

**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**PPG**   
ensino de física

Silvio Luiz Rutz da Silva  
André Vitor Chaves de Andrade  
André Maurício Brinatti  
Antônio Sérgio Magalhães de Castro  
Jeremias Borges da Silva  
(organizadores)

**Rosivete Dos Santos Romaniuk**  
**Julio Flemming Neto**



**Uma Sequência Didática Abordando a**  
**Eficiência Energética:**  
**Economizando Energia na Cozinha**  
**Caderno de Ensino**

**SÉRIE**  
**Produtos Educacionais em Ensino de Física**

**UEPG - PROPESP**

SÉRIE:  
**PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

Volume 31 Tomo I

ROSIVETE DOS SANTOS ROMANIUK

JULIO FLEMMING NETO

Uma Sequência Didática  
Abordando a Eficiência  
Energética: Economizando  
Energia na Cozinha. Caderno  
de Ensino

Silvio Luiz Rutz da Silva  
André Maurício Brinatti  
André Vitor Chaves de Andrade  
Antônio Sérgio Magalhães de Castro  
Jeremias Borges da Silva

(ORGANIZADORES)

## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**

Prof. Dr. Miguel Sanches Neto  
**REITOR**

Prof. Dr. Everson Augusto Krum  
**VICE-REITOR**

Profa. Dra. Edina Schimanski  
**PRÓ-REITOR DE EXTENSÃO E ASSUNTOS CULTURAIS**

Prof. Dr. Giovani Marino Favero  
**PRÓ-REITOR DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO**

### **PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MNPEF - POLO 35 – UEPG MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

#### *Colegiado*

Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (Coordenador)  
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (*Vice-Coordenador*)  
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (*Titular*)  
Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro (*Titular*)  
Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva (*Titular*)  
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (*Suplente*)  
Prof. Dr. Marcelo Emilio (*Suplente*)

SÉRIE:

### **PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

## **CONSELHO EDITORIAL**

SÉRIE:

### **PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

Prof. Dra. Agueda Maria Turatti (FURG)  
Prof. Dr. André Maurício Brinatti (UEPG)  
Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade (UEPG)  
Prof. Dr. Antonio Sérgio Magalhães de Castro (UEPG)  
Prof. Dr. Clodogil Fabiano Ribeiro dos Santos (UNICENTRO)  
Prof. Dr. Fabio Augusto Meira Cássaro (UEPG)  
Prof. Dr. Gérson Kniphoff da Cruz (UEPG)  
Prof. Dr. Gustavo Vinicius Bassi Lukasiewicz (UTFPR)  
Prof. Dra. Iramaia Jorge Cabral de Paulo (UFMT)  
Prof. Dra. Jaqueline Aparecida Ribaski Borges (FATEB)  
Prof. Dr. Jeremias Borges Da Silva (UEPG)  
Prof. Dr. Júlio Flemming Neto (UEPG)  
Prof. Dr. Lucas Stori de Lara (UEPG)  
Prof. Dr. Luiz Américo Alves Pereira (UEPG)  
Prof. Dr. Luiz Antônio Bastos Bernardes (UEPG)  
Prof. Dr. Marcelo Emilio (UEPG)  
Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin (UPF)  
Prof. Dr. Mário Jose Van Thienen Silva (UTFPR)  
Prof. Dr. Michel Corci Batista (UTFPR)  
Prof. Dr. Paulo Cesar Facin (UEPG)  
Prof. Dr. Rafael Ribaski Borges (UTFPR)  
Prof. Dr. Ricardo Costa de Santana (UFG)  
Prof. Dr. Romeu Miqueias Szmoski (UTFPR)  
Prof. Dra. Rosemari Monteiro Castilho Foggatto Silveira (UTFPR)  
Prof. Dra. Shalimar Calegari Zanatta (UNESPAR)  
Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz Da Silva (UEPG)

Ficha catalográfica



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons  
Atribuição -Não Comercial- Compartilha Igual 4.0 Internacional.

# PREFÁCIO

Durante as últimas décadas, no Brasil se tem conseguido avanços significativos em relação a alfabetização científica, em especial na área do Ensino de Física, nos diversos níveis de ensino, entretanto continua pendente o desafio de melhorar a qualidade da Educação em Ciências. Buscando superar tal desafio a Sociedade Brasileira de Física (SBF) implementou o Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) que se constitui em um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física, resultando em uma ação que engloba diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País.

O objetivo do MNPEF é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

A abrangência do MNPEF é nacional e universal, ou seja, está presente em todas as regiões do País, sejam elas localizadas em capitais ou estejam afastadas dos grandes centros. Fica então clara a necessidade da colaboração de recursos humanos com formação adequada localizados em diferentes IES. Para tanto, o MNPEF está organizado em Polos Regionais, hospedados por alguma IES, onde ocorrerem as orientações das dissertações e são ministradas as disciplinas do currículo.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa, por meio de um grupo de professores do Departamento de Física, faz parte do MNPEF desde o ano de 2014 tendo nesse período proporcionado a oportunidade de aperfeiçoamento para quarenta e cinco professores de Física da Educação Básica, sendo que desses quinze já concluíram o programa tornando-se Mestres em Ensino de Física.

A Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física**, que ora apresentamos, consta de vários volumes que correspondem aos produtos educacionais derivados dos projetos de dissertação de mestrado defendidos. Alguns desses volumes são constituídos de mais de um tomo.

Com essa série o MNPEF - Polo 35 - UEPG, não somente busca entregar materiais instrucionais para o Ensino de Física para professores e estudantes, mas também pretende disponibilizar informação que contribua para a identificação de fatores associados ao Ensino de Física

a partir da proposição, execução, reflexão e análise de temas e de metodologias que possibilitem a compreensão do processo de ensino e aprendizagem, pelas vias do ensino e da pesquisa, resultado da formação de docentes pesquisadores.

A série é resultado de atividade reflexiva, crítica e inovadora aplicada diretamente à atuação profissional do docente, na produção de conhecimento diretamente associado à prospecção de problemas e soluções para o ensino-aprendizagem dos conhecimentos em Física, apresentando estudos e pesquisas que se propõem com suporte teórico para que os profissionais da educação tenham condições de inovar sua prática em termos de compreensão e aplicação da ciência.

A intenção é que a Série: **Produtos Educacionais em Ensino de Física** ofereça referências de propostas de Ensino de Física coerentes com as estruturas de pensamento exigidas pela ciência e pela tecnologia, pelo exemplo de suas inserções na realidade educacional, ao mesmo tempo que mostrem como se pode dar tratamento adequado à interdependência de conteúdo para a formação de visão das interconexões dos conteúdos da Física.

***Prof. Dr. Silvio Luiz Rutz da Silva***

***Prof. Dr. André Maurício Brinatti***

***Prof. Dr. André Vitor Chaves de Andrade***

***Prof. Dr. Antônio Sérgio Magalhães de Castro***

***Prof. Dr. Jeremias Borges da Silva***

*Organizadores*

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	08
INTRODUÇÃO .....	10
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA .....	11
MATERIAL DE APOIO .....	19
ORIENTAÇÕES METODOLÓGICA .....	20
METODOLOGIA .....	21
AULA 01 .....	22
AULAS 02 & 03 .....	25
AULA 04 .....	27
AULA 05 .....	29
AULAS 06, 07 & 08 .....	31
AULAS 09 & 10 .....	33
AULA 11 .....	35
REFERÊNCIAS .....	36

## APRESENTAÇÃO

Caro Professor (a)

A Física, segundo nossas expectativas de aprendizagem, é uma Ciência composta por um quadro teórico fundamentado em: princípios, teorias, leis, conceitos e definições. Esse quadro quando interligados, dão coesão teórica e permitem explicar, cientificamente, fenômenos que vão desde a estrutura microscópica da matéria, como sua constituição e propriedades físicas, até o mundo macroscópico, como astros e galáxias. Portanto, espera-se que tal conhecimento físico venha a contribuir para o aluno compreender e explicar os micro e macro fenômenos físicos presentes no mundo e principalmente em seu cotidiano. (PARANÁ, 2012).

Desse modo ao refletirmos sobre a utilização de equipamentos em nosso dia a dia como, garrafas térmicas, fornos elétricos, geladeiras, liquidificador, panela de pressão, micro-ondas, entre tantos outros, percebemos o quão rica é em conceitos científicos e qual válido é entender esses conceitos. Além de serem produtos tecnológicos resultantes de necessidades e adequações do homem. (MIGLIAVACCA & WITTE, 2014)

Quanto a efetivação da aprendizagem significativa, (SILVA & SCHIRLO, 2014, p. 41) com base nas concepções de Ausubel, Novak e Hanesian explica que:

*A aprendizagem significativa se efetiva quando uma nova ideia/conceito se associa, de forma substantiva (não literal) e não arbitrária (não aleatória), ao conhecimento prévio de mesma natureza que o aprendiz já possui em sua estrutura cognitiva.*

Sendo assim esta proposta objetiva uma formação científica, histórica e humana, possibilitando ao aluno ter uma participação crítica e argumentativa na sociedade em que vive. Objetiva também proporcionar a você professor (a) uma estrutura acessível, condizente com a realidade e entendimento ao estudante, daquilo que se faz em sala de aula.

Aqui você encontrará um material de apoio e algumas sugestões sobre como trabalhar alguns conceitos físicos articulados ao dia a dia de nossos alunos, para economia de Energia – Com questionamento motivacional - através de um contexto atrativo, Economia de energia na cozinha, segundo a lei de resfriamento de Newton, embora poucos livros deem ênfase a esse segmento. Os instrumentos utilizados aqui serão equipamentos básicos de laboratório, de uso doméstico, assim como, o aparelho de micro-ondas, utilizado em algumas residências e demais estabelecimentos. Espero que com este trabalho nossos estudantes entendam e assimilem, através de análises de dados obtidos, os conceitos e teorias da disciplina de Física e compreendam seus resultados, que muitas vezes o sabem empiricamente, porém sem embasamento teórico.

E por fim, que consiga entender o significado da disciplina de Física e perceba sua contribuição em diversos momentos de seu cotidiano. Se isso ocorrer, realmente o processo foi válido e, é esse o objetivo desta unidade didática.

Os autores

## INTRODUÇÃO

Uma das preocupações de David Ausubel foi construir uma teoria de ensino que contribuísse no desempenho do professor em sala de aula, tornando suas aulas mais significativas no contexto atual da educação. Para que haja aprendizagem significativa se faz necessário estabelecer uma relação entre o que será aprendido e aquilo que o aluno já sabe, também conhecido como conhecimento prévio (subsunção).

A estrutura cognitiva dos alunos deve além de identificar, associar um conhecimento da realidade onde esse aluno está inserido com os conceitos amplos de cada disciplina.

*Entende-se, então, que a Física, tanto quanto as outras disciplinas, deve educar para a cidadania e isso se faz considerando a dimensão crítica do conhecimento científico sobre o Universo de fenômenos e a não-neutralidade da produção conhecimento, mas seu comprometimento e envolvimento com aspectos sociais, políticos, econômicos e culturais. (PARANÁ, 2008, p. 50)*

A presente proposta busca oportunizar ao aluno uma participação ativa e construtiva, utilizando o método dos 3 momentos pedagógicos onde a manipulação do experimental em complementariedade com a matemática seja um instrumento fundamental para a aprendizagem significativa dos conceitos físicos aplicados. Ensinar não é transferir conhecimento, não só deve ser aprendido por educadores e educandos, mas também precisa ser vivido (FREIRE, 1996).

Desse modo a ruptura da curiosidade ingênua para a curiosidade epistemológica é uma das metas da Problematização Inicial dos 3 Momentos Pedagógicos (3MPs), a qual busca despertar o interesse do aluno para a aquisição de novos conhecimentos que ainda não detém (MUENCHEN & DELIZOICOV, (2012).

Ao criar provocações, o professor tem a intenção de fazer o aluno duvidar da sua própria resposta, ao perceber a necessidade da construção de novos conhecimentos para a resposta correta, porém com base científica, para explicações da situação problematizadora proposta nos 3MPs (GEHLEN, MALDANER & DELIZOICOV, 2012).

Desta forma o material desenvolvido foi idealizado pensando em abordar o tema economia de energia na cozinha, demonstrando a eficiência energética e a utilização da lei de resfriamento de Newton para aulas experimentais. Desse modo, procurando aproximar o aluno das bases científicas e mudar seu comportamento em relação ao senso comum.

## EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

### LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON

A Lei do resfriamento de Newton (WIKIPÉDIA, 2017), expressa que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e a vizinhança enquanto estiver sob efeito de uma brisa.

Com isso, é equivalente para a expressão que o coeficiente de transferência de calor, que intermedeia entre a perda de calor e as diferenças de temperatura, é uma constante. Geralmente essa condição é verdadeira para conduções térmicas (garantidas pela lei de Fourier), mas frequentemente ela é aproximadamente verdadeira em condições de transferência de calor por convecção, onde uma série de processos físicos tornam o coeficiente de transferência de calor eficaz quando for dependente das diferenças de temperatura. Por fim, para o caso de transferência de calor por radiação térmica, a lei de resfriamento de Newton não é verdadeira.

Isaac Newton não declarou sua lei na forma acima em 1701, quando foi originalmente formulada. Preferencialmente, usando os termos atuais, Newton notou depois de algumas manipulações matemáticas que a taxa de mudança de temperatura de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e sua vizinhança.

Essa versão final simplificada da lei, dada pelo próprio Newton, em parte era devido à confusão no tempo de Newton entre os conceitos de calor e temperatura, o que não seria totalmente "desembaraçado" até muito tempo depois.

Quando declarada em termos da diferença de temperatura, a Lei de Newton (com muitas premissas simplificadas posteriormente, como o número Biot e independência da capacidade calorífica e da temperatura) resulta em uma simples equação diferencial para diferença de temperatura como uma função do tempo. Essa equação tem uma solução que especifica uma simples taxa exponencial negativa para o decaimento da diferença de temperatura ao longo do tempo.

Essa característica função do tempo para o comportamento da diferença de temperatura é associada também com a lei de resfriamento de Newton.

Lei do resfriamento de Newton expressa que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e a vizinhança enquanto estiver sob efeito de uma brisa. Com isso, é equivalente para a expressão que o coeficiente de transferência de calor, que intermedeia entre a perda de calor e as diferenças de temperatura, é uma constante. Geralmente essa condição é verdadeira para conduções térmicas (garantidas pela lei de Fourier), mas frequentemente ela é aproximadamente verdadeira em condições de transferência de calor por convecção, onde uma série de processos físicos torna o coeficiente de transferência de calor eficaz quando for dependente das diferenças de temperatura.

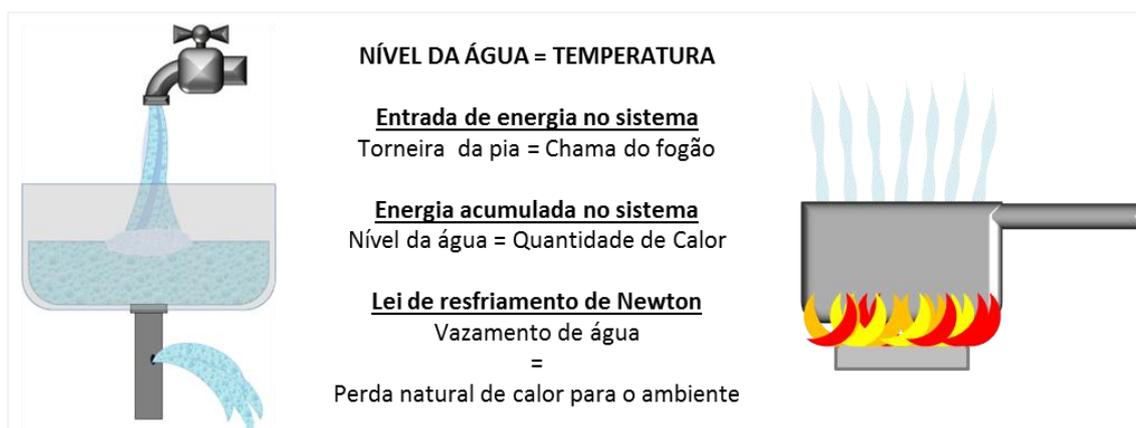
Por fim, para o caso de transferência de calor por radiação térmica, a lei de resfriamento de Newton não é verdadeira. Isaac Newton não declarou sua lei na forma acima em 1701, quando foi originalmente formulada.

Preferencialmente, usando os termos atuais, Newton notou depois de algumas manipulações matemáticas que a taxa de mudança de temperatura de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e sua vizinhança. Essa versão final simplificada da lei, dada pelo próprio Newton, em parte era devido à confusão no tempo de Newton entre os conceitos de calor e temperatura, o que não seria totalmente "desembaraçado" até muito tempo depois.

Quando declarada em termos da diferença de temperatura, a Lei de Newton (com muitas premissas simplificadas posteriormente, como o número Biot e independência da capacidade calorífica e da temperatura) resulta em uma simples equação diferencial para diferença de temperatura como uma função do tempo. Essa equação tem uma solução que especifica uma simples taxa exponencial negativa para o decaimento da diferença de temperatura ao longo do tempo.

Essa característica função do tempo para o comportamento da diferença de temperatura é associada também com a lei de resfriamento de Newton.

### ANALOGIA



Fonte: Autora.

### TEMPERATURA

A temperatura é uma das sete grandezas fundamentais do SI. Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin, cuja unidade é o Kelvin (K). Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior; essa temperatura limite é tomada como o zero da escala Kelvin de temperatura. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins (290 K).

Quando o universo começou, há 13,7 bilhões de anos, sua temperatura em era a ordem de  $10^{30}$  K. Ao se expandir, o universo esfriou e hoje a temperatura média é aproximadamente 3 K. Aqui na Terra a temperatura é um pouco maior porque vivemos nas vizinhanças de uma estrela. Se não fosse o Sol, também estaríamos a 3K (ou melhor, não existiríamos)

A temperatura é proporcional à energia cinética média translacional (movimento linear de ida e volta) por partícula que forma a substância. Para o caso de um líquido nos referimos a

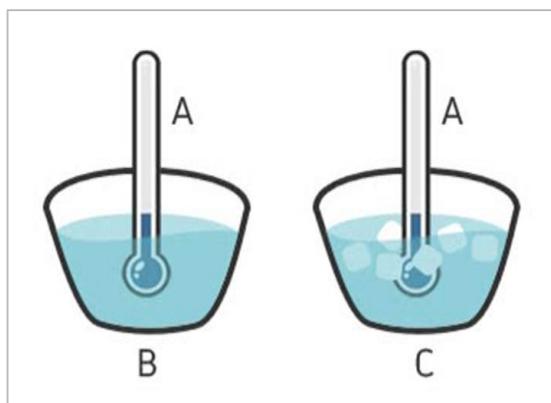
rapidez com a qual deslizam e passam ziguezagueando umas pelas outras;

A temperatura não depende da quantidade de substância da amostra, ou seja, se derrarmos a metade de um copo com água quente, a água restante não variará sua temperatura, porém terá metade da sua energia térmica, pois resta apenas metade das moléculas de água que havia inicialmente.

Ao medir a temperatura de um objeto com o termômetro comum, ocorre um fluxo de energia térmica entre objeto e termômetro cuja temperatura deseja-se medir. Quando medimos a temperatura de um objeto, estamos realmente lendo a temperatura, pois quando termômetro e objeto tiverem a mesma energia cinética média por partícula, eles encontrarão o equilíbrio térmico.

### **A LEI ZERO DA TERMODINÂMICA**

Se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo T, A e B estão em equilíbrio térmico entre si. Em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: “Todo corpo possui uma propriedade chamada de temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais e vice-versa”.



FONTE: <https://www.todamateria.com.br/lei-zero-da-termodinamica/>. Acesso em 20 de Dez de 2019.

Usamos a lei zero constantemente no laboratório. Quando desejamos saber se os líquidos em dois recipientes estão à mesma temperatura, medimos a temperatura de cada um com um termômetro: não precisamos colocar os dois líquidos em contato e observar se estão ou não em equilíbrio térmico.

### **CALOR**

Calor é a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

A variação de temperatura se deve a uma mudança da energia térmica. Esta energia térmica é a energia interna que consiste na energia cinética e na energia potencial associada aos

movimentos aleatórios dos átomos, moléculas e outros corpos microscópicos que existe no interior de um objeto, do sistema por causa da troca de energia entre o sistema e o ambiente.

A energia transferida é chamada de calor. O calor é positivo se a energia é transferida do ambiente para a energia térmica e simbolizada pela letra Q (calor absorvido pelo sistema). O calor é negativo quando a energia é transferida da energia térmica do sistema para o ambiente (calor cedido ou perdido pelo o sistema).

### **ESCALAS DE TEMPERATURA**

A escala de temperaturas mais usada no mundo - escala Celsius em homenagem ao astrônomo sueco Anders Celsius (1701-1744), que propôs pela primeira vez uma escala com 100 partes iguais (graus) entre o ponto de congelamento e o ponto de ebulição da água. O zero (0) foi o número escolhido para a temperatura em que a água congela, e o número 100 para a temperatura na qual a água ferve (sob a pressão atmosférica normal).

A escala de temperatura mais usada nos Estados Unidos - escala Fahrenheit em homenagem ao físico alemão G.D. Fahrenheit (1686 – 1736), que a propos. O número 32 nesta escala - temperatura de congelamento da água e o número 212 à temperatura de ebulição da água. Quando os Estados Unidos passarem a usar o sistema métrico, a escala Fahrenheit se tornará obsoleta.

A escala de temperatura absoluta é chamada de escala Kelvin em homenagem ao físico e matemático britânico do século XIX Willian Thomson o primeiro barão Kelvin. O zero absoluto corresponde a 0 K (abreviação de “zero Kelvin”, sem uso da palavra “grau”).

*O zero absoluto não é a temperatura mais fria que se pode atingir. Ela é a temperatura mais fria da qual se pode aproximar.*

### **CALOR ESPECÍFICO**

O Calor específico (c) é a capacidade térmica específica, ou a capacidade térmica (C) por unidade de massa (m):

$$c = \frac{C}{m}$$

A unidade de calor, a caloria, foi definida originalmente como a quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um grama de água em um grau Celsius.

### **CALORIAS**

Reconhecendo o calor como uma unidade de medida de transferência de energia, definimos calorias em termos da unidade SI de energia, o joule:

$$1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J}$$

A unidade americana usual para o calor é o Btu<sup>1</sup> (British thermal unit). O Btu está relacionado a caloria e ao joule por:

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal} = 1,054 \text{ kJ}$$

### QUANTIDADE DE CALOR

A caloria é definida atualmente como a quantidade de calor necessária para elevar de 14,5° C a 15,5° a temperatura de 1g de água. Para que 1 kg de água sofra essa mesma elevação de temperatura, é necessário fornecer-lhe 10<sup>3</sup> cal (calorias) = 1 kcal (quilocalorias), pois a quantidade de calor necessária, se os demais fatores permanecerem os mesmos, é proporcional à massa da substância. A “caloria” empregada na nutrição corresponde na verdade a 1 kcal.

A quantidade de calor necessária para elevar a 1° C a temperatura de 1 g de uma dada substância chama-se calor específico da água  $c$  dessa substância:  $c$  é medido em cal/g°C.

O calor específico varia geralmente com a temperatura; assim, no intervalo entre 0° C e 1°C, o calor específico da água é 1,008 cal/g°C; na prática, neste caso, podemos desprezar tal variação.

Se tivermos  $m$  gramas de uma substância pura de calor específico  $c$ , a quantidade de calor  $\Delta Q$  necessária para elevar sua temperatura de  $\Delta T$  é:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

Onde:  $C = m \cdot c$  chama-se a capacidade térmica da amostra considerada (mede-se em cal/°C). A capacidade térmica de um sistema formado de  $m_1$  gramas de uma substância de calor específico  $c_1$ ,  $m_2$  de calor  $c_2$ , etc....é:

$$C = m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2 + \dots$$

Se o intervalo de temperatura entre a temperatura inicial  $T_i$  e a temperatura final  $T_f$  é suficientemente grande para que seja preciso levar em conta a variação do calor específico com a temperatura,  $c = c(T)$ , a equação:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

É substituída por:

$$\Delta Q = m \int_{T_i}^{T_f} c(T) dT \equiv m\bar{c}(T_f - T_i)$$

---

<sup>1</sup> Unidade térmica britânica, definida originalmente como a quantidade de energia necessária para aumentar a temperatura de 1 libra de água em 1° F.

Onde  $\bar{c}$  é, por definição, o calor específico médio entre as temperaturas inicial  $T_i$  e  $T_f$ .

### ENERGIA INTERNA

A energia interna ( $U$ ) de um sistema pode ser definida como a soma da energia cinética com a energia potencial das partículas constituintes do sistema. Considere um gás ideal. Como por definição de um gás ideal a energia potencial das partículas constituintes do sistema é igual à zero, concluímos que a energia interna de um gás ideal é dada somente pela energia cinética das partículas constituintes do sistema. O calor  $Q$  é uma energia trocada entre o sistema e suas vizinhanças. O calor  $Q$  é uma energia térmica, geralmente produzida por combustão, trocada entre o sistema e suas vizinhanças. Contudo, o calor  $Q$ , não é necessariamente, gerado por uma combustão. É qualquer energia em trânsito trocada entre o sistema e suas vizinhanças. Qualquer energia em trânsito  $Q$  que entra no sistema produz aquecimento do sistema, ou seja, dizemos que quando o calor  $Q$  entra em um sistema sua energia interna aumenta. Quando o calor  $Q$  sair de um sistema sua energia interna diminui.

A energia interna é uma função de estado que geralmente depende da Temperatura e do volume. Uma função de estado depende das grandezas de estado, aquelas que são definidas no estado de equilíbrio do sistema e grandezas que não são definidas no estado de equilíbrio, temperatura, pressão, volume, densidade e energia. Somente para as grandezas de estado podemos escrever a letra grega delta ( $\Delta$ ) na frente das grandezas consideradas. A energia interna  $U$ , geralmente é uma função de duas variáveis termodinâmicas, como por exemplo,  $P$  e  $T$  (ou de  $P$  e  $V$ , ou de  $V$  e  $T$ ).

A forma diferencial da primeira lei da termodinâmica é dada por:

$$dU = dQ - dW$$

### EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Por definição, a eficiência energética - relação entre a quantidade de energia empregada para realizar uma atividade e a disponibilizada para sua realização. Ao ser utilizada racionalmente essa energia ela também passa a ser chamada eficiência energética, que consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado.

No uso prático de qualquer máquina térmica, existe interesse em transformar em trabalho a maior parte possível da energia disponível ( $Qq$ ). O êxito nesta empreitada é medido através da chamada eficiência térmica ( $\epsilon$ ). Definida como o trabalho que a máquina realiza por ciclo ("energia utilizada") dividido pela energia que recebe em forma de calor por ciclo ("energia adquirida").

$$\epsilon = \frac{\text{(energia utilizada)}}{\text{(energia adquirida)}} = \frac{|W|}{|Qq|} \quad (\text{eficiência de qualquer máquina térmica})$$

No caso de uma máquina de Carnot podemos substituir  $W$  pelo seu valor.

$$\epsilon_C = \frac{|Q_q| - |Q_1|}{|Q_q|} = 1 - \frac{|Q_1|}{|Q_q|}$$

Obteremos assim:

$$\epsilon_C = 1 - \frac{|T_f|}{|T_Q|} \quad (\text{eficiência da máquina de Carnot}).$$

Onde as temperaturas  $T_f$  e  $T_Q$  estão em Kelvins. Como  $T_f < T_Q$ , a máquina de Carnot tem necessariamente uma eficiência térmica positiva e menor que a unidade, ou seja, menor que 100%. Podemos ver que apenas parte da energia extraída como calor da fonte quente é usada para realizar trabalho; o calor que resta é transferido para a fonte fria. Nenhuma máquina real pode ter uma eficiência térmica maior que a prevista.

### **POTÊNCIA E RENDIMENTO**

Potência: taxa de realização de trabalho ou de transformação de energia, igual ao trabalho realizado, ou à energia transformada, dividido pelo tempo; medida em watts.

$$\text{potência} = \frac{\text{trabalho}}{\text{tempo}}$$

O watt, unidade de potência do sistema internacional de unidades (SI), equivale a 1 joule por segundo. Foi adotada a partir de 1882 como forma de homenagem aos trabalhos desenvolvidos por James Watt, que foram de extrema relevância para o desenvolvimento das máquinas a vapor.

Na física, potência é uma grandeza física usada para calcular a quantidade de energia concedida ou consumida por unidade de tempo. Em outras palavras, é a taxa de variação da energia em função do tempo. A potência é útil para medir a rapidez com a qual uma forma de energia é transformada por meio da realização de um trabalho.

Na Física, trabalho é a medida da transformação de uma forma de energia em outras formas de energia mediante a aplicação de uma força. Sendo assim, a definição de potência pode estar relacionada com qualquer forma de energia, tais como: energia mecânica, energia potencial elétrica e energia térmica.

Dizemos que uma máquina é mais potente que outras máquinas quando ela é capaz de realizar a mesma tarefa em um tempo menor ou, ainda, realizar uma quantidade maior de tarefas no mesmo intervalo de tempo. A definição de potência média é dada pelo trabalho realizado em função da variação de tempo:

$$P = \frac{T}{\Delta T}$$

Em que:  $P$  - potência média (W);  $T$  - trabalho (J);  $\Delta T$  - intervalo de tempo (s).

A potência termodinâmica pode ser calculada por meio da determinação da quantidade de trabalho que é realizada por (ou sobre) um gás durante sua expansão ou compressão isobárica (pressão constante) durante um intervalo de tempo.

Podemos determinar a potência fornecida por uma chama ou a potência emitida por um resistor aquecido em decorrência do efeito Joule por meio do cálculo da quantidade de calor dissipado por essas fontes a cada segundo. Para tanto, basta fazermos o seguinte cálculo:

$$P = \frac{Q}{\Delta T}$$

Em que:  $Q = m.c.\Delta T$  ou  $Q = m.L$ . Para calcularmos a potência emitida por uma fonte em forma de calor, basta determinarmos se esse calor é do tipo sensível ( $Q = mc\Delta T$ ) ou do tipo latente ( $Q = mL$ ). Esses calores estão presentes, exclusivamente, nas mudanças de temperatura e nas mudanças de estado físico, respectivamente.

Rendimento é a razão entre a potência útil e a potência total. É uma importante variável para o estudo de sistemas não conservativos, isto é, que apresentam perdas de energia, como nos casos não ideais do nosso dia a dia. Todas as máquinas e aparelhos que conhecemos são sistemas incapazes de aproveitar toda a potência fornecida a eles. Assim, “desperdiçam” parte da potência em outras formas de energia menos úteis, como calor, vibração e ruídos.

Uma das definições mais gerais de rendimento pode ser dada pela divisão da potência útil pela potência total recebida durante algum processo:

$$\eta = \frac{P_u}{P_t}$$

Em que:  $\eta$  – rendimento;  $P_u$  – potência útil (W);  $P_t$  – potência total (W). O rendimento das máquinas térmicas mede sua eficiência energética, ou seja, a porcentagem de energia que essas máquinas são capazes de aproveitar para realizar trabalho útil ( $\tau$ ). Todas as máquinas térmicas operam de maneira semelhante: recebem calor de uma fonte quente ( $Q_q$ ) e rejeitam parte desse calor, dissipando-o para uma fonte fria ( $Q_f$ ). Podemos calcular o rendimento de uma máquina térmica qualquer a partir da seguinte fórmula:

$$\eta = \frac{T}{Q_q}$$

Em que:  $\eta$  - rendimento;  $T$  - trabalho da máquina térmica (J);  $Q_q$  - calor cedido pela fonte quente (J)

## MATERIAL DE APOIO

O texto acima é apenas um resumo dos conceitos abordados neste trabalho. Para um maior aprofundamento recomendamos as leituras indicadas nas referências.

Essas leituras são importantes para a fundamentação teórica e oportuniza a nós professores, a customização<sup>2</sup> de ideias e aplicabilidade dos conceitos e conhecimentos científicos das ciências da natureza das unidades curriculares de Física.

---

<sup>2</sup> Atribuir caráter individual, pessoal ou particular a; Tornar pessoal; fazer com algo adquira características pessoais e particulares: customizar uma teoria. FONTE: disponível em: <https://www.dicio.com.br/customizar/>, acesso em 15 de nov. de 2019.



**ORIENTAÇÕES**  
**METODOLÓGICAS**

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente trabalho se sustenta na Aprendizagem Significativa e nos Três Momentos Pedagógicos.



## AULA 01

*Esta aula pretende servir como uma espécie de “quebra-gelo”, onde será possível identificar algumas dificuldades, como por exemplo, a ausência do conhecimento prévio. Assim, o professor poderá se planejar para realizar um plano de nivelamento<sup>3</sup>, caso necessário, para continuidade das próximas aulas, oportunizando a participação de todos os envolvidos. A formação de grupos almeja incentivar a socialização, bem como a pergunta tema (fogo alto ou baixo?) que é o “ponta pé” inicial para inserir os cálculos matemáticos, de maneira sutil, e conceitos físicos. Mostrando assim de acordo com Vigotsky (1999b), a necessidade do processo para se chegar à resposta, com conhecimentos científicos (sistematizados e intencional) no âmbito escolar e não espontâneo (cotidiano), fora no ambiente escolar. Também através dessa aula é oportunizada ao professor (a), a verificação do conhecimento dos alunos em relação aos equipamentos e materiais a serem utilizados. Visto que alguns dos alunos podem desconhecer muitos desses materiais e assim causar desconforto aos mesmos e conseqüentemente a não participação ativa, dificultando o processo de ensino-aprendizagem.*

**TEMA DA AULA:** Energia

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Evidenciar dificuldades e conhecimentos prévios sobre energia, através de questionário e diálogo;
- ✓ Disponibilizar materiais a serem utilizados para execução do experimento;
- ✓ Reconhecer a construção histórico/científico da ciência, através de breve abordagem sobre a história e construção da ciência;
- ✓ Promover reflexões sobre o científico e o senso comum, através de discussões.

### **SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

- Iniciar a atividade com a apresentação do seu objetivo, que é responder a pergunta, como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou baixo? Tendo respostas diferentes, esclarecer que para responder a esse questionamento, se faz necessário, a obtenção de dados, bem como a análises desses dados o que caracteriza o conhecimento científico.
- Explicar que o questionário a ser respondido, não necessita de identificação, servindo de instrumento de verificação de conhecimento.
- Aplicar o questionário preliminar, para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e após a aplicação do questionário, entregar a cada um dos alunos, o caderno de atividades, o qual servirá de material de apoio e onde contem as instruções necessárias para o estudo. Solicitar que a turma forme grupos, escolhidos por eles mesmos.
- Apresentar, as ferramentas de apoio aos estudos (Béquer de 250 ml), termômetro digital com haste, micro-ondas (20l), e demais de acordo com a realidade da escola. Realizar logo em seguida, após a entrega dos questionários, uma breve abordagem sobre a história da energia, seu significado em grego e os fenômenos a que se referia,

---

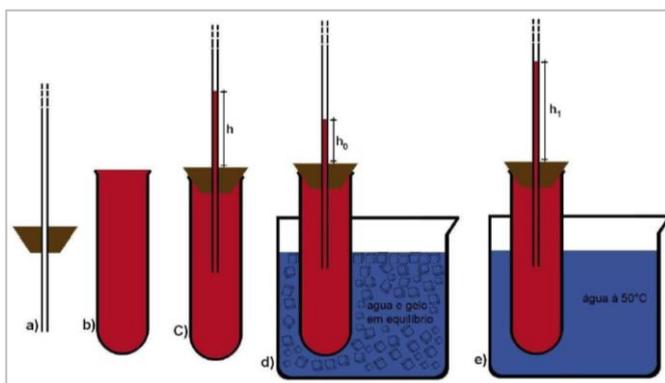
<sup>3</sup> Esse Plano tem como objetivo observar o processo ensino - aprendizagem, elencando possíveis lacunas, para, então, traçar ações metodológicas que visem a retomada de conteúdos essenciais, possibilitando a todos os estudantes as mesmas oportunidades de progredirem em sua aprendizagem. (FONTE: Estudos e planejamento 2020. SEED/PR.)

explicados através dos termos “vis viva” (“ou força viva”) e “calórico”, com o intuito dos alunos contribuírem cada um a seu modo.

- Apresentar a evolução do conceito físico de energia.
- Dando continuidade a atividade, solicitar que os grupos seguissem as orientações do caderno de atividades.
- As equipes exploram cada material que será utilizado para realização do experimento e escrevem os dados no caderno de atividades do aluno, conforme a leitura das orientações do caderno do aluno.
- O intuito principal neste primeiro momento é a familiarização entre os alunos e os materiais.

### **SUGESTÃO DE ATIVIDADE:**

**Resumo:** Montagem de termômetro caseiro, para a compreensão do funcionamento, das escalas graduadas. O termômetro a ser construído, permitirá entender toda a técnica de construção de escalas termométricas, analisando as escolhas dos pontos fixos e fazendo medidas aproximadas de temperatura, podendo ser usado durante um dia inteiro.



Fonte: [https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5\\_marques\\_araujo.pdf](https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf)

**Material:** 1 vidro de remédio ou um tubo de ensaio; 1 tubo de vidro ou tubo transparente rígido (caneta esferográfica); 1 régua; 1 rolha com furo central de diâmetro igual ao externo do tubo de vidro; 1 recipiente para colocar água; gelo picado; 1 termômetro (-10 a 110°C); 1 lamparina a álcool; - álcool; corante (tinta).

#### **Procedimento**

1. Introduza o tubo de vidro fino através do furo, tomando o cuidado que fique bem vedado.
2. Coloque no tubo de ensaio (vidro de remédio) álcool com corante.
3. Feche o tubo de ensaio com a rolha furada, tomando cuidado que não fique ar entre o álcool e a rolha
4. Recorte a cartolina (do mesmo tamanho que a régua) e cole na régua;
5. Fixe a régua revestida no tubo;
6. Coloque o tubo imerso na mistura de água com gelo picado (Figura 25-d). Espere aproximadamente dois minutos e marque na cartolina o ponto correspondente à altura da coluna de líquido;
7. Coloque o tubo imerso na água à 50°C. Espere aproximadamente dois minutos e marque na cartolina o ponto correspondente à altura da coluna de líquido;
8. Agora você tem dados suficientes para construir uma escala para o seu termômetro, pois conhece dois de seus pares:  $h_0 \Rightarrow 0^\circ \text{C}$  e  $h_1 \Rightarrow 50^\circ \text{C}$ . Meça a distância correspondente ao intervalo de  $0^\circ \text{C}$  a  $50^\circ \text{C}$  ( $h_1 - h_0$ ) e calcule por “regra de três” a distância correspondente a  $1^\circ \text{C}$ . Com isso, você pode fazer marcas no tubo de  $1^\circ \text{C}$ , desde  $0^\circ \text{C}$  até  $50^\circ \text{C}$ .

9. Coloque o termômetro em contato com seu corpo. Ele deverá marcar aproximadamente 37° C.

*QUESTIONAMENTO: Você poderia ter usado como ponto de referência para a calibração do termômetro a temperatura da água em ebulição (100° C ao nível do mar)? Por quê?*

*RESPOSTA: Não, pois o ponto de ebulição do álcool é menor que 100° C.*

10. Fazer um esquema referente ao caminho da energia. Da fonte até seu uso final, no funcionamento de uma lâmpada. (questões de invisibilidade da energia/transformações e ciclos)

## AULAS 02 & 03

*Nestas aulas a pretensão é fazer com que os alunos participem ativamente da proposta e continuem socializando em grupos, percebendo a necessidade do conhecimento dos materiais a serem utilizados. Fazendo-se necessário explorar sem receios, todos os materiais a serem utilizados. Também, relacionar a aula anterior, bem como, promover a reflexão quanto a atenção aos cuidados, durante o manuseio e a segurança com equipamentos domésticos, para evitar acidentes. Neste momento a leitura e a interpretação individual são compartilhadas para se compreender as instruções. Ao manusear as ferramentas didáticas, entre esses, o termômetro, o aluno passa a entender a necessidade e a importância da leitura correta do mesmo. Assim como conhecer as funções do micro-ondas e as informações que este nos irá fornecer. Iniciam-se então nestas aulas as primeiras hipóteses, questionamentos e conclusões, como por exemplo, as diferentes potências utilizadas, relacionadas às diferentes temperaturas obtidas.*

*Por que as temperaturas iniciais não são todas iguais? Neste momento surge a oportunidade de uma breve abordagem da Lei do resfriamento de Newton, visto que essa expressa que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e a vizinhança enquanto estiver sob efeito de uma brisa. Sendo que o aluno, por intermédio das explicações do (a) professor (a), começa a relacionar diferença, com variação de temperatura.*

*Calor e temperatura, qual a relação?*

*Nestas aulas os conceitos de calor e temperatura aparecem através das discussões dos grupos, cabendo ao professor organizar as palavras aleatórias dos alunos, caso verifique a necessidade, e devolver formalmente estes conceitos. Assim como mencionar a lei de resfriamento de Newton, para conhecimento dos alunos.*

*Esta aula também servirá para a percepção da motivação da turma.*

**TEMA DA AULA:** Temperatura

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Identificar a Potência máxima do micro-ondas e a Potência utilizada;
- ✓ Medir a temperatura inicial e final da água;
- ✓ Conceituar calor e relacioná-lo com a temperatura;
- ✓ Avaliar a interação dos participantes;
- ✓ Evitar possíveis acidentes
- ✓ Proporcionar manuseio dos materiais da atividade.

**SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

Iniciar solicitando que os alunos participantes continuem com os grupos formados para que continuem com as mesmas ideias iniciais. Solicitar que cada grupo escolha dois integrantes para repetir cada um dos processos descrito nas instruções do caderno do aluno, por três vezes. Alertar da importância de se utilizar a luva térmica por questão de segurança para evitar possíveis acidentes com queimaduras e esclarecer que a utilização de micro-ondas para aquecimento da água e demais líquidos pode resultar em um fenômeno chamado de erupção de fervura atrasada. Ou seja, diferente do que ocorre quando aquecemos a água no fogão, nas micro-ondas, a água se aquece por igual, sem que percebamos a formação das bolhas características da fervura. Apesar da ausência de bolhas, a água está na temperatura de ebulição (100 °C). Após as explicações de segurança, escolher os participantes e dar início a atividade proposta, sendo realizada 3 vezes cada procedimento referente a Potência.

### **SUGESTÃO DE ATIVIDADE:**

Construindo uma Escala (Pesquisa, gráficos, tabela, lúdico, cálculos matemáticos, raciocínio, interdisciplinaridade, motivação). Einstein dizia que seu laboratório era a sua mente. Seus experimentos eram todos imaginados e desenvolvidos primeiro em seu cérebro. A proposta é fazer algo parecido, desenvolvendo uma escala termométrica nova, usando a mente, a imaginação.

**Material:** Lousa; Imaginação

**Procedimentos:**

1. Criar uma escala termométrica fictícia.
2. 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 XYZ. Como ele foi um bom aluno em Física, ele sabia que os pontos fixos dos termômetros XYZ 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  $0^\circ xyz$  e para o ponto de ebulição do propano  $60^\circ xyz$ . Há nesta faixa 60 divisões, cada uma valendo  $1^\circ xyz$ .
3. Pesquisar com os alunos os pontos de ebulição e fusão do propano em graus Celsius (PF=  $-188^\circ C$  e PE=  $-42^\circ C$

*Vamos ajudar nosso visitante??? Ele precisa saber a quantos graus estamos na sala de aula em unidades XYZ de temperatura para que ele possa informar aos seus companheiros que estão em Krios.*

4. 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).
5. Construir a tabela que relaciona graus Celsius com graus XYZ e determinar a equação que relaciona estas unidades.
6. Construir um gráfico que relacione as duas unidades, colocando nas ordenadas graus XYZ e nas abcissas graus Celsius.
7. Mostrar que o gráfico pode ser construído sem ter a expressão que liga as duas unidades de temperatura.
8. Mostrar também que é muito prático usar este gráfico para determinar a temperatura em graus XYZ, sabendo a temperatura em graus Celsius.

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 XYZ 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.

## AULA 04

*Nesta aula a pretensão é de que o aluno perceba que as aulas anteriores forneceram informações importantes para a continuidade do processo. Que a partir das informações obtidas, novos conhecimentos vão sendo adquirido, novos conceitos vão sendo inseridos no processo e muitos deles estão relacionados. Então o uso das fórmulas se faz necessário para os cálculos matemáticos. Esse momento é importante para que o aluno faça a leitura e a interpretação da fórmula, buscando a compreensão de cada letra, seu significado, seus símbolos, suas grandezas e referidas unidades de medidas. Assim o aluno passa a interpretar a fórmula e a compreender o uso da matemática, como uma ferramenta importante para se entender os fenômenos físicos. E assim, entendendo nesta aula, a necessidade dos dados, como a variação da temperatura ( $T_f - T_i$ ), a massa da substância e o calor específico, característico de cada substância e a relação entre esses. Ao realizar o cálculo, o aluno verificará a quantidade de calor necessário para aquecer a água e a partir daí começa-se novas hipóteses e questionamentos.*

**TEMA DA AULA:** Calor Específico

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Entender através das equações fornecidas que calor específico está relacionado à massa do material (água);
- ✓ Analisar através dos resultados obtidos, a quantidade de calor (Q) em cada um dos experimentos;
- ✓ Diferenciar as unidades de medidas, joule e calorias;
- ✓ Mostrar a complementariedade entre a formulação/modelos matemáticos e conceitos Físicos na aplicação de resoluções;

### **SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

Retomar alguns conceitos da aula anterior, como por exemplo, Temperatura e Calor, fazendo breve explanação sobre o Calor Específico de cada substância, a importância das unidades de medidas, assuntos abordados em aulas anteriores. Os grupos permaneceriam os mesmos durante os cálculos necessários. Cada um individualmente realiza os cálculos em seu caderno de atividade e socializa com os demais do grupo após seguir as instruções. Oportunizar o uso da calculadora do celular para calcular inicialmente em calorias a quantidade de calor fornecida para o volume de água, durante o aquecimento, para cada um dos experimentos realizados nas aulas anteriores. Cada aluno deverá anotar os respectivos resultados na tabela 1 (caderno de atividades do aluno). Os alunos deverão calcular a quantidade de calor inicialmente em calorias. Na sequência deverão converter a quantidade de calor já calculada em calorias, para joules (unidade de medida de energia no Sistema Internacional de Unidades). Questionar porque fazer essas conversões? Explicar o conceito de caloria como sendo a quantidade de calor necessário para fazer 1,0 g de água variar a temperatura em 1 °C, ou seja, entre 14,5 °C, a 15,5 °C e que na física geralmente para medir energia usa-se a unidade Joule.

Não intervir durante a realização dos cálculos, deixando que os mesmos troquem informações entre si. Perguntar ao final dos cálculos se o calor específico seria igual para todos os materiais. Explicar de que cada material tem seu calor específico.

## **SUGESTÕES DE ATIVIDADES:**

### **Objetivos:**

- 1) Introduzir a reflexão, com informações sobre volume, capacidade térmica, ponto crítico e ponto triplo, através de pesquisa no laboratório de informática ou celular.
- 2) Verificar experimentalmente que substâncias diferentes perdem calor para o ambiente em quantidades diferentes.

**Material:** Copo de plástico 200 ml, preenchido com água pela metade; Copo de plástico 200 ml, preenchido com óleo pela metade.

### **Procedimento:**

1. Usar a mesma quantidade de água e óleo em cada copo;
2. Colocar os copos de óleo e água no congelador por 3 horas.
3. Após as 3 horas, retirar do congelador e observar o efeito a cada intervalo de 5 min.

O óleo vai fundir primeiro (em menor tempo) do que a água, mostrando que com menos energia térmica ele se descongela, caracterizando um calor específico menor do que o da água.

### **Pesquisa e seminários com discussões sobre o Processo de resfriamento do Leite cru**

#### **Texto de apoio**

Ao abaixarmos sua temperatura, retardamos os processos químicos e o crescimento microbiano, evitando dessa forma a queda da qualidade do produto. Esse processo consiste em baixar a sua temperatura a igual ou inferior a 4° C, temperatura esta que deve ser atingida no máximo em 3 h após o término da ordenha na propriedade rural e nela mantida em um período da ordenha na propriedade rural e nela mantida em um período máximo de 48h antes de ser transportado para um estabelecimento industrial para ser processado, onde deve apresentar no momento do seu recebimento, temperatura igual ou inferior a 7°C.

O resfriamento na propriedade rural tem por objetivo inibir o crescimento bacteriano e prolongar o armazenamento do produto na propriedade rural de forma a reduzir custos de transportes e evitar a perda da qualidade do produto. O crescimento de bactérias no leite é reduzido por meio do resfriamento na propriedade rural de forma a reduzir os custos de transporte e evitar a perda da qualidade d produto. O crescimento de bactérias no leite é reduzida por meio do resfriamento abaixo de 10°C, mas temperaturas próximas a 3°C a 4°C, atingidas de uma forma rápida, permitem que as atividades bacterianas sejam minimizadas. Uma das técnicas mais usadas pelos produtores rurais de leite para o resfriamento rápido desse produto é o sistema de expansão direta que consiste em tanques de resfriamento do leite, onde o mesmo é projetado como um evaporador, sendo que o calor do leite passa pela parede de aço inoxidável para o meio de resfriamento. Sendo assim o meio de resfriamento se evapora, retirando o calor do leite.

A Lei de variação de temperatura de Newton determina quanto tempo o leite deve permanecer em contato com essa parede inoxidável, para que se obtenha a temperatura desejada.

#### **Resolução de Problemas**

Suponha que você dispõe dos seguintes materiais: água ( $c = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ), óleo de soja, recipiente, termômetro com escala de  $-10^\circ\text{C}$  até  $110^\circ\text{C}$ , relógio e uma fonte térmica de potência constante (fogão a gás). Descreva uma sequência de procedimentos que permita determinar o calor do óleo de soja.

## AULA 05

*Nesta aula já possível perceber a interação dos alunos com seus e com os demais grupos. Já conseguem fazer as interpretações e seguir as orientações devidas. Neste momento se faz necessário uma breve explicação por parte do (a) professor (a) sobre as diferenças entre potências (máxima e utilizada). O aluno passa a refletir sobre como a água é aquecida e os por quês das diferentes temperaturas em diferentes potências. Trazendo informações das aulas anteriores para a continuidade da aprendizagem. Já é possível ouvir conclusões antes mesmo da realização dos cálculos matemáticos. A definição de energia começa a aparecer e os cálculos matemáticos são realizados notavelmente sem dificuldades. A resposta da pergunta inicial desta proposta começa a aparecer, porém sem muitas certezas. O cotidiano começa a ser mencionado e relacionado ao se referirem aos aparelhos elétricos de suas residências, desse modo é necessário que o aluno saiba transferir tais conhecimentos às novas aprendizagens, usando estratégias e autonomia nas aprendizagens futuras. Ou seja, aprender conhecimento científico requer aprender como e por que aprender (ROSA, 2014).*

**TEMA DA AULA:** Potência

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Entender que a energia está relacionada com a Potência utilizada e o tempo decorrido;
- Diferenciar Potência utilizada de Potência máxima;
- Definir energia consumida através de equação matemática;
- Proporcionar a compreensão dos valores obtidos referentes à energia elétrica consumida (joule);
- Oportunizar o entendimento dos conceitos e definição de energia e potência elétrica

### **SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

Continuar com a formação dos grupos, os mesmos formados anteriormente, para fortalecer a confiança entre os mesmos. Iniciar perguntando se conseguem responder quanto um aparelho de micro-ondas consome de energia para esquentar um alimento? Explicar a importância dos cálculos matemáticos para obtenção e complementariedade de informações. Propor a realização de cálculos matemáticos, onde os participantes, individualmente, calculam a energia consumida. Orientar a seguirem as orientações do caderno de atividades do aluno, sendo a professora apenas uma intermediadora, interferindo o mínimo possível e apenas quando solicitada. Explicar a todos que cada aparelho vem com suas informações, conforme o fabricante, que cada aparelho tem sua potência especificada, não sendo iguais para todos.

**SUGESTÃO DE ATIVIDADE:**

Teste de possibilidades de cozimento utilizando a mesma quantidade de água, o mesmo recipiente e o mesmo tipo de alimento em fogão a gás:

- Cozimento do alimento utilizando somente o queimador chama baixa, com recipiente tampado (marcar o tempo)
- Cozimento do alimento utilizando somente o queimador chama baixa, com recipiente destampado (marcar o tempo)
- Cozimento do alimento utilizando o queimador rápido, chama alta, com recipiente tampado (marcar o tempo)
- Cozimento do alimento utilizando o queimador rápido, chama alta, com recipiente destampado (marcar o tempo)
- Marcar o tempo até a água entrar em ebulição e após, no queimador chama alta, até completar o cozimento, recipiente tampado.
- Marcar o tempo até a água entrar em ebulição e após, no queimador chama baixa até completar o cozimento, recipiente tampado.

Permitir que cada aluno monte sua tabela e faça comparações para discussões, apontamentos e conclusões. Poderão ser contemplados nesse momento: Processos de transferência de energia, calor específico, capacidade térmica entre outros.

**Pesquisa sobre Têmpera<sup>4</sup> em peças de aço (seminário para abordar a utilização da lei de resfriamento de Newton e relacionar a demais aplicações no cotidiano, fazendo verificações de materiais de aço nas residências)**

**Texto de apoio**

Um procedimento fundamental para a dureza e elasticidade do aço é obtido através de um tratamento térmico, o qual consiste basicamente no aquecimento e resfriamento do aço.

Parte fundamental desse procedimento é o revenimento, que consiste em inserir uma peça em um forno que está a uma determinada temperatura desejada para que haja um acomodamento natural de sua estrutura e retirar esta peça do forno, deixando-a resfriar até a temperatura ambiente. Com o auxílio da equação da Lei de variação de temperatura de Newton, é possível determinar o tempo necessário para permanência da peça dentro do forno, para que esta atinja a temperatura de revenimento. Com o cálculo destes tempos, acredita-se também que seja possível aperfeiçoar a utilização do forno, permitindo uma maior produtividade, além de economia por tempo de utilização do equipamento.

---

<sup>4</sup> A têmpera refere-se a um resfriamento brusco. (WIKIPÉDIA, 2019)

## AULAS 06, 07 & 08

*Nesta aula o aluno já demonstra seus novos conhecimentos e passa a perceber, pelas suas falas com os colegas, que para aprender a resolver os problemas de Física, necessita de estratégias e a melhor delas é a leitura do problema. Dessa forma encontra a identificação do conhecimento envolvido e só assim inicia o processo de solução. Já se ouve murmúrios sobre economia de energia. Desta forma o aluno passa a realizar cálculos matemáticos, tendo já obtido de aulas anteriores os dados necessários para tal, na intenção de verificar e entender o termo eficiência. É perceptível a realização dos cálculos matemáticos como se fossem encaixes de “quebra-cabeça”, onde os resultados mostram aquilo que previam, porém oportuniza se deparar com controvérsias, resultados não esperados, e tentar entendê-los. Nesse momento pode-se identificar a metacognição<sup>5</sup>, a consciência do aluno daquilo que ele já tem conhecimento, ou seja, enquanto elemento do processo de ensino-aprendizagem aponta para a necessidade de que os alunos sejam responsáveis por esse processo de transformações e adaptação de informações a que se denomina de “aprendizagem” (ROSA, 2014, pp. 49-50)*

**TEMA DA AULA:** Eficiência Energética

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Compreender através de cálculos matemáticos os termos eficiência energética;
- ✓ Diferenciar Eficiência energética média de Eficiência energética total;
- ✓ Comparar eficiência e rendimento.

### **SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

Formar grupos (os mesmos formados anteriormente). Retomar conceitos anteriores, energia e potência. Solicitar a escolha de um integrante de cada grupo para realizar pesquisa na internet sobre eficiência energética e rendimento (informações diferentes de cada um – tempo para a pesquisa mais ou menos 20 min.). Ao retornarem a sala contribuem com as equipes nos cálculos, tendo em vista algumas informações já obtidas durante a pesquisa. As informações da pesquisa ficam para serem debatidas na próxima aula, sendo o momento desta aula, destinados apenas aos cálculos (eficiência energética de cada um dos experimentos realizados para cada uma das faixas de potências utilizadas). Orientar que sigam as orientações do caderno de atividades do aluno. A professora apenas intermedia algumas dúvidas ou mal-entendidos. A intervenção pedagógica ocorrerá de forma dialogada.

---

<sup>5</sup> Vinculada ao pensamento e a reflexão sobre o próprio pensamento, bem como à identificação dos mecanismos que possibilitam ao sujeito perceber como se compreende determinado conhecimento, tem-se sua identificação com a psicologia de orientação cognitivista. (ROSA, 2014, p. 50)

**SUGESTÃO DE ATIVIDADES:**

Conceituar e exemplificar gás real e gás ideal com acontecimentos do cotidiano. Fazer entender que a energia interna de um gás perfeito monoatômico é a soma das energias cinéticas médias de todas as suas moléculas e esta energia está diretamente ligada à sua temperatura.

**Solicitar verificações em etiquetas de eficiência de energia nos aparelhos domésticos (Discussões para estratégias de economia de energia na cozinha)**

## AULAS 09 & 10

*Nesta aula é fornecida uma tabela na qual continha dados obtidos pela professora (em residência). Neste momento os alunos passam a fazer análise da mesma e começam a demonstrar entendimento do que analisem. Discutem entre si, o que observam e trocam ideias para se chegar a conclusões. Já se pode ouvir entre as conversas sobre como é possível mensurar e obter significativas economias e poupar dinheiro seja reduzindo as potências de alguns equipamentos, e/ou o tempo de uso destas. É perceptível a satisfação dos alunos em entender os dados da tabela, entusiasmo e vontade de repassar as informações a seus familiares. Surge neste momento sugestões por parte dos alunos sobre como repassar essas informações para a comunidade.*

**TEMA DA AULA:** Eficiência energética e Rendimento.

**OBJETIVO ESPECÍFICO:**

- ✓ Verificar por meio de análises a relação entre eficiência e rendimento.

**SUGESTÃO METODOLÓGICA:**

Solicitar formação de grupos (os mesmos formados anteriormente). Realiza uma breve retomada de conteúdos, (preferencialmente os abordados anteriormente), eficiência e rendimento. Entregar para cada aluno, tabela 2, confeccionada pela professora (em residência), e solicitar seguir as instruções do caderno de atividades do aluno, consultando a tabela entregue.

**TABELA 1: Confeccionada na residência da Professora)**

Tempo	% Pmáx	Putilizada (W)	T (inicial)	T (final)	Q (cal)	Q (Joules)	E (total)	Eficiência	Eficiência média
90 seg	10%	120	20,6	21,6	250	1040	10800	10%	12%
			19,8	21,3	375	1560		14%	
	20%	240	20,6	27,4	1700	7072	21600	33%	32%
			20	26,6	1650	6864		32%	
	30%	360	20,9	32,1	2800	11648	32400	36%	36%
			19,8	30,8	2750	11440		35%	
	40%	480	21,1	37	3975	16536	43200	38%	38%
			19,9	35,5	3900	16224		38%	
	50%	600	20,6	40,8	5050	21008	54000	39%	38%
			19,9	39,4	4875	20280		38%	
	60%	720	20,6	47,3	6675	27768	64800	43%	41%
			19,9	44,9	6250	26000		40%	
	70%	840	20,7	51,7	7750	32240	75600	43%	42%
			20,3	50,4	7525	31304		41%	
	80%	960	20,7	55	8575	35672	86400	41%	41%
			20	53	8250	34320		40%	
	90%	1080	20,6	58,1	9375	39000	97200	40%	41%
			20,6	59,1	9625	40040		41%	
	100%	1200	20,6	62,7	10525	43784	108000	41%	41%
			19,8	63,4	10900	45344		42%	

Cada aluno analisar individualmente a tabela 2 e discutirem com a equipe os dados fornecidos, com os realizados anteriormente. Solicitar aos alunos análises da eficiência e comentarem as conclusões entre as equipes. Solicitar que os alunos façam algo informativo sobre o que aprenderam e venha a contribuir para a comunidade, como por exemplo, cartazes informativos colocados em ambientes com circulação da comunidade.

### **SUGESTÃO DE ATIVIDADES:**

#### **Experimento:**

Utilizando o queimador maior do fogão a gás para o cozimento de batatas. Este experimento servirá para coleta de dados da energia necessária para o cozimento do alimento.

Através deste experimento poderá, além de quantificar a energia fornecida pelo queimador, ser estimada a energia necessária para elevar a massa de água e de batata até a temperatura de ebulição e a energia fornecida para a transformação de estado (líquido para gasoso) da massa de água, bem como a energia dissipada para o ar.

***Solicitar um talão de luz e verificação das Potências dos aparelhos elétricos mais utilizados pelos alunos em residências. Montar tabela com: nome do aparelho, potência em Kw, (oportunidade de se trabalhar transformação de unidades – watts/Kw, hora/min/seg), tempo de utilização em horas, valor cobrado por Kwh pela empresa de energia elétrica. (Discussão dos resultados e estratégias para economizar energia)***

***Pesquisa sobre Resfriamento de materiais biológicos para preservação (seminário para discussão sobre a identificação da aplicação da lei de resfriamento de Newton)***

#### **Texto de apoio**

Entre os vários métodos de preservação de materiais biológicos, o resfriamento é amplamente utilizado, por permitir a conservação das propriedades quantitativas e qualitativas desejáveis desses materiais em estado quase inalterado e natural.

Por exemplo, o pré-resfriamento de frutas é uma das mais importantes etapas da pós-colheita e consiste na remoção rápida do calor dos frutos oriundos dos campos, antes do armazenamento, processamento ou comercialização, no qual é preciso estocar essas frutas em câmaras de refrigeração para que esses alimentos durem por mais dias ou até mesmo meses. Por isso, se faz necessário diminuir a temperatura dessas frutas, antes que sejam armazenadas nas câmaras de refrigeração, pois, as mesmas não conseguem manter muitos alimentos a uma temperatura adequada, para que assim não estraguem rapidamente.

Esse mesmo processo de resfriamento também é usado para a diminuição das perdas de produtos hortícolas frescos, os quais em grande parte dependem da rápida diminuição da temperatura após a colheita. O objetivo do armazenamento é manter a qualidade interna e externa desses alimentos. Tal procedimento é realizado através de dois tipos de resfriamento, água gelada ou ar forçado. Antes de entrar na câmara fria, por exemplo, as maçãs recebem um banho atravessando um tanque de água gelada sobre uma esteira rolante, durante um determinado tempo, saindo numa temperatura média desejada, verificando-se que quanto maior o tempo (em minutos) que a maçã fica no banho, menor é a temperatura (em °C), como desejado.

Para o pré-resfriamento das maçãs por ar forçado, utiliza-se um túnel com fluxo de ar forçado, no qual são mantidas as maçãs até que se obtenham a temperatura desejada. Sendo assim, é possível através da lei de Variação de Temperatura de Newton determinar o tempo necessário para que as maçãs em contato com a água gelada ou ar forçado atinjam a temperatura necessária para o armazenamento.

## AULA 11

*Esta é uma aula conclusiva, onde se pode verificar se ocorreu ou não a aprendizagem significativa, a apropriação do conhecimento. É oportunizado aos alunos refletirem sobre todo o processo, desde a primeira aula e através de mapas mentais, expor o que entenderam sobre eficiência energética e sua relação com a lei de resfriamento de Newton. É possível verificar que houve grande evolução em relação ao conhecimento, visto que novos conceitos vão sendo relacionados. A pergunta inicial fogo alto ou fogo baixo, como economizar energia? É respondido com base no processo ensino-aprendizagem. Surgindo então novos questionamentos e poderão seguir nas aulas posteriores, assim como a lei de resfriamento de Newton, passa a ser assunto familiar para os alunos.*

**TEMA DA AULA:** Economia de Energia

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Entender a relação economia de energia e custo financeiro;
- ✓ Relacionar eficiência energética com economia de energia;
- ✓ Entender a importância dos cálculos e do experimental na disciplina de física.

### **SUGESTÕES METODOLÓGICAS:**

Discutir sobre a atividade realizada e o questionamento inicial. - Como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou fogo baixo? Solicitar que a turma forme um círculo para discussões sobre toda a atividade e as conclusões. Perguntar se os alunos estariam preparados para responder à pergunta que deu início a atividade?

Oportunizar a manifestação de todos sobre a proposta? Explicou o que seria um mapa mental e solicitar aos alunos a confecção individual. Não interferir deixando cada um fazer à sua maneira. Após a entrega dos mapas mentais, solicitar que respondam o questionário final. Após a entrega a professora agradecer a colaboração de todos.

### **SUGESTÃO DE ATIVIDADES:**

Abordar também as percepções sensoriais com o fato dos gases que compõem o gás de cozinha não possuírem cheiro, mas substâncias adicionadas para que possamos perceber um vazamento. Uma pessoa incapaz de perceber odores não saberia identificar o perigo, podendo, por exemplo, provocar uma explosão ao acender um fogo.

Estimular os alunos a assumir uma posição frente a questão de economia em sua residência, tomando cuidado para que esta posição ocorra através de embasamento teórico/científico, afastando-se de conclusões de conhecimento do senso comum.

### **SUGESTÕES DE TEXTOS PERTINENTES PARA DISCUSSÕES:**

1. "Física na Cozinha"

Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v23\\_n5\\_rekovvsky.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v23_n5_rekovvsky.pdf)

2. "Radiações Eletromagnética: Competências e Construção de Saberes na Formação dos Cidadãos"

Disponível

[https://mnpfprg.furg.br/images/Produtos\\_Educacionais/2018\\_Produto\\_Educacional\\_Criss.pdf](https://mnpfprg.furg.br/images/Produtos_Educacionais/2018_Produto_Educacional_Criss.pdf)

em:

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. K., & BARRETO, C. L. (2018). **Física Térmica**. São Paulo: LF.
- CRESTANI, E. M., & LOCATELLI, A. (2018). **"O CALOR NOSSO DE CADA DIA"**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade de Passo Fundo, pp. 1-70.
- DIAS, R. A., MATTOS, C. R., & BALESTIERI, J. A. (2006). **Uso Racional da Energia**. Ensino e Cidadania. São Paulo: UNESP.
- FREIRE, P. (1996). **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra.
- GEHLEN, S. T., MALDANER, O. A., & DELIZOICOV, D. (2012). **Momentos Pedagógicos e as Etapas da Situação de estudos: Complementaridade e Contribuições Para a Educação em Ciências**. *Ciência & Educação*, v. 18, n. 1, 1-22.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R., & WALKER, J. (2012). **Fundamentos da Física**. Rio de Janeiro: LTC.
- HELERBROCK, R. (2019). **"Potência e rendimento"**. Acesso em 20 de out de 2019, disponível em Brasil Escola: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/potencia.htm>
- HEWITT, P. G. (2015). **Física conceitual**. ed. 12ª. Porto Alegre: Bookman.
- HEWITT, P. G., & WOLF, P. R. (2009). **Fundamentos de Física Conceitual**. Porto Alegre: Bookman.
- LUIZ, A. M. (2007). **Coleção Física 2: gravitação, ondas e termodinâmica: teoria e problemas resolvidos**. São Paulo: Livraria da Física.
- MIGLIAVACCA, A., & WITTE, G. (2014). **A Física na Cozinha**. São Paulo: LF.
- MUENCHEN, C., & DELIZOICOV, D. (2012). **A CONSTRUÇÃO DE UM PROCESSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DIALÓGICO: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS**. *Revista Ensaio* v.14 n. 03 , 199-215 .
- NUSSENZVEIG, M. H. (2002). **Curso de Física Básica**. vol 2. ed. 4ª. São Paulo: Edgard Blucher.
- PARANÁ. (2008). **Diretrizes Curriculares da Educação Básica- Física**. Secretaria de Estado da Educação. Paraná.
- PARANÁ. (2012). **Caderno de Expectativa de Aprendizagem**. SEED - Secretaria de Educação do Estado do Paraná , pp. 1-104.
- REBELLO, A. L. (2016). **COZINHANDO COM A FÍSICA**. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza - Universidade Federal Fluminense, pp. 4-21.
- ROSA, C. T. (2014). **Metacognição no Ensino da Física**. Passo Fundo: UPF.
- SAGUIA, A. M., FILHO, A. L., LAGO, B. L., BASTOS, C., LUIZ, F. F., MONDAINI, F., et al. (s.d.). **Quente ou Frio? Material do Professor**. *Ciências da Natureza e suas Tecnologias · Física*, pp. 65-90.
- SILVA, S. D., & SCHIRLO, A. C. (2014). **TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA Ausubell: Reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social**. *Imagens da Educação* v. 4, n. 1,, pp. 36-42.
- TÊMPERA**, (2019). In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Acesso em 5 de set de 2019, disponível em Flórida: Wikimedia Foundation: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=T%C3%A4mpera\\_\(metalurgia\)&oldid=56164040](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=T%C3%A4mpera_(metalurgia)&oldid=56164040).
- TIPLER, P. A., & MOSCA, G. (2009). **Física para cientistas e engenheiros** vol. 1 ed. 6ª . Rio de janeiro: LTC.
- VIGOTSKY, L. S. (1999b). **Pensamento e linguagem**. 2. ed. Trad. de Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes.
- WIKIPÉDIA, C. D. (2019). **Eficiência energética**. Acesso em 20 de Out de 2019. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Efici%C3%Aancia\\_energ%C3%A9tica&oldid=57666425](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Efici%C3%Aancia_energ%C3%A9tica&oldid=57666425)
- WIKIPÉDIA. (2017). **LEI DO RESFRIAMENTO DE NEWTON**. Fonte: In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation: Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Lei\\_do\\_resfriamento\\_de\\_Newton&oldid=50301402](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Lei_do_resfriamento_de_Newton&oldid=50301402). Acesso em: 28 out. 2017.

**SÉRIE**  
**PRODUTOS EDUCACIONAIS EM ENSINO DE FÍSICA**

VOLUME 1 – **Automatização de Experimentos de Física Moderna com o Kit Lego NXT Mindstorms**  
Wanderley Marcílio Veronez, Gelson Biscaia de Souza, Luiz Américo Alves Pereira,

VOLUME 2 – **O Arduino na Programação de Experiências em Termodinâmica e em Física Moderna**  
Marilene Probst Novacoski, Luiz Américo Alves Pereira, Gelson Biscaia de Souza

VOLUME 3 – **Do Magnetismo à Lei da Indução Eletromagnética de Faraday** Marlon Labas, Fábio Augusto Meira Cássaro

VOLUME 4 – **Estudando Astronomia, Aprendendo Física: Atividades Práticas de Observação do Sol**  
Ana Caroline Pscheidt, Marcelo Emílio

VOLUME 5 – **Simulador Didático de Acomodação do Olho Humano**  
Gustavo Trierveiler Anselmo, Júlio Flemming Neto, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 6 – **Ensino dos Conceitos de Movimento e Inércia na Mecânica, a partir de uma Concepção de Ciência que não Utiliza a Lógica Binária**  
Luiz Alberto Clabonde, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 7 – **Uma Proposta de Utilização de Mídias Sociais no Ensino de Física com Ênfase à Dinâmica de Newton**  
Heterson Luiz De Lara, Alexandre Camilo Junior, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 8 – **O Eletromagnetismo e a Física Moderna através de Atividades Experimentais**  
Ademir Kreпки Henisch, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 9 – **Física Nuclear e Sociedade**  
Tomo I – **Caderno do Professor**  
Tomo II – **Caderno do Aluno**  
Josicarlos Peron, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 10 – **Conceitualização e Simulação na Dinâmica do Movimento**  
Tomo I – **Caderno do Professor**  
Tomo II – **Caderno do Aluno**  
Leandro Antonio dos Santos, Antônio Sérgio Magalhães de Castro

VOLUME 11 – **Montagem de um Painel Didático e Atividades Experimentais em Circuitos de Corrente Contínua**  
Renato Dalzotto, Sérgio da Costa Saab, André Maurício Brinatti

VOLUME 12 – **Nas Cordas dos Instrumentos Musicais**  
Luís Alexandre Rauch, André Maurício Brinatti, Luiz Fernando Pires

VOLUME 13 – **O Fóton em Foco: Relações entre Cor, Frequência e Energia de Radiações Eletromagnéticas**  
Romeu Nunes de Freitas, André Maurício Brinatti, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 14 –  
Tomo I - **Iniciação em Robótica e Programação com Algumas Aplicações em Física**  
Tomo II – **Tutorial: Tela Interativa com Controle do Nintendo Wii**  
Hernani Batista da Cruz, Luiz Antônio Bastos Bernardes, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 15 – **O Uso do Software Tracker no Ensino de Física dos Movimentos**  
Edenilson Orkiel, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 16 – **Acústica: Uma Nova Melódia de Ensino**  
Elano Gustavo Rein, Luiz Antônio Bastos Bernardes

VOLUME 17 – **Caderno de Orientação a Educadores para a Transformação da Horta como Eixo Norteador de Ensino e Aprendizagem**  
Roberto Pereira Strapazzon Bastos, Silvio Luiz Rutz da Silva

VOLUME 18 – **Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas para o Ensino de MRU e MRUV Utilizando Experimentos Visuais**  
Gustavo Miguel Bittencourt Morski, André Vitor Chaves de Andrade

VOLUME 19 – **Cor à Luz da Física Moderna e Contemporânea**  
Marcos Damian Simão, André Maurício Brinatti

VOLUME 20 – **Aplicação do Experimento de Hertz Atualizado no Ensino de Ondas Eletromagnéticas**  
Luís Carlos Menezes Almeida Júnior, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 21 – **Uma Proposta de Aplicação do Ensino de Termodinâmica no Ensino Fundamental I**  
Cláudio Cordeiro Messias, Paulo César Facin

VOLUME 22 – **Uma Proposta de Ensino dos Conceitos Fundamentais da Mecânica Quântica no Ensino Médio: Espectroscopia com Lâmpadas**  
Evandro Luiz De Queiroz, Antônio Sérgio Magalhães de Castro, Jeremias Borges da Silva

VOLUME 23 – **Produção de um Aparato Experimental para Medição de Campo Magnético Usando Arduino**  
Ivonei Almeida, Luiz Américo Alves Pereira

VOLUME 24 – **Um Pouco Sobre a Natureza das Coisas**

*Robson Lima Oliveira, André Maurício Brinatti*

VOLUME 25 – **Equilibrium: Uma Abordagem Experimental e Contextualizada do Conceito de Equilíbrio dos Corpos**

*Osni Daniel De Almeida, André Vitor Chaves de Andrade*

VOLUME 26 – **Como Medir a Temperatura do Sol? Inserindo Conceitos de Física Moderna no Ensino Médio**

*Vilson Finta, Jeremias Borges da Silva*

VOLUME 27 – **Elaboração de um Produto Educacional para a Materialização de Conceitos no Aprendizado de Óptica Geométrica Aplicada às Anomalias da Visão**

*Danilo Flügel Lucas, Gérson Kniphoff da Cruz*

VOLUME 28 – **Entendendo as Fases da Lua a Partir de um Material Instrucional Baseado no Método de Orientação Indireta**

*Pâmela Sofia Krzysynski, Gérson Kniphoff da Cruz*

VOLUME 29 – **“PEPPER’S GHOST”: Como Ensinar/Aprender Conceitos de Física Através de uma Simples Ilusão de Óptica**

Tomo I - **Caderno do Professor**

Tomo II - **Caderno do Aluno**

*Gilvan Chaves Filho, Luiz Antônio Bastos Bernardes*

VOLUME 30 – **O Movimento: do Clássico ao Relativístico**

*Josué Duda, André Maurício Brinatti*

VOLUME 31 – **Uma Sequência Didática Abordando a Eficiência Energética: Economizando Energia na Cozinha.**

Tomo I - **Caderno de Ensino**

Tomo II - **Caderno de Aprendizagem**

*Rosivete Dos Santos Romaniuk, Julio Flemming Neto*

VOLUME 32 – **Armazenamento e Produção de Energia Elétrica: Uma Abordagem para seu Estudo no Ensino Médio**

*Jairo Rodrigo Corrêa*

VOLUME 33 – **Palestras de Astronomia para a Educação Básica**

*Sergio Freitas, Silvio Luiz Rutz da Silva*

Atribuição-NãoComercial-  
Compartilha Igual 4.0 Internacional



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física

**UEPG**  
Universidade Estadual  
de Ponta Grossa

**PPG**  **F**  
ensino de física

**SÉRIE**  
**Produtos Educacionais em Ensino de Física**

**UEPG - PROEX**