



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE
FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

PRODUTO EDUCACIONAL

**“TÁ QUENTE, TÁ FRIO”
UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL**

MARTINHO ELIAS ROCHA PAIVA

**CAMPINA GRANDE
2021**

MARTINHO ELIAS ROCHA PAIVA

PRODUTO EDUCACIONAL

“TÁ QUENTE, TÁ FRIO”

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

Este Produto Educacional compõe o trabalho de Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Física na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira.

Coorientadora: Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

CAMPINA GRANDE
2021

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

P142t Paiva, Martinho Elias Rocha.
"Tá quente, tá frio", uma proposta didática para o Ensino Fundamental [manuscrito] : temperatura, calor e suas incompreensões conceituais / Martinho Elias Rocha Paiva. - 2021.
25 p.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2022.
"Orientação : Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira. , Coordenação do Curso de Física - CCTS."
"Coorientação: Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva , Coordenação do Curso de Física - CCTS."
1. Produto educacional. 2. Temperatura. 3. Calor. 4. Ensino de Física. I. Título

21. ed. CDD 530.7

Caro Leitor, Cara Leitora

Para além da brincadeira de criança, definir se algo está “quente” ou “frio” envolve um problema com que estudiosos se envolveram durante muito tempo. Para que chegássemos na compreensão que se tem atualmente sobre calor - fontes e propagação - muitas investigações foram feitas. Essas investigações partiram de uma pergunta. Um “como?”, “por que?”, “e se?”. Sem a dúvida, a pergunta, o questionamento, não há como aprender para além do que sabemos.

É a partir da ideia de que é preciso questionar que pensamos esta proposta didática. Ela consiste de uma sequência didática que pode ser utilizada por professores e professoras da Educação Básica, e está embasada nas abordagens problematizadora e experimental de ensino. Nesta perspectiva, utilizamos algumas estratégias de ensino desde o momento do planejamento até a elaboração do roteiro das atividades. As estratégias de ensino utilizadas buscam favorecer a transposição do conteúdo à realidade vivencial e o conhecimento de mundo dos estudantes, contribuindo para a realização de debates em sala de aula, através da interação entre os estudantes e entre estudantes e professores.

Com a Sequência Didática objetivamos contextualizar e problematizar o ensino de Temperatura e Calor a partir do mundo vivencial do estudante, despertando a capacidade de argumentar e resolver problemas que envolvam a aquisição de conhecimentos científicos. Espera-se que por meio das atividades desenvolvidas, haja condições para o estudante refletir, levantar hipóteses e fazer uso de uma linguagem mais adequada para os conceitos de Temperatura e Calor, transpondo seus conhecimentos para outras situações análogas.

Cabe lembrar, porém, que esta proposta foi desenvolvida para ser empregada em um estudo de caso específico e, portanto, precisa ser readequada de acordo com cada professor ou professora que a irá utilizar, bem como para cada sala de aula. A princípio, a Sequência Didática foi pensada para estudantes do nono ano do Ensino Fundamental, mas fica a critério de quem for utilizá-la, fazer adaptações para outros públicos.

Ao final dos textos e da Sequência, trazemos referências que podem ajudar a complementar as aulas, a elaboração dos slides e esclarecer dúvidas de estudantes, professores e professoras.

Desejamos sucesso na utilização desta proposta. Ela foi feita por quem acredita que a Educação que questiona o mundo dá asas!

O Autor

1º Encontro: Diferenciando Calor e Temperatura

(2 aulas – de 50 min)

Objetivos:

Diferenciar calor e temperatura, por meio de diversas situações do cotidiano que serão apresentadas aos estudantes;

Diferenciar a sensação térmica (quente/frio) do valor da temperatura que o corpo adquire quando perde ou recebe calor;

Entender o calor como energia em trânsito

Conteúdos:

Temperatura

Calor

Estratégias:

1. Apresentação de situação problema e debate a partir de questões que serão abordadas pelo/a professor/a;
2. Desenvolvimento de atividade experimental com abordagem investigativa;
3. Abordagem expositivo- dialogada para a construção do conhecimento científico;
4. Sugestão de atividade com fins de estabelecimento de “feedback” em termos do que foi abordado.

Recursos:

Slides; computador; kit experimental 1;

Desenvolvimento

1º momento: Apresentando um problema

De início, o(a) professor(a) apresenta o texto abaixo aos seus estudantes:

No nosso cotidiano estamos constantemente entrando em contato com objetos ou ambientes, em que podemos ter a sensação de quente ou de frio, percebendo também diferentes temperaturas. E é comum usarmos as palavras calor e temperatura sem deixar claro, a diferença existente entre as duas. Ao observar o texto ilustrado abaixo, os termos usados na expressão “Que calor ‘infernai’ é esse?” está adequada para a situação ilustrada na imagem?



Fonte: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2020/10/02/sp-deve-bater-recorde-de-calor-hoje-mas-parte-do-estado-vai-esfriar-amanha.htm>

A partir do problema apresentado o(a) professor(a) instiga a turma a pensar sobre o que visualizam na ilustração por meio das quatro questões que seguem

Questões:

1) Ao que corresponde o valor descrito no equipamento da ilustração?

Espera-se que a turma relacione o valor 45° C com a medida de temperatura do ambiente, determinada pelo termômetro. Considerando que apresentem a ideia de medida de temperatura, o(a) professor(a) traz outro questionamento

2) O que vocês entendem sobre temperatura? Que outros exemplos, ou situações do cotidiano vocês percebem o uso desse termo? Exemplifiquem:

É esperado que a turma apresente outras situações do dia a dia, em que a palavra temperatura é usada. Após a exposição das ideias, o(a) professor(a) sugere o próximo questionamento.

3) Sobre a palavra “Calor”, descrita no texto, qual o entendimento de vocês sobre a mesma? Que outros exemplos, ou situações do cotidiano vocês percebem o uso desse termo? Exemplifiquem:

É esperado que a turma apresente outras situações do dia a dia, em que a palavra calor é usada. E a partir das situações apresentadas façam relação com o que é trazido no texto da situação problema. Após a exposição das ideias da turma, o(a) professor(a) faz outro questionamento.

4) O valor de 45° C tem que relação com a expressão “Que calor ‘infernai’ é esse?”

A intenção é que a turma apresente suas posições, identificando a pertinência ou não da relação estabelecida entre os termos da situação problema, e por consequência, entre as

palavras temperatura e calor. Com a realização do debate que poderá surgir com essa proposição, o(a) professor(a) pode mencionar que algumas expressões podem apresentar palavras com seus conceitos invertidos, e o exemplo na ilustração, em que a palavra calor é usada para expressar a temperatura do ambiente, se deu de forma equivocada. A partir disso, se deduz que as sensações de quente e de frio que temos também não são sensações de calor, e sim de temperatura.

Após esse primeiro momento, o(a) professor(a) propõe uma atividade experimental com o intuito de aprofundar o debate sobre temperatura e as diferentes sensações térmicas (quente e frio), com o intuito de provocar confrontos de ideias entre os estudantes, a partir de algumas situações vivenciadas durante a execução da atividade, e assim, organizar cientificamente o conceito de temperatura e calor.

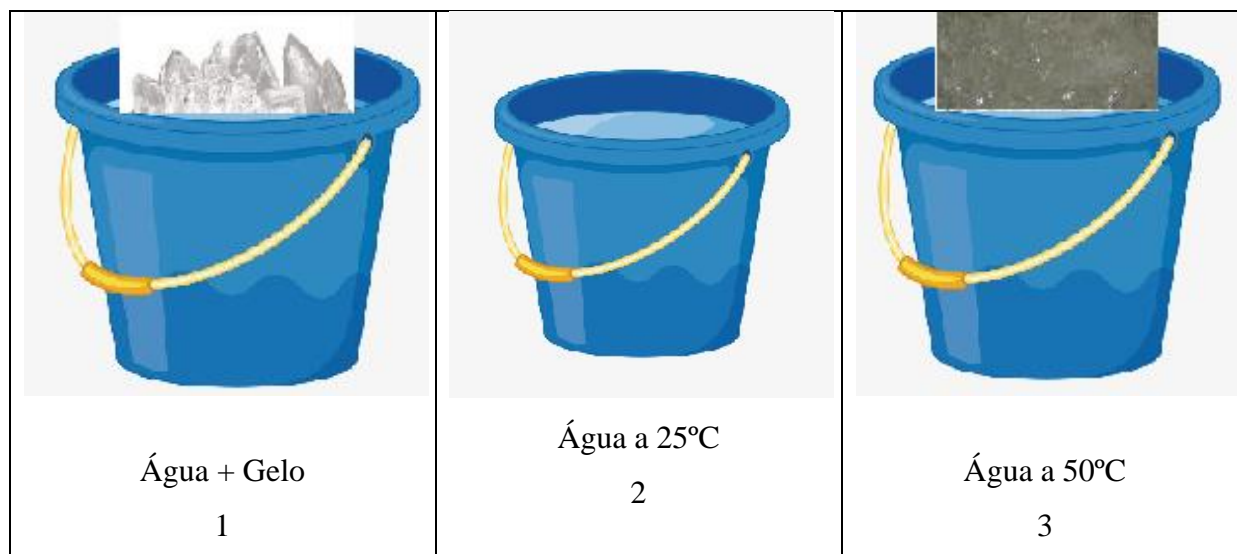
2º momento: Organizando o Conhecimento

Objetivo: Compreender que as diferentes sensações térmicas (quente e frio) têm relação com a troca de calor entre os corpos, e com isso ao receber ou perder calor, a temperatura de um corpo pode aumentar ou diminuir.

Kit experimental 1 - Materiais Utilizados¹:

- ✚ 1 recipiente com 1 litro de água em temperatura próxima a 25°C;
- ✚ 1 recipiente com 1 litro de água em temperatura próxima a 50°C;
- ✚ 1 recipiente com 1 litro de água em temperatura próxima a 0°C;
- ✚ 1 saco com gelo em cubos
- ✚ Um termômetro;
- ✚ Um cronômetro;

¹ Os materiais descritos são exclusivos para uma dupla de estudantes, pois os mesmos irão manipulá-los durante a realização da atividade prática



O(A) professor(a) disponibilizará para cada dupla de estudantes as bacias com água em diferentes temperaturas², conforme a disposição da figura acima. O(A) professor(a) sugere de início, que um(a) dos(as) estudantes meça as temperaturas de cada recipiente e anote na ficha de anotações (modelo ao final), e que este(a) faça uso do cronômetro para a medição de tempo que será determinado durante a realização da prática experimental. A prática consiste em: o(a) outro(a) estudante que compõe a dupla mergulhar simultaneamente as mãos esquerda e direita nos recipientes, 1 e 3, respectivamente por 50 segundos, e na sequência deverá retirar as duas mãos e mergulhá-las no recipiente 2, também simultaneamente, por aproximadamente 30 segundos. Ao final, o(a) professor(a) solicita que o(a) outro(a) estudante meça novamente as temperaturas da água contida nos três recipientes.

Com a realização do procedimento acima descrito, o(a) professor(a) sugere que cada dupla pense sobre os questionamentos que se encontram na ficha de anotações. Façam os registros necessários e, em seguida, apresentem para a turma as suas respostas. A fim de gerar um debate entre todos estudantes, inclusive com os que não realizaram a prática experimental, o(a) professor(a) irá solicitar que cada dupla apresente suas respostas a partir dos leituras de cada questão da ficha supracitada.

Após a realização do debate e reflexões sobre as hipóteses dos estudantes, o(a) professor(a) sistematizará e conduzirá as discussões de forma a construir com eles os conceitos de temperatura e calor, tomando como referência o que os estudantes vivenciaram durante a prática experimental.

² É de responsabilidade do(a) professor(a) organizar o kit, inclusive a obtenção e manuseio das águas que serão usadas nas três bacias, de modo que garanta a segurança dos estudantes durante a realização do experimento

Conceitos- chave:

Temperatura: quantidade que indica quão quente ou quão frio um corpo está em relação a outro;

Calor: é a quantidade de energia envolvida na variação da temperatura.

Para a definição desses conceitos, sugerimos que o(a) professor(a) procure livros e artigos mais recentes e que tome cuidado com distorções.

*Sugestão de leitura para o(a) professor(a):

GASPAR, Alberto. Física. Volume único. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013. p. 294.

CORREIA, Jornandes Jesús. Definições de temperatura em fontes didáticas. **Revista Binacional Brasil-Argentina**, v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017.

A apresentação dos conceitos deve acontecer com uso de slides produzidos pelo(a) professor(a).

Após a etapa de apresentação dos conceitos de temperatura e calor, o professor sugere a seguinte atividade.

3º momento: Sugerindo a atividade

Com as discussões realizadas na aula, o(a) professor(a) finaliza o encontro sugerindo que a turma retome a situação que foi apresentada no início da aula, refletindo sobre os termos usados na expressão: “ Que calor ‘infernado’ é esse?”, relacionando também a outras situações, em que a palavras calor e temperatura são usadas de forma equivocada.

MODELO DAS FICHAS A SEREM PREENCHIDAS PELOS ALUNOS

Escola:		
Turma:	Turno:	Data: ____/____/____
Disciplina: Física	Professor:	Atividade 1: Calor e Temperatura
Equipe:	Alunos	

Anotações sobre a sua prática experimental

- 1) Anote a temperatura da água que se encontra em cada recipiente, fazendo uso do termômetro

Recipientes	Medida inicial da temperatura (°C)	Medida inicial da temperatura (°C)
Recipiente 1		
Recipiente 2		
Recipiente 3		

- 2) Quando mergulhou a mão esquerda no recipiente 1, qual a sua sensação? O que sente na mão esquerda é igual ao que você sente na mão direita que foi mergulhada no recipiente 3? Por que será que isso ocorre?

- 3) Ao mergulhar as duas mãos no recipiente 2, qual a sensação para as mãos esquerda e direita? Você tem sensações diferentes neste recipiente? Descreva-as:

- 4) O que provoca as diversas sensações para as suas mãos? Como você explica as diversas situações experimentadas por você?

- 5) Existe algo diferente na água dos três recipientes, que você considera importante destacar?

- 6) Com as medidas de temperatura, antes e após a manipulação da água, o que ocorreu com os valores das mesmas? O que você sugere sobre o ocorrido?

2º Encontro: Termômetros e escalas termométricas

(2 aulas – de 50 min)

Objetivos:

Entender o funcionamento dos termômetros e o significado das escalas;

Compreender que escalas termométricas são convenções necessárias para padronização de medidas;

Entender fatores de conversão de escalas

Conteúdos:

Propriedades térmicas

Escalas termométricas

Estratégias:

1. Leitura de texto e realização de debate;
2. Discussão dos aspectos históricos conceituais e delineamento do problema;
3. Abordagem expositivo- dialogada para a construção do conhecimento científico;
4. Sugestão de atividade com fins de estabelecimento de “feedback” em termos do que foi abordado.

Recursos:

Quadro; Texto 1 (Briga de escalas); Texto 2 (um pouco de história); celular ou sala de informática

Desenvolvimento***1º momento: Apresentando um problema***

Ao final da aula anterior, o(a) professor(a) pede para a turma ler em casa o Texto 1. Ao iniciar esta aula o(a) professor(a) começa perguntando sobre as dúvidas que a turma teve ao ler o material. Na sequência, divide a sala em dois grupos, que defenderão as ideias do Senador e Alexander (escala centígrado – grupo 1) e outro que defenderá as ideias de Sabin (escala fahrenheit – grupo 2). Após um intervalo de 30 minutos em que os grupos realizarão discussões entre os membros e pesquisas na internet, cada um dos grupos explicará para o outro:

- os pontos de máximo e mínimo de sua escala;
- o valor de cada grau em cada uma das escalas;

- os valores mais comuns usados em cada escala, por exemplo: temperatura do corpo humano, congelamento da água, ebulição da água, temperatura média no verão e temperatura média no inverno (na região);
- os países que usam cada uma das escalas;

O(A) professor(a) colocará no quadro as informações e buscará, através de questionamentos entre os grupos, estabelecer um consenso sobre qual seria a escala mais conveniente para ser adotada ali. As discussões devem ser feitas de forma a problematizar a adoção de padrões que não correspondem às características locais, pois foram impostos pela ciência européia. Ao final do Texto 1 são listadas referências que podem trazer mais informações na condução das discussões e debates.

2º momento: Organizando o Conhecimento

Objetivo: compreender o processo de conversão de escalas e a necessidade de padronização de medidas de temperatura.

Adotada uma escala padrão para a sala de aula, o(a) professor(a) iniciará a leitura do Texto 2 junto com a turma. Ao longo da leitura, o(a) professor(a) levantará questionamentos sobre os fenômenos e conceitos que aparecem no texto, explicando-os no quadro de maneira sistematizada. Principais conceitos:

- Propriedades térmicas necessárias para substância do termômetro analógico
- Estabelecimento de pontos fixos
- Construção de escalas: divisão entre extremos, proporcionalidade das divisões e conversão entre escalas (construção do modelo geral de conversão e aplicação às escalas Fahrenheit e centígrado).

Com a apresentação da escala absoluta, o(a) professor(a) enfatiza que somente essa escala possui relação com as propriedades da matéria (grau de agitação as moléculas). Ao final, o(a) professor(a) retoma o Texto 1 e as discussões dos grupos e questiona se poderia haver uma escala universal para todo o globo terrestre e como isso afetaria o termômetro que representa essa escala.

Dando continuidade ao encontro anterior, o objetivo é discutir com a turma que o conhecimento científico é influenciado por vários fatores e, ainda que mais preciso que o

senso comum, é provisório. Ao final do Texto 2 é possível encontrar várias referências sobre a história da termometria que podem ajudar o(a) professor(a) a conduzir melhor a discussão.

3º momento: Sugerindo a atividade

Recorrendo ao final do Texto 2, o(a) professor(a) sugere que a turma pesquise por outros tipos de termômetro, não analógicos, e qual é nesse caso, “a substância que possui propriedade térmica”, como no caso dos termômetros utilizados durante a pandemia nas entradas das lojas.

TEXTO 1: A BRIGA DAS ESCALAS

Em dezembro de 1915, um senador norte-americano pediu a palavra ao Congresso e discursou:

- Vamos abolir a escala Fahrenheit! Nenhum homem que possui reputação se importará em defender que uma escala irracional e inconveniente como a Fahrenheit deve ser mantida! A única dúvida que resta é quão rápida ela deve ser abolida e substituída pela escala Centígrado.

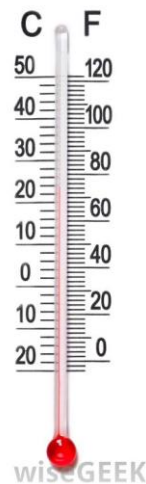
Ao final do discurso, o senador conclamou aos cientistas, à população em geral e ao Escritório de Padrões e Medidas que se unissem na troca da escala termométrica. Segundo ele, isso se justificava porque: (a) os demais países da América usavam a escala centrígrado; e (b) a divisão utilizada na escala Fahrenheit era irracional.

O discurso do senador foi reproduzido num jornal de assuntos científicos e acabou gerando controvérsias entre os cientistas.

Sabin, um desses cientistas, respondeu ao senador argumentando que: (a) irracional por irracional, toda escala de temperatura é, porque são todas arbitrárias; (b) se a escala Fahrenheit fosse inconveniente nunca teria sido usada, o que não é o caso já que as pessoas são acostumadas a ela; e (c) se o problema era a divisão da escala, a centrígrado era mais irracional ainda, pois é fracionada. Afinal, argumenta Sabin, parece que algumas pessoas pensam que o “centrígrado” tem relação como gramas ou litros, como por exemplo 15,5 gramas. Mas não. Uma temperatura de 15,5°C não tem nenhuma associação com a densidade da substância. Sabin ainda afirma: “uma escala é conveniente se você achar que é; é racional se suas divisões são tais que as quantidades comumente usadas podem ser expressas em unidades”. Além disso, termômetros serviam para, em 90% dos casos, meteorologia, caso em que a escala Fahrenheit serve bem.

Em resposta ao desprezo de Sabin pelo uso dos termômetros, e em apoio ao senador,

outro cientista, Alexander, argumentou que poucas estações meteorológicas ainda se baseavam na escala Fahrenheit, uma vez que ela não era adequada quando regiões a diferentes altitudes estão na mesma isoterma.³ Ele ainda afirma que, ainda que



muitos a usem, possivelmente poucos a compreendem, afinal, “Quando a temperatura está 64 °F, todos compreendem que ela está 32 graus acima do ponto de congelamento; por outro lado quando a temperatura está -32°F, isso significa que a temperatura está 64 graus abaixo do ponto de congelamento? A escala diz uma coisa e significa outra!”.

Alexander concorda que o fato de as divisões da escala Centrígrado serem o dobro da escala Fahrenheit ocasiona uma perda de precisão no valor das temperaturas. Entretanto, o fato de afirmarem que a escala Fahrenheit pode dar uma precisão de 1 décimo de grau não significa muito quando qualquer medida feita tem um erro aproximado de 1 grau.

Mas afinal, quem estaria mais correto? Por que precisamos adotar uma escala termométrica reconhecida pela maioria das pessoas? E, mais importante, do que depende uma escala termométrica e um termômetro?

Referências

JOHNSON, A. The centigrade thermometer. *Science*. v. 43, n. 1106, p. 342-343, 1916.

SABIN, A. The centigrade thermometer. *Science*. v. 43, n. 1114, p. 642, 1916.

³ Uma isoterma é uma região do espaço em que todos os corpos presentes estão a mesma temperatura.

MCALDIE, A. Thermometer scales. *Science*, v. 43, n. 1120, p. 854-855, 1916.
TEXTO 2: UM POUCO DE HISTÓRIA DO TERMÔMETRO

Diferentes tipos de termômetros foram construídos ao longo do tempo. Os termômetros italianos, por exemplo, fabricados durante o século 17, tinham poucas funções práticas e serviam como enfeites. Eram bolas coloridas que ficavam oscilando numa mistura de água e álcool (espírito do vinho). Conforme a temperatura da mistura variava, as bolas subiam ou desciam (*Você sabe explicar por que isso acontece?*). Como esses termômetros não possuíam escala, não podiam fornecer um valor comparativo, como o quanto um corpo estava mais quente do que outro. Apenas verificavam que estavam a uma temperatura diferente daquela do próprio termômetro.

No início do século 18, o construtor de instrumentos holandês, Daniel Fahrenheit utilizou dois pontos fixos para graduar um tubo de vidro preenchido com mercúrio. O processo de construção do termômetro não era simples. Precisava tirar o ar do tubo onde o mercúrio expandia, purificar o mercúrio e usar um vidro que não tivesse rugosidades na superfície (que poderiam dificultar a passagem do mercúrio). Isso não era simples em 1714! Como o mercúrio é mais sensível às mudanças de temperatura do que o álcool, era possível fazer uma escala com divisões pequenas. Para o início da escala (0°F), Daniel escolheu a temperatura em que se encontra uma mistura de água+gelo+sal. O ponto mais alto (100°F) foi escolhido como a temperatura do corpo humano. O termômetro de Fahrenheit foi bem recebido na Inglaterra, e nos países baixos, como a Holanda e a Bélgica. No restante do continente Europeu, a escala utilizada era a do construtor de instrumentos francês, Réaumur. No termômetro de Réaumur, a substância usada era o álcool, e os pontos fixos eram o ponto de congelamento (0°R) e de ebulição (80°R) da água. A escala de Réaumur era bem aceita em vários países, mas o fato de utilizar o álcool como

substância não permitia muita precisão nas divisões. Em 1742, o sueco Celsius propôs um termômetro de mercúrio, em que o 0°C seria o ponto de ebulição da água; e 100°C seu congelamento. O construtor do instrumento que ele contratou, achou que esta escala não era prática e, a pedido de um médico, inverteu os valores. Nessa escala, um grau termométrico seria a centésima parte da distância entre os pontos extremos da fusão e ebulição da água (escala centígrado). Além desses nomes citados aqui, várias outras propostas de termômetro foram construídas, adotando-se diferentes substâncias e pontos fixos. Havia uma profusão de escalas e todas dependiam de várias variáveis, como: o tipo de substância e suas propriedades térmicas; a qualidade do vidro e do capilar onde a substância expande; e as características e necessidades da sociedade que iria empregar o termômetro (*Será que um termômetro fabricado na Europa é adequado para o Brasil? Já pensou sobre isso?*).

Na segunda metade do século 18, com o avanço das metalurgias e a expansão das navegações para as colônias, houve pressão para que fossem fabricados instrumentos de medidas cada vez mais precisos. (*Você notou que nessa história tem mais fabricantes do que cientistas? Será que o conhecimento que esses fabricantes possuíam era o suficiente para entender como um termômetro funcionava?*) Felizmente, novas técnicas e conhecimentos permitiram purificar mais as substâncias e também fabricar vidros cada vez mais puros, principalmente na Inglaterra. É nesse contexto que os fabricantes ingleses chegam a produzir termômetros de mercúrio com uma precisão de 0,1°F, tornando essa escala presente na maioria dos países invadidos pela Inglaterra. Já nos demais países, se passou a usar a escala centígrado que, em 1948, vai mudar de nome para “escala

celsius”. (*Qual a escala adotada no Brasil? Será que é a mesma do país que “colonizou” essas terras?*)

Cada país cria seu próprio Escritório de Padrões e Medidas (é o caso do INMETRO, no Brasil). Esse escritório regulamenta quais unidades serão utilizadas e quando há algum tipo de interação com países de unidades diferentes, é feita uma conversão. Os padrões de medida e as tabelas de conversão são fundamentais para que seja possível fazer trocas, seja de mercadorias ou de conhecimento. Caso contrário, acabaríamos numa grande torre de Babel, em que cada um usa uma língua, e não conseguimos conversar. É por isso que nosso senador, do começo da história, quer mudar a escala dos EUA!

Avanços e mudanças

É claro que nem todo termômetro serve para medir de tudo. Por exemplo, se quero descobrir a temperatura de ebulição de um líquido que não é a água, não posso usar um termômetro cujo ponto máximo é a ebulição da água! Também é preciso pensar no material de que o termômetro é feito e se ele suporta a temperatura que pretendo medir. Em alguns casos, a dimensão do termômetro é muito maior do que a região que quero medir, e aí não serve. Ao longo do século 20, avanços na ciência chegaram na constituição da matéria, das moléculas ao átomo. Como medir a temperatura de uma molécula por exemplo, se nem a vejo? Fazendo considerações teóricas, atribui-se um valor para o estado de repouso das moléculas, ou seja, a temperatura está associada a um movimento e no caso desse movimento zerar, chega-se ao zero absoluto. A escala que considera o movimento das moléculas como referência, é a escala kelvin (K). Nessa escala, o zero absoluto é equivalente a uma temperatura de -273°C ! (*Frio, não?!*)

Ao associar a variação da temperatura ao movimento das moléculas, ou seja, à constituição dos materiais, é possível verificar que há diferentes formas de

conduzir calor em cada um deles. Vai depender do que são formados, da distância entre seus átomos e moléculas, etc.

Esse conhecimento vai levar a novos estudos e, conseqüentemente, na criação de novos termômetros. É o caso do termômetro digital, do de infravermelho, etc., que fazem parte do nosso presente.

Referências

- FELDMAN, T. Thermometer. In: HEILBRON, J. L. (ed.) **The Oxford Companion to the History of Modern Science**. Oxford: University Press, 2003. P. 799-800.
- PIRES, Denise Prazeres Lopes; AFONSO, Júlio Carlos; CHAVES, Francisco Artur Braun. Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1393-1400, 2006.
- SILVA, Jeany Eunice da. *O uso do termoscópio e da contextualização histórica na criação e aplicação de uma unidade didática para o ensino de termometria*. 2017. 127f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - UFRN, Natal, 2017.

3º Encontro: Como o calor se propaga?
(2 aulas – de 50 min)

Objetivos:

Conhecer as formas de propagação de calor;

Diferenciar os tipos de propagação de calor conforme a associação da variação de temperatura com as propriedades dos materiais (estado sólido, líquido e gasoso);

Experimentar as propagações por condução, convecção e irradiação por meio de práticas e algumas aplicações do cotidiano.

Conteúdos:

Propagação de calor

Estratégias:

1. Apresentação de situação problema e debate a partir de questões que serão abordadas pelo(a) professor;
2. Desenvolvimento de atividade experimental demonstrativa com perspectiva dialogada;
3. Abordagem expositivo-dialogada para a construção do conhecimento científico;
4. Sugestão de atividade com fins de estabelecimento de “feedback” em termos do que foi abordado.

Recursos:

Slides; computador; materiais para as práticas experimentais

Desenvolvimento

1º momento: Apresentando um problema

De início, o(a) professor(a) apresenta o texto abaixo aos seus estudantes:

Nestes tempos de pandemia da COVID-19, é muito comum nos depararmos em alguns estabelecimentos, com o termômetro digital infravermelho, instrumento que consegue medir a temperatura de nosso corpo instantaneamente, apenas aproximando-o do nosso corpo. Como será que o termômetro consegue medir a temperatura sem esse contato com o corpo?



A partir do problema apresentado o(a) professor(a) instiga a turma a refletir sobre o que visualizam na ilustração por meio das três questões que seguem

Questões:

1) Seria possível o instrumento realizar essa medida sem que haja esse contato entre os corpos?

Espera-se que a turma apresente a hipótese de que é possível haver a medida, uma vez que o calor pode se propagar não somente através do contato direto entre corpos. Após a exposição das ideias da turma, o(a) professor(a) sugere o próximo questionamento.

2) O que vocês imaginam que acontece entre o termômetro e o corpo durante esse processo de medição de temperatura?

É esperado que a turma mencione que o corpo emite radiação térmica para o termômetro, uma vez que também é possível o calor se propagar por meio de ondas. Após a exposição das ideias da turma, o(a) professor(a) faz outro questionamento

3) Existem formas variadas do calor “sair” de um corpo para outro corpo?

A expectativa é que a turma apresente as possibilidades de propagação do calor, para isso o(a) professor(a) ainda sugere a questão que segue

4) Será que o calor se propaga igualmente nos materiais líquidos, sólidos e gasosos?

Com a questão é esperado que a turma faça uma analogia com o que foi discutido no Texto 2, quando foi apresentado que o calor pode ser conduzido diferentemente nos corpos, a depender da composição do material que os constituem.

Após esse primeiro momento, o(a) professor(a) propõe uma atividade experimental que será demonstrativa, com o intuito de aprofundar o debate e provocar confrontos de ideias acerca de como o calor pode se propagar, para a partir das discussões organizar cientificamente o conceito de propagação de calor e suas formas.

2º momento: Organizando o Conhecimento

Na aula passada dissemos que há diferentes formas de conduzir calor, e que dependeria de como a variação da temperatura estaria associada às propriedades dos materiais, ou melhor, depende do que são formados, da distância entre seus átomos e moléculas, etc.

Vejamos três práticas para a partir delas entender como é que o calor pode se propagar

Prática 1: Condução de Calor

Objetivo: Compreender como ocorre o processo de condução de calor.

Materiais Utilizados:

- ✚ 1 base com haste de alumínio;
- ✚ 3 pregos;
- ✚ 2 velas e fósforo;

Montagem do experimento:

O(A) professor(a) fixará os pregos na haste de metal com uso da parafina da vela, de maneira que fiquem distanciados por aproximadamente 3 cm; após essa etapa a base deve ser posicionada de modo que as velas fiquem abaixo da extremidade livre da haste; o professor acende as velas e aguarda que os 3 pregos se desprendam da haste aquecida

Antes da realização da prática o(a) professor(a) mostra que os pregos estão presos por parafina e questiona:

Na opinião de vocês de que material é feito esta haste?

O que acontecerá quando aquecermos essa extremidade da haste?

Durante a prática o(a) professor(a) pergunta:

O que é que está acontecendo com os pregos que estão fixados na haste?

Eles caem igualmente e no mesmo instante? Por quê?

Após a prática o(a) professor(a) pergunta:

Por qual motivo os pregos se desprenderam um a um, da extremidade da haste a partir de onde ela está fixa?

Observação: espera-se com as questões que haja um debate entre a turma e o(a) professor(a) e que este conduza as discussões, enquanto for apresentando as questões supracitadas. O objetivo é que a turma entenda que o calor se propaga pela haste, da extremidade para a base, o que pode ficar evidenciado com a queda dos pregos; que devido à propagação do calor pelas moléculas que se encontram na extremidade da haste, há um aumento da sua agitação, a qual

é transmitida (conduzida) para as outras moléculas no sentido da extensão da haste, o que explica o fato dos pregos caírem neste sentido da propagação e um de cada vez.

Prática 2: Convecção de Calor

Objetivo: Compreender como ocorre o processo de convecção de calor.

- ✚ 1 vela e fósforo;
- ✚ 1 tesoura;
- ✚ 1 prendedor de roupas
- ✚ 1 palito de churrasco;
- ✚ 1 espiral desenhada numa cartolina

Montagem do experimento:

O(A) professor(a) inicia cortando a espiral com uso da tesoura; fixará uma das extremidades do palito de churrasco no prendedor, obtendo uma base que servirá de apoio para colocar a espiral. Colocando a vela nas proximidades da espiral, o(a) professor(a) acende a vela e espera o tempo que a espiral começará a circular em torno do palito.

Antes da prática o(a) professor(a) questiona:

O que acontecerá com essa espiral quando acendermos a vela que se encontra em suas proximidades?

Durante a prática o(a) professor(a) pergunta:

O que é que está acontecendo com a espiral?

Após a prática o(a) professor(a) pergunta:

O que será que provocou o movimento da mesma? Será que tem relação com a vela acesa em suas proximidades?

Observação: espera-se com as questões que haja um debate entre a turma e o(a) professor(a) e que este(a) conduza as discussões, enquanto for apresentando as questões supracitadas. O objetivo é que os estudantes entendam que o calor é o responsável pelo giro da espiral, uma vez que o ar quente nas proximidades da vela, sobe, e o ar frio que se encontra mais distante da vela, desce; com isso correntes de ar surgem e fazem a espiral se movimentar em torno do eixo do palito. Ou seja, o calor é propagado por convecção.

Prática 3: Irradiação de Calor

Objetivo: Compreender como ocorre o processo de irradiação de calor.

Materiais Utilizados:

- ✚ 2 pedras de gelo;

- ✚ 1 cartão de papel na cor branca;
- ✚ 1 cartão de papel na cor preta;

Montagem do experimento:

O(A) professor(a) colocará as duas pedras de gelo sobre a bancada e as cobre com os cartões; uma pedra de gelo será coberta com o cartão na cor preta, e outra pedra de gelo será coberta com o cartão na cor branca. Com isso o professor desenvolve a prática e espera que as pedras de gelo se derretam.

*Também é possível realizar este experimento usando recipientes encapados no interior com forro preto e forro branco, onde serão colocadas as pedras de gelo.

Antes da realização da prática o(a) professor(a) questiona:

O que acontecerá com estas pedras de gelo deixadas na mesa?

Se colocarmos sobre elas estes cartões, na opinião de vocês, as pedras de gelo derretem em tempos iguais?

Durante a prática o(a) professor(a) pergunta:

Qual das pedras de gelo derrete primeiro?

Será que a cor do cartão tem relação com o derretimento do gelo? Por quê?

Após a prática o(a) professor(a) pergunta:

Por qual motivo a pedra de gelo que se encontra embaixo do cartão preto derreteu primeiro que a outra pedra, que está embaixo do cartão branco?

Observação: espera-se com as questões que haja um debate entre a turma e o(a) professor(a) e que este conduza as discussões, enquanto for apresentando as questões supracitadas. O objetivo é que os estudantes entendam que o cartão preto absorve mais calor que o cartão branco, o que está relacionado com a quantidade de luz refletida e/ou absorvida pelos cartões. Com isso as moléculas do cartão preto estando mais “agitadas” do que as moléculas do cartão branco, essas irradiam mais calor para pedra de gelo que se encontra embaixo desse cartão. Ou seja, o calor é propagado por irradiação.

Atenção:

- Os materiais usados nas práticas serão unicamente de uso do(a) professor(a), uma vez que a ideia é que se faça a demonstração experimental;
- Os links pra você, professor(a) se basear na construção dos experimentos que serão demonstrados nas 3 práticas estão disponíveis em:

✚ [Condução de Calor \(Prof. Paulo Spachi\) - YouTube;](#)

✚ [Aula Experimento Física - Termodinâmica - Movimento por convecção \(espiral giratório\) - YouTube;](#)

✚ [IRRADIAÇÃO TÉRMICA | Descubra como as cores reagem quando recebem luz! 😊 - YouTube](#)

Após a realização do debate e reflexões sobre as hipóteses dos estudantes nas três práticas, o(a) professor(a) sistematizará e conduzirá as discussões de forma apresentar as definições de como o calor se propaga: condução, convecção e irradiação, organizando assim o conhecimento científico sobre as formas de propagação de calor.

Conceitos- chave: Transferência de Calor

Propagação de Calor: O calor pode se propagar de três maneiras, que dependem das propriedades dos materiais e seu estado físico (sólido, líquido ou gasoso), ou se propaga por ondas eletromagnéticas.

- Condução Térmica: É o processo de transferência de energia térmica (calor) em sólidos, a propagação de calor se dá por vibração das partículas vizinhas, estas partículas estão ligadas através de uma rede cristalina. O calor se propaga sem transporte da matéria. A transmissão de calor se dá de partícula por partículas em consequência da agitação das partículas (moléculas) mais próximas a fonte de calor.
- Convecção Térmica: É o processo de transferência de energia térmica (calor) em fluídos (líquidos e gases); o calor se propaga no meio e provoca uma corrente de convecção que acarreta num deslocamento da massa aquecida, que por consequência cria uma brisa no sentido contrário ao sentido do calor.
- Irradiação Térmica: É o processo de transferência de energia térmica que pode ocorrer sem contato direto entre os corpos; o calor se propaga através de ondas eletromagnéticas. O calor é transmitido através de “energia radiante” e não necessita de contato para se propagar.

A apresentação dos conceitos deve acontecer com uso de slides produzidos pelo(a) professor(a).

Após a etapa de apresentação do conceito de propagação e suas formas, o(a) professor(a) sugere a seguinte atividade

3º momento: Sugerindo a atividade

Com as discussões realizadas na aula, o(a) professor(a) finaliza o encontro sugerindo que os estudantes façam um relato do que ficou entendido com as três práticas por demonstradas, enfatizando detalhes de como o calor se propagou em cada uma delas.

4º Encontro: Avaliação da sequência
(1 aula - 50 min)

Objetivos:

Aplicar os conhecimentos adquiridos numa situação problema do cotidiano;
Realizar estimativas e projeções.

Conteúdos:

Aquisição da temperatura por irradiação

Estratégias:

1. Apresentação da situação problema
2. Interação dialógica para planejamento e solução da situação problema

Recursos:

Slides; computador

Desenvolvimento

1º momento: Apresentando um problema

O professor irá apresentar a seguinte situação problema.

Situação problema: Estou ou não com COVID?

Seguindo as recomendações do Ministério da Saúde, durante a pandemia Ana só vai para a academia quando está se sentindo bem e usando máscara. Ao chegar na academia, ela precisa medir sua temperatura, colocando o pulso sobre um sensor. Ela observa que na tela abaixo do sensor está a temperatura de 36.3 °C. Quando coloca o pulso sobre o sensor, um apito toca, a tela fica vermelha e aparecem os símbolos “lo”. Agoniada, Ana não sabe se poderá ou não entrar, já que não consegue saber se está à temperatura normal. A recepcionista sugere que, ao invés do pulso, Ana aproxime a testa do sensor. Quando ela faz isso, aparece 35.9 °C na tela, fica verde e desbloqueia a entrada na academia.

2º momento: Organizando o Conhecimento

Objetivo: organizar os argumentos para determinar se o processo de medição de temperatura recomendado é suficiente para a proteção durante a pandemia

Após a apresentação da situação problema, o(a) professor(a) separa a turma em grupos, e pede que respondam as seguintes questões:

Questão 1: como o sensor capta a temperatura do meio ambiente e do corpo humano?

Questão 2: por que mudar a parte exposta no sensor resolveu o impasse da entrada?

Questão 3: que variáveis podem impactar na precisão do sensor de temperatura nessa situação?

Questão 4: considerando suas respostas anteriores, e o fato de que em muitos casos a COVID é assintomática, a medição de temperatura na entrada dos estabelecimentos é uma medida suficiente e válida para reduzir a propagação do vírus?

3º momento: Avaliando os conhecimentos

O(A) professor(a) irá acompanhar as discussões geradas nos grupos, interagindo e sugerindo, para avaliar as principais dúvidas e a aplicação dos conhecimentos discutidos nas aulas anteriores.

Leituras sugeridas aos professores e professoras

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 4, p. 835-854, 2011.

- AXT, Rolando; BRÜCKMANN, Magale Elisa. O conceito de calor nos livros de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 6, n. 2, p. 128-142, 1989.
- BOLTON, Henry Carrington. **Evolution of the thermometer. 1592-1743**. Easton: The Chemical Publishing, 1900.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- CINDRA, José Lourenço; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baierl. Calor e temperatura e suas explicações por intermédio de um enfoque histórico. In: MARTINS, R. A.; MARTINHS, L. A. C., P.; SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H. (Eds.). **Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro**. Campinas: AFHIC, 2004, p. 240-248. (ISBN 85-904198-1-9).
- CORREIA, Jornandes Jesús. Definições de temperatura em fontes didáticas. **Revista Binacional Brasil-Argentina**, v. 6, n. 1, p. 201-220, 2017.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 125-150.
- FARIA, Filipe Pereira; CARNEIRO, Marcelo Carbone. O papel da experimentação na história do ensino de Física no Brasil. **Debates em Educação**, v. 12, n. 26, p. 36-51, 2020.
- FELDMAN, Theodore S. Thermometer. In: HEILBRON, J. L. (ed.). **The Oxford Companion to the History of Modern Science**. Oxford: University Press, 2003, p. 799-800.
- GASPAR, Alberto. Física. Volume único. 1ª ed. São Paulo: Ática, 2013.
- GEHLEN, Simoni Tormöhlen; MALDANER, Otavio Aloisio; DELIZOICOV, Demétrio. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012
- HEWITT, Paul G. **Física conceitual** [recurso eletrônico] / Paul G. Hewitt; tradução: Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 12. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-341-3
- MARTINS, Jose Roberto Serra Martins. Temperatura: da sensação à mensuração. Seminário nacional de História da ciência e da Tecnologia, 14º, **Anais Eletrônicos [...]** Belo Horizonte: UFMG, 2014.
- MAXWELL, James Clark. **Theory of heat**. 9th ed. New York: Dover, 1891. 364p.
- NUSSENZVIEG, Herch Moysés. **Curso de física básica, 2: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2011. ISBN 978-85-212-0747-4.
- PINTO, Ingrid K. L; SILVA, Ana Paula B. As leis da termodinâmica, Sadi Carnot e as transformações sociais. **Física na Escola**, v. 16, n. 1, 2018.

PIRES, Denise Prazeres Lopes; AFONSO, Júlio Carlos; CHAVES, Francisco Artur Braun. Do termoscópio ao termômetro digital: quatro séculos de termometria. **Química Nova**, v. 29, p. 1393-1400, 2006.

SILVA, Ana Paula B.; FORATO, Thaís C. M.; GOMES, José Leandro de A. M. C. Concepções sobre a natureza do calor em diferentes contextos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 492-537, 2013.

THOMSON, William. A escala termométrica absoluta baseada na teoria da potência motriz de Carnot e calculada a partir das observações de Regnault. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, p. 487-490, 2007.