia Saguia



Figura 2



Figura 3

Fonte: Andreia Saguia



Figura 4

---

## Aspectos pedagógicos

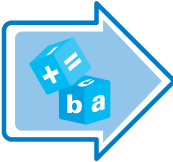
Embora simples, este experimento apresenta uma série de questões conceituais que podem ser abordadas na aula. Por exemplo, porque a garrafa não quebra ao ser diretamente aquecida? Porque a água dilata, ao ser aquecida, ela sobe no canudo? Para responder à 1ª pergunta, pode-se argumentar que a garrafa não quebra porque a água absorve o calor fornecido pela vela, não dando tempo para o vidro se romper. Para responder às outras perguntas, você pode lançar mão do modelo de fluido que será visto na seção 4. Ou seja, a água é formada de moléculas que estão em agitação constante, o aquecimento do fluido produz um movimento mais intenso nas moléculas que não tendo para onde escapar, sobem pelo canudo.

Vale a pena ainda lembrar aos alunos que os princípios de funcionamento do termômetro de mercúrio são os mesmos expostos aqui.

**Seção 1 – A Escala Celsius**  
**Seção 2 – A Escala Kelvin**  
**Seção 3 – A Escala Fahrenheit**

*Página no material do aluno*

**208 a 217**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Construindo uma Escala	Esta é uma atividade que se valerá do “quadro negro” e da imaginação.	Einstein dizia que seu laboratório era a sua mente. Seus experimentos eram todos imaginados e desenvolvidos primeiro em seu cérebro. Nossa ideia é que façamos algo parecido. Vamos desenvolver uma escala termométrica nova, usando nossa mente, na nossa imaginação.	O professor interage com toda a turma	20 minutos

## Aspectos operacionais

- Nesta atividade, você, interagindo com a turma, criará uma escala termométrica fictícia. Você poderá contar uma história, dizendo que um alienígena ao chegar à Terra havia trazido consigo um termômetro com uma escala desconhecida.
- O alienígena conta que no seu planeta usam uma escala chamada ALF. Como ele foi um bom aluno em Física, ele sabia que os pontos fixos dos termômetros ALF usados no seu planeta são os pontos de fusão e ebulição do propano ( $C_3H_8$ ), que é o líquido mais abundante neste corpo celeste que tem por nome Krios, incluindo aí mares e rios.
- Nosso visitante também nos contou que em Krios eles usam muito os múltiplos de 12 e os termômetros registram para o congelamento do propano  $0^\circ$  alf e para o ponto de ebulição do propano  $60^\circ$  alf. Há nesta faixa 60 divisões, cada uma valendo  $1^\circ$  alf.
- Pesquise com seus alunos os pontos de ebulição e fusão do propano em graus Celsius (PF=  $-188^\circ C$  e PE=  $-42^\circ C$ ). Na Internet, há muita informação a respeito deste alcão.
- Agora mãos à obra!!! Vamos ajudar nosso visitante??? Ele precisa saber a quantos graus estamos na sala de aula em unidades ALF de temperatura para que ele possa informar aos seus companheiros que estão em Krios.

- A temperatura será estimada por um *site* climático para a cidade onde está a escola ou a cidade mais próxima. Claro que, se houver a disponibilidade de um termômetro, este poderá ser usado, podemos incentivar que algum aluno que tenha um destes de parede o traga para a aula (peça com antecedência).
- Construa com eles a tabela que relaciona graus Celsius com graus ALF e determine a equação que relaciona estas unidades
- Construa um gráfico que relacione as duas unidades, colocando nas ordenadas graus ALF e nas abcissas graus Celsius.
- Mostre que o gráfico pode ser construído sem ter a expressão que liga as duas unidades de temperatura. Mostre também que é muito prático usar este gráfico para determinar a temperatura em graus ALF, sabendo a temperatura em graus Celsius.

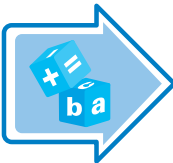
## Aspectos pedagógicos

- Nesta atividade, temos como pano de fundo o desenvolvimento de uma escala termométrica nova, entretanto, o que realmente vamos explorar é o fato que podemos ter escalas termométricas, baseadas nas mais diferentes substâncias termométricas.
- O professor na condução desta atividade que tem também um caráter lúdico deve incentivar a criação de um nome para esta escala. Nos Aspectos Operacionais, sugerimos um nome para a escala e para o planeta, mas você, professor, pode e deve criar junto com a turma seus próprios nomes para o planeta e para a escala termométrica. Não deixe também de criar um nome para o alienígena. Toda esta “brincadeira” ajudará a relaxar a turma e facilitar o aprendizado.
- Se houver oportunidade, use ferramentas como planilhas eletrônicas para criar gráficos e tabelas que relacionem os graus ALF com as escalas Kelvin e Celsius. Proponha esta atividade e combine com o pessoal do laboratório de informática da escola.
- Vale ressaltar para a turma que as escalas atualmente existentes são “sobreviventes” de muitas outras que existiram em diversos lugares e que ao longo da história foram se perdendo.
- Vale ainda destacar que num mundo globalizado como o nosso o uso de uma escala termométrica comum a todos os povos é um facilitador.

## Seção 4 –Temperatura, Agitação Molecular e Equilíbrio Térmico

Página no material do aluno

**218 a 228**

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Amassando latas e garrafas pet	Garrafa pet, latinha de alumínio, recipiente com água fria e recipiente com água fervendo	Nesta atividade, os alunos observarão um efeito visualmente intrigante que despertará suas atenções para a agitação molecular nos recipientes utilizados.	O professor interage com toda a turma.	30 minutos

### Aspectos operacionais

Ao falarmos sobre agitação molecular, sua visualização por parte dos alunos é complicada, dadas as medidas envolvidas, porém a mesma pode ser observada por meio da temperatura de um determinado objeto. Quanto maior a agitação das moléculas, maior será a temperatura, porém o que acontece a uma garrafa pet e a uma latinha de alumínio ao passarem por um choque térmico? Nesta atividade, observaremos um efeito visualmente fantástico e intrigante, para isto:

1. Encha uma garrafa pet com água fervendo. Espere por um minuto e aperte bem a sua tampa.
2. Encha um recipiente de água fria. Coloque a água fria em contato com a garrafa, contendo vapor de água fervendo em seu interior.
3. Da mesma maneira que com a garrafa pet, entorne água dentro de uma lata de alumínio e aqueça a mesma em chama baixa, segurando a lata com um pegador de madeira ou de um material isolante térmico.
4. Quando a água dentro da lata estiver bem aquecida ou fervendo, retire-a do fogo e inverta-a, deixando sua boca submersa na água fria.



Fonte: Felipe Mondaini

---

## Aspectos pedagógicos

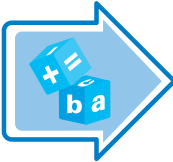
O efeito causado por este choque térmico nos dois recipientes faz com que os mesmos se amassem quase que instantaneamente. Este efeito impressionante faz-nos questionar o motivo para este fenômeno. É importante notar que, ao resfriarmos rapidamente um objeto anteriormente muito quente, forçamos um agrupamento destas moléculas no interior dos recipientes. Ao colocarmos a garrafa em contato com a água fria, houve troca de calor, o vapor interno esfriou, diminuindo a temperatura e a pressão interna. Com a diminuição da pressão interna, a pressão externa ficou maior e atuou na garrafa, esmagando-a pelo fato de haver diferença de pressão. Vale a pena deixar os alunos questionarem o efeito e supervisioná-los nesta descrição da atividade.



## Seção 4 – Temperatura, Agitação Molecular e Equilíbrio Térmico

Página no material do aluno

218 a 228

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Moléculas em movimento	dois copos iguais de vidro transparente e resistente ao fogo da vela, água, corante líquido de bolo, duas velas e fósforo	Neste experimento, mostraremos como a agitação molecular de um fluido aumenta com a temperatura. Num segundo momento, misturaremos dois líquidos a temperaturas diferentes, para verificar as condições de equilíbrio térmico. Um vídeo, ilustrando este experimento, encontra-se disponível no material anexo do professor (Mod2-Unid8-Sec4.wmv).	Professor interage com toda turma.	20 minutos

### Aspectos operacionais

O objetivo deste experimento é fornecer uma maneira de visualizar o aumento no grau de agitação das moléculas da água, quando sua temperatura aumenta. A montagem experimental segue os seguintes passos:

1. Encha dois copos iguais de vidro transparente com água. No primeiro copo, use água gelada e no segundo água da torneira.
2. Utilizando as velas e o fósforo, aqueça a água do segundo copo por uns 2 minutos. Se tiver um forno micro-ondas na escola aqueça a água por aproximadamente 40 segundos. Cuidado, utilize um copo de vidro grosso, resistente ao fogo da vela, ou que possa ser levado ao micro-ondas.
3. Coloque os copos lado a lado sobre sua mesa e, com a ajuda de uma colher, pingue, ao mesmo tempo, duas gotas de corante em cada copo.
4. Observe que, devido a forte agitação molecular da água quente, o corante espalha-se com muito mais rapidez na água quente do que na água fria (veja figuras abaixo).
5. Espere dois minutos. Observe que o corante agora se apresenta completamente misturado à água quente, mas muito pouco misturado à água fria.

6. Caso os efeitos descritos acima não sejam observados, repita o experimento, procurando aquecer ainda mais o copo de água quente.
7. Num segundo momento, pode-se explorar as condições de equilíbrio térmico. Para isto, misture as águas dos dois copos. Após alguns segundos, será possível verificar que a temperatura da mistura é maior que a da parcela de água fria e menor do que a parcela de água quente. Se esperarmos mais alguns minutos, poderemos observar que a temperatura da mistura diminuirá até se igualar a temperatura do ambiente.

#### **Figuras esquemáticas da atividade experimental**



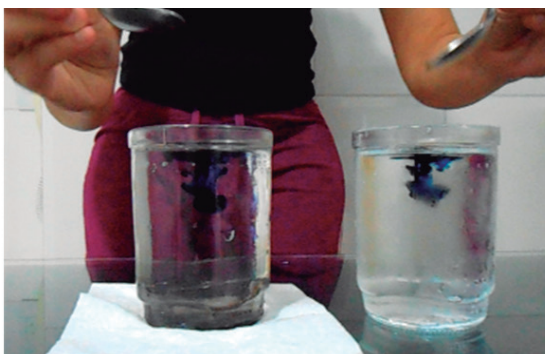
**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**


**Fonte:** Andreia Saguia

## Aspectos pedagógicos

É importante deixar claro para os alunos que a observação de um ente microscópico a olho nu não é simples. Neste experimento, fornecemos uma alternativa de visualização do efeito causado pelo movimento das moléculas de água. É interessante notar que, embora estejamos em contato com esse tipo de experiência no nosso dia a dia, muitas vezes, não nos damos conta da beleza e da riqueza de detalhes dos fenômenos que ocorrem à nossa volta. Após esta experiência, os alunos passarão a ver os líquidos quente e frio com outros olhos.

O equilíbrio térmico obtido quando misturamos os líquidos quente e frio, com certeza, não será novo para os alunos, já que esse é um efeito corriqueiro, experimentado por nós todos os dias. Essa segunda parte do experimento pode ser omitida. No entanto, vale a pena chamar a atenção dos alunos para a lei zero da termodinâmica, citando como exemplo a água quente, a água fria e o ar: no final do processo, todos eles terão a mesma temperatura.

### Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Lista de Exercícios: Quente ou frio?	Lápis e Papel	A Lista de Exercícios a seguir aborda os tópicos desenvolvidos durante esta unidade, tais como Temperatura, Escalas Termométricas e Equilíbrio Térmico. Um arquivo, contendo a lista de exercícios a seguir, está disponível no material anexo do professor.	Atividade Individual	1 aula

## Aspectos operacionais

Para o momento de avaliação, sugerimos a utilização do último tempo de aula destinado à Unidade 8. A seguir, apresentamos sugestões para a avaliação das habilidades pretendidas nesta unidade.

- Faça um resumo sobre os conteúdos trabalhados durante a unidade. Se desejar, utilize o resumo elaborado neste material;
- Estimule os alunos a fazerem os exercícios listados a seguir.

## Aspectos pedagógicos

- É interessante selecionar alguns exercícios para resolver com os alunos, para que estes tenham uma primeira orientação a respeito de como solucioná-los. Os demais devem ser feitos pelos próprios alunos.
- Após a resolução das questões, proponha uma discussão sobre as soluções encontradas.
- Possivelmente, aparecerão soluções divergentes. Pondere as equivocadas, ressaltando onde reside o erro.

## Lista de Exercícios

### Temperatura e Escalas Termométricas

1. (EPCAR (AFA) 2013) Dois termômetros idênticos, cuja substância termométrica é o álcool etílico, um deles graduado na escala Celsius e o outro graduado na escala Fahrenheit, estão sendo usados simultaneamente por um aluno para medir a temperatura de um mesmo sistema físico no laboratório de sua escola. Nessas condições, pode-se afirmar corretamente que
  - a. os dois termômetros nunca registrarão valores numéricos iguais.
  - b. a unidade de medida do termômetro graduado na escala Celsius é 1,8 vezes maior que a da escala Fahrenheit.
  - c. a altura da coluna líquida será igual nos dois termômetros, porém com valores numéricos sempre diferentes.
  - d. a altura da coluna líquida será diferente nos dois termômetros.
2. (UEPG 2010) A temperatura é uma das grandezas físicas mais conhecidas dos leigos. Todos os dias, boletins meteorológicos são divulgados, anunciando as prováveis temperaturas máxima e mínima do período. A grande maioria da população conhece o termômetro e tem o seu próprio conceito sobre temperatura. Sobre temperatura e termômetros, assinale o que for correto.
  - (01) A fixação de uma escala de temperatura deve estar associada a uma propriedade física que, em geral, varia arbitrariamente com a temperatura.
  - (02) Grau arbitrário é a variação de temperatura que provoca na propriedade termométrica uma variação correspondente a uma unidade da variação que esta mesma propriedade sofre, quando o termômetro é levado do ponto de fusão até o ponto de ebulição da água.
  - (04) Temperatura é uma medida da quantidade de calor de um corpo.
  - (08) A água é uma excelente substância termométrica, dada a sua abundância no Meio Ambiente.
  - (16) Dois ou mais sistemas físicos, colocados em contato e isolados de influências externas, tendem para um estado de equilíbrio térmico, que é caracterizado por uma uniformidade na temperatura dos sistemas.

3. (EPCAR (AFA) 2011) Quando usamos um termômetro clínico de mercúrio para medir a nossa temperatura, esperamos um certo tempo para que o mesmo possa indicar a temperatura correta do nosso corpo. Com base nisso, analise as proposições a seguir.

- I. Ao indicar a temperatura do nosso corpo, o termômetro entra em equilíbrio térmico com ele, o que demora algum tempo para acontecer.
- II. Inicialmente, a indicação do termômetro irá baixar, pois o vidro transmite mal o calor e aquece-se primeiro que o mercúrio, o tubo capilar de vidro dilata-se e o nível do líquido desce.
- III. Após algum tempo, como o mercúrio dilata-se mais que o vidro do tubo, a indicação começa a subir até estabilizar, quando o termômetro indica a temperatura do nosso corpo.

Podemos afirmar que são corretas as afirmativas

- a. I e II apenas.
  - b. I e III apenas.
  - c. II e III apenas.
  - d. I, II e III.
4. (PUCRJ 2010) Temperaturas podem ser medidas em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) ou Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Elas têm uma proporção linear entre si. Temos:  $32^{\circ}\text{F} = 0^{\circ}\text{C}$ ;  $20^{\circ}\text{C} = 68^{\circ}\text{F}$ . Qual a temperatura em que ambos os valores são iguais?
- a. 40
  - b. -20
  - c. 100
  - d. -40
  - e. 0
5. (PUCPR 2010) Dona Maria do Desespero tem um filho chamado Pedrinho, que apresentava os sintomas característicos da gripe, causada pelo vírus  $\text{H}_1\text{N}_1$ : tosse, dor de garganta, dor nas articulações e suspeita de febre. Para saber a temperatura corporal do filho, pegou seu termômetro digital, entretanto a pilha do termômetro tinha se esgotado. Como segunda alternativa, resolveu utilizar o termômetro de mercúrio da vovó, porém constatou que a escala do termômetro tinha se apagado com o tempo, sobrando apenas a temperatura mínima da escala  $35^{\circ}\text{C}$  e a temperatura máxima de  $42^{\circ}\text{C}$ . Lembrou-se, então, de suas aulas de Termometria do Ensino Médio. Primeiro ela mediu a distância entre as temperaturas mínima e máxima e observou  $h = 10$  cm. Em seguida, colocou o termômetro embaixo do braço do filho, esperou o equilíbrio térmico e, com uma régua, mediu a altura da coluna de mercúrio a partir da temperatura de  $35^{\circ}\text{C}$ , ao que encontrou  $h = 5$  cm.

Com base no texto, assinale a alternativa **CORRETA**.

- a. Pedrinho estava com febre, pois sua temperatura era de  $38,5^{\circ}\text{C}$ .
- b. Pedrinho não estava com febre, pois sua temperatura era de  $36,5^{\circ}\text{C}$ .

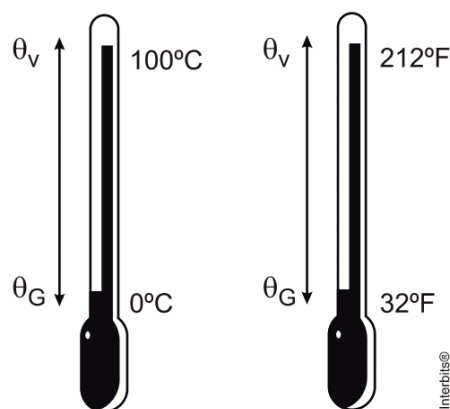
- c. Uma variação de  $0,7^{\circ}\text{C}$  corresponde a um deslocamento de  $0,1\text{ cm}$  na coluna de mercúrio.
- d. Se a altura da coluna de mercúrio fosse  $h = 2\text{ cm}$  a temperatura correspondente seria de  $34^{\circ}\text{C}$ .
- e. Não é possível estabelecer uma relação entre a altura da coluna de mercúrio com a escala termométrica.
6. (ESPCEX (AMAN) 2013) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de  $10,4^{\circ}\text{F}$ . Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a
- a.  $-5^{\circ}\text{C}$
- b.  $-10^{\circ}\text{C}$
- c.  $-12^{\circ}\text{C}$
- d.  $-27^{\circ}\text{C}$
- e.  $-39^{\circ}\text{C}$
7. (UFPB 2010) Durante uma temporada de férias na casa de praia, em certa noite, o filho caçula começa a apresentar um quadro febril preocupante. A mãe, para saber, com exatidão, a temperatura dele, usa um velho termômetro de mercúrio, que não mais apresenta com nitidez os números referentes à escala de temperatura em graus Celsius. Para resolver esse problema e aferir com precisão a temperatura do filho, a mãe decide graduar novamente a escala do termômetro, usando como pontos fixos as temperaturas do gelo e do vapor da água. Os valores que ela obtém são  $5\text{ cm}$  para o gelo e  $25\text{ cm}$  para o vapor. Com essas aferições em mão, a mãe coloca o termômetro no filho e observa que a coluna de mercúrio para de crescer, quando atinge a marca de  $13\text{ cm}$ .
- Com base nesse dado, a mãe conclui que a temperatura do filho é de:
- a.  $40,0^{\circ}\text{C}$
- b.  $39,5^{\circ}\text{C}$
- c.  $39,0^{\circ}\text{C}$
- d.  $38,5^{\circ}\text{C}$
- e.  $38,0^{\circ}\text{C}$
8. (G1 – CPS 2012) Em algumas cidades brasileiras, encontramos, em vias de grande circulação, termômetros que indicam a temperatura local medida na escala Celsius. Por causa dos jogos da Copa, no Brasil, os termômetros deverão passar por modificações que permitam a informação da temperatura também na escala Fahrenheit, utilizada por alguns países. Portanto, após essa adaptação, um desses termômetros que indique, por exemplo,  $25^{\circ}\text{C}$ , também apontará a temperatura de
- a.  $44^{\circ}\text{F}$ .
- b.  $58^{\circ}\text{F}$ .
- c.  $64^{\circ}\text{F}$ .

d. 77 °F.

e. 86 °F.

**Dado:** Equação de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit  $\frac{t_{\text{Celsius}}}{5} = \frac{t_{\text{Fahrenheit}} - 32}{9}$

9. (G1 – IFBA 2012) O conjunto de valores numéricos que uma dada temperatura pode assumir em um termômetro constitui uma escala termométrica. Atualmente, a escala Celsius é a mais utilizada; nela, adotaram-se os valores 0 para o ponto de fusão do gelo e 100 para o ponto de ebulição da água. Existem alguns países que usam a escala Fahrenheit, a qual adota 32 e 212 para os respectivos pontos de gelo e de vapor.



Certo dia, um jornal europeu informou que, na cidade de Porto Seguro, o serviço de meteorologia anunciou, entre a temperatura máxima e a mínima, uma variação  $\Delta F = 36^\circ\text{F}$ . Esta variação de temperatura expressa na escala Celsius é:

- a.  $\Delta C = 10^\circ\text{C}$
  - b.  $\Delta C = 12^\circ\text{C}$
  - c.  $\Delta C = 15^\circ\text{C}$
  - d.  $\Delta C = 18^\circ\text{C}$
  - e.  $C = 20^\circ\text{C}$
10. (EEWB 2011) No interior de um freezer (congelador doméstico), a temperatura mantém-se a  $-20^\circ\text{C}$ . Quanto valeria a soma algébrica das indicações de dois termômetros graduados nas escalas Fahrenheit e Kelvin, após o equilíbrio térmico ser estabelecido, se ambos fossem colocados no interior desse congelador?
- a. - 361.
  - b. - 225.
  - c. 225.
  - d. 251.

11. (G1 – IFCE 2011) Um estudante de Física resolveu criar uma nova escala termométrica que se chamou Escala NOVA ou, simplesmente, Escala N. Para isto, o estudante usou os pontos fixos de referência da água: o ponto de fusão do gelo ( $0^{\circ}\text{C}$ ), correspondendo ao mínimo ( $25^{\circ}\text{N}$ ) e o ponto de ebulição da água ( $100^{\circ}\text{C}$ ), correspondendo ao máximo ( $175^{\circ}\text{N}$ ) de sua escala, que era dividida em cem partes iguais. Dessa forma, uma temperatura de  $55^{\circ}$ , na escala N, corresponde, na escala Celsius, a uma temperatura de
- $10^{\circ}\text{C}$ .
  - $20^{\circ}\text{C}$ .
  - $25^{\circ}\text{C}$ .
  - $30^{\circ}\text{C}$ .
  - $35^{\circ}\text{C}$ .
12. (G1 – CFTMG 2008) Em um determinado dia, a temperatura mínima em Belo Horizonte foi de  $15^{\circ}\text{C}$  e a máxima de  $27^{\circ}\text{C}$ . A diferença entre essas temperaturas, na escala kelvin, é de
- 21.
  - 263.
  - 285.

### Gabarito Comentado

#### Resposta da questão 1: [B]

$$\frac{\Delta\theta_{\text{C}}}{100 - 0} = \frac{\Delta\theta_{\text{F}}}{212 - 32}$$

$$\frac{\Delta\theta_{\text{C}}}{100} = \frac{\Delta\theta_{\text{F}}}{180}$$

$$\Delta\theta_{\text{F}} = 1,8 \times \Delta\theta_{\text{C}}$$

Para  $1^{\circ}\text{C}$  de variação de temperatura, temos:

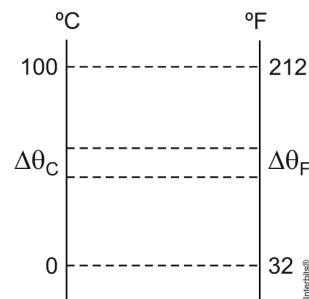
$$\Delta\theta_{\text{F}} = 1,8 \cdot 1$$

$$\therefore \boxed{\Delta\theta_{\text{F}} = 1,8^{\circ}\text{F}}$$

#### Resposta da questão 2:

$$02 + 16 = 18$$

(01) **Errada.** É necessário haver uma lei bem definida relacionando a grandeza física com a temperatura. Procuram-se geralmente grandezas que variam linearmente com a temperatura, como, por exemplo, o comprimento de uma coluna de mercúrio.





(02) **Correta.** Pode-se estipular qualquer divisão para o intervalo entre os pontos fixos adotados. O intervalo entre duas divisões é o grau termométrico para a escala escolhida.

(04) **Errada.** Temperatura é a medida da energia cinética média das partículas.

(08) **Errada.** A água tem comportamento anômalo quanto à sua dilatação térmica, não servindo como substância termométrica.

(16) **Correta.** Corpos colocados em contato térmico, isolados de outros corpos, trocam calor, tendendo para a temperatura de equilíbrio.

**Resposta da questão 3:** [D]

**I. Correta.** Como o termômetro e o corpo estão a diferentes temperaturas, há transferência de calor do corpo para o termômetro. Devido à condutividade térmica, leva algum tempo para que o equilíbrio térmico seja atingido.

**II. Correta.** Sem comentários, pois a alternativa auto se explica.

**III. Correta.** Sem comentários, pois a alternativa auto se explica.

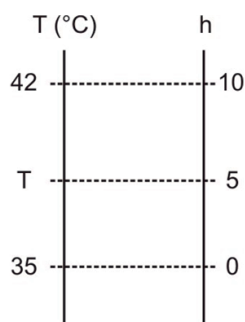
**Resposta da questão 4:** [D]

A equação de conversão entre essas escalas é:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}. \text{ Fazendo } T_C = T_F = T, \text{ vem:}$$

$$\frac{T}{5} = \frac{T - 32}{9}; 9T = 5T - 160; 4T = -160 \Rightarrow T = -40.$$

**Resposta da questão 5:** [A]



$$\frac{T - 35}{42 - 35} = \frac{5 - 0}{10 - 0} \Rightarrow \frac{T - 35}{7} = 0,5 \Rightarrow T - 35 = 3,5 \Rightarrow T = 38,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

**Resposta da questão 6:** [C]

Usando a equação de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = 5 \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = 5 \frac{10,4 - 32}{9} \Rightarrow \frac{5(21,6)}{9} \Rightarrow \theta_C = -12 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

**Resposta da questão 7: [A]**

A figura mostra os dados.

$$\frac{T-0}{100-0} = \frac{13-5}{25-5} \Rightarrow \frac{T}{100} = \frac{8}{20} \Rightarrow 20T = 800 \Rightarrow$$

$$T = 40 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

**Resposta da questão 8: [D]**

Substituindo o valor dado na expressão fornecida:

$$\frac{25}{5} = \frac{t_F - 32}{9} \Rightarrow t_F = 45 + 32 \Rightarrow t_F = 77 \text{ } ^\circ\text{F}.$$

**Resposta da questão 9: [E]**

A equação de variação de temperaturas para as duas escalas mencionadas é:

$$\frac{\Delta C}{5} = \frac{\Delta F}{9} \Rightarrow \frac{\Delta C}{5} = \frac{36}{9} \Rightarrow \Delta C = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

**Resposta da questão 10: Não há resposta correta.**

A relação entre as escalas Celsius e Fahrenheit é mostrada abaixo:

$$\frac{F-32}{9} = \frac{C}{5} \rightarrow \frac{F-32}{9} = \frac{-20}{5} \rightarrow F-32 = -36 \rightarrow F = -4 \text{ } ^\circ\text{F}$$

A relação entre as escalas Celsius e Kelvin é mostrada abaixo:

$$K = C + 273 \rightarrow K = -20 + 273 = 253\text{K}$$

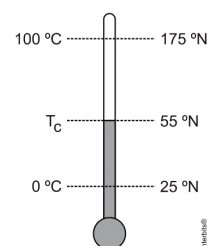
Portanto,  $K + F = 249$ .

**Resposta da questão 11: [B]**

De acordo com o esquema acima:

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{55 - 25}{175 - 25} \Rightarrow \frac{T_C}{100} = \frac{30}{150} \Rightarrow$$

$$T_C = \frac{30}{1,5} \Rightarrow T_C = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$



A quantidade de divisões que ele fez não altera as temperaturas. O fato de ter feito 100 divisões em sua escala, somente indica que cada divisão representa  $1,5^\circ \text{N}$ . Se fizesse 150 divisões, cada divisão seria  $1^\circ \text{N}$ , ou se fizesse 15 divisões, cada divisão seria  $10^\circ \text{N}$ , mas  $55^\circ \text{N}$  continuam correspondendo a  $20^\circ \text{C}$ . Assim, por exemplo, se a temperatura subiu  $0^\circ \text{C}$  para  $20^\circ \text{C}$ , subiu 20 divisões na escala Celsius, tendo subido também 20 divisões na Escala Nova, pois ambas as escalas têm 100 divisões. Como cada divisão representa  $1,5^\circ \text{N}$ , a temperatura subiu  $20 \times 1,5 = 30^\circ \text{N}$ , indo, então, de  $25^\circ \text{N}$  para  $55^\circ \text{N}$ .

**Resposta da questão 12: [A]**