



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA - POLO 35

ROSIVETE DOS SANTOS ROMANIUK

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ABORDANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:
ECONOMIZANDO ENERGIA NA COZINHA - APLICAÇÃO E ANÁLISE

PONTA GROSSA

2020

ROSIVETE DOS SANTOS ROMANIUK

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ABORDANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:
ECONOMIZANDO ENERGIA NA COZINHA - APLICAÇÃO E ANÁLISE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área de Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Flemming Neto.

PONTA GROSSA

2020

R758 Romaniuk, Rosivete dos Santos
Uma sequência didática abordando a eficiência energética: economizando energia na cozinha: aplicação e análise / Rosivete dos Santos Romaniuk. Ponta Grossa, 2020.
138 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física - Área de Concentração: Física na Educação Básica), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Flemming Neto.

1. Aprendizagem significativa. 2. Três momentos pedagógicos. 3. Eficiência energética. 4. Transferência de calor. 5. Lei do resfriamento de Newton. I. Neto, Júlio Flemming. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física na Educação Básica. III.T.

CDD: 530.1



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaíras - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

ROSIVETE DOS SANTOS ROMANIUK

"UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ABORDANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ECONOMIZANDO ENERGIA NA COZINHA - APLICAÇÃO E ANÁLISE"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação Profissional em Ensino de Física, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 09 de novembro de 2020.

Membros da Banca:

Dr. Julio Flemming Neto (UEPG) – Presidente

Dr. Fábio Augusto Meira Cássaro (UEPG)

Dr. Ricardo Costa de Santana- (UFG)

Dra. Sandra Mara Domiciano (UTFPR)



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Costa de Santana, Usuário Externo**, em 09/12/2020, às 17:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Augusto Meira Cassaro, Professor(a)**, em 09/12/2020, às 17:16, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Julio Flemming Neto, Professor(a)**, em 09/12/2020, às 17:30, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 17/12/2020, às 09:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0371752** e o código CRC **F5E54026**.

Dedico aos amores da vida, meus filhos, Camila e Renan.
Que tenham inspiração e acreditem que nunca é tarde para
realizar sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, esse ser inexplicável.

Ao brilhante Prof. Dr. Júlio Flemming Neto, meu orientador, que me aceitou como orientanda, acreditando na minha capacidade em desenvolver esse trabalho. Com sabedoria e atenção me amparou na realização da pesquisa, cedendo seu tempo e conhecimento. Agradeço imensamente

Aos professores do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), pela sua importância no decorrer do meu período acadêmico.

Ao Jhon Víctor Messias Rosa, bolsista do PIBID-Junior, pelos dados obtidos que me auxiliaram nas elaborações de tabelas e gráficos.

Aos colegas e amigos de Mestrado pela convivência, apoio e significativas contribuições para este trabalho, através de debates e críticas construtivas. Em especial ao colega que se transformou em amigo, Gilvan Chaves Filho, que me ofereceu o seu ombro nos momentos de maiores dificuldades e me motivava dizendo: “Calma Rose! Vai dar tudo certo...”.

A minha amiga de muitos anos, Andreia Carla Badalotti, pela paciência, apoio e acolhimento.

À UEPG, pelo acolhimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

À MNPEF, pela oportunidade proporcionada.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pelo respaldo ao programa.

Aos meus alunos da 2ª série do Ensino Médio, turma de 2019, do Colégio Estadual do Campo de Angaí, distrito do município de Fernandes Pinheiro/PR, pelo comprometimento e dedicação na realização das atividades propostas durante a aplicação do Produto Educacional.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo analisar uma sequência didática enquanto metodologia de ensino aprendizagem para a formação inicial científica de alunos do ensino médio, considerando o discurso à dificuldade de entendimento da disciplina de Física. Foram utilizados como referencial teórico-metodológico as concepções educacionais presentes na teoria de aprendizagem significativa (David Paul Ausubel) e na proposta metodológica dos Três Momentos Pedagógicos; em consonância com as contribuições de autores que discutem as concepções de aprendizagem significativa (Moreira, 2011, 2012, 2014; Carvalho e Gomes, 2017; Keidann, 2013; Pernambuco 2002; Freire, 2003). Para tanto, analisou-se o contexto em que os alunos estavam inseridos, bem como os conceitos físicos a serem abordados, voltados ao conhecimento científico inicial. Optou-se por trabalhar o tema Economia de Energia na Cozinha, trabalhando a eficiência energética e fazendo menções à lei de resfriamento de Newton, relacionando a algo bem presente no cotidiano do aluno. Para essa sequência didática foram necessárias onze aulas contempladas em um caderno didático, o qual abordou alguns conceitos e definições necessários para a compreensão do tema. Foram coletadas informações, por meio de questionários prévio e final, junto aos participantes desse produto educacional, que propõe uma abordagem dentro de uma contextualização histórica, social e cultural. Para a verificação da aprendizagem significativa dos alunos foram analisados, além dos questionários, mapas mentais, materiais confeccionados, também as interações e a maneira de agir dos alunos, durante a realização das atividades práticas. A aplicação ocorreu em uma turma do segundo ano do Ensino Médio, do Colégio Estadual do Campo de Angaí, Distrito de Fernandes Pinheiro, no Paraná, no período de maio a julho de 2019. A pesquisa envolveu 11 alunos e a partir das análises realizadas, em relação à economia de energia, foi possível verificar a não capacidade de fazer associações e a não compreensão do conhecimento científico, visto que dos 11 pesquisados, 3 não apresentaram compreensão, 4 apresentaram compreensão cotidiana (senso comum), 4 apresentaram compreensão parcial e nenhum apresentou compreensão científica. Dessa forma foi possível observar a necessidade de metodologias envolventes para uma aprendizagem significativa. Em relação à análise do questionário final, apenas 1 não apresentou compreensão, 1 apresentou compreensão cotidiana, 5 apresentaram compreensão parcial e 4 apresentaram compreensão científica. Desse modo, constatou-se uma melhora na compreensão do conhecimento científico, bem como a capacidade de fazer relações entre o fogo alto e fogo baixo do fogão a gás, com a potência alta e potência baixa do forno de micro-ondas utilizada como ferramenta didática, compreendido após estreitamento dos laços entre teoria e prática.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Três Momentos Pedagógicos. Eficiência Energética. Transferência de Calor. Lei do Resfriamento de Newton.

ABSTRACT

The present work aimed to analyze a didactic sequence as a teaching-learning methodology for the initial scientific training of high school students, considering the discourse in relation to the difficulty of understanding the discipline of Physics. The educational conceptions present in the significant learning theory (David Paul Ausubel) and in the methodological proposal of the Three Pedagogical Moments were used as a theoretical-methodological framework; in line with the contributions of authors who discuss the concepts of meaningful learning (Moreira, 2011, 2012, 2014; Carvalho and Gomes, 2017; Keidann, 2013; Pernambuco 2002; Freire, 2003). Therefore, the context in which the students were inserted was analyzed, as well as the physical concepts to be approached, aimed at the initial scientific knowledge. It was decided to work on the theme of Energy Saving in the Kitchen, working on energy efficiency and mentioning Newton's cooling law, relating to something very present in the student's daily life. For this didactic sequence, eleven classes included in a didactic notebook were necessary, which addressed some concepts and definitions necessary to understand the theme. Information was collected, through previous and final questionnaires, from the participants of this educational product, which proposes an approach within a historical, social and cultural context. In order to verify the students' 'meaningful learning, in addition to the questionnaires, mental maps, made materials, and also the interactions and the students' behavior during the performance of practical activities were analyzed. The application occurred in a class of the second year of high school, from the State College of camp de Angaí, District of Fernandes Pinheiro, in Paraná, from May to July 2019. The research involved 11 students and from the analyzes carried out, in relation to energy saving, it was possible to verify the inability to make associations and the lack of understanding of scientific knowledge, since of the 11 respondents, 3 did not present comprehension, 4 showed daily comprehension (common sense), 4 showed partial understanding and none presented scientific understanding. Thus, there was an improvement in the understanding of scientific knowledge, as well as the ability to make relationships between high and low fire of the gas stove, with the high and low power of the microwave oven used as a teaching tool. , understood after strengthening the links between theory and practice.

Keywords: Meaningful Learning. Three Pedagogical Moments. Energy Efficiency. Heat Transfer. Newton's Law of Cooling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Três corpos diferentes em contato e em equilíbrio térmico.	28
Figura 2: Termômetro digital de haste.	38
Figura 3: Tipos de movimentos associados a moléculas e seus componentes (Energia sensível).	39
Figura 4: Efeito da temperatura na energia cinética das moléculas (temperatura superior à direita).	40
Figura 5: Analogia sobre a Eficiência Energética e a lei de resfriamento de Newton.	54

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Foto da capa do primeiro livro didático analisado.....	41
Fotografia 2: Foto da capa do segundo livro didático analisado.	43
Fotografia 3: Foto da capa do terceiro livro didático analisado.	43
Fotografia 4: Foto da capa do quarto livro didático analisado.	44
Fotografia 5: Foto da capa do quinto livro didático analisado.	45
Fotografia 6: Foto da capa do sexto livro didático analisado.	45
Fotografia 7: Foto da capa do sétimo livro didático analisado.....	46
Fotografia 8: Equipamentos utilizados para realizar os experimentos propostos na sequência didática (termômetro, jarra, luva, béquer, forno de micro-ondas, balde e caneca).	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Energia total Q_f necessária para aquecer um corpo a uma dada temperatura em função da potência α do forno de micro-ondas.	24
Gráfico 2: Comparação da equação da Lei de Resfriamento de Newton e os dados experimentais obtidos.	73
Gráfico 3: Respostas dadas pelos alunos à segunda questão do questionário prévio.	76
Gráfico 4: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Para você, o que é ENERGIA?”.	77
Gráfico 5: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?”.	78
Gráfico 6: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?”.	78
Gráfico 7: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Como podemos economizar o gás de cozinha?”.	79
Gráfico 8: Respostas dadas pelos alunos à sexta questão do questionário final.	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Artigo encontrado na internet.....	47
Quadro 2: Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos - Eficiência Energética.....	55
Quadro 3: Resumo dos seis temas abordados e seus principais objetivos.....	56
Quadro 4: Respostas dadas pelos alunos à terceira questão do questionário prévio.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Calor específico de algumas substâncias.....	26
Tabela 2: Tabela presente no caderno de aprendizagem, referente as aulas 9 e 10.....	69
Tabela 3: Dados obtidos experimentalmente com o auxílio do bolsista do PIBID-Junior.	72
Tabela 4: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Para você, o que é ENERGIA?”	77
Tabela 5: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?”	77
Tabela 6: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?”	78
Tabela 7: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Como podemos economizar o gás de cozinha?”	79
Tabela 8: Respostas dadas pelos alunos à sexta questão do questionário final.....	80

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	14
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	16
1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.3.1 O Problema.....	16
1.3.2 Hipóteses	17
1.4 JUSTIFICATIVA	18
1.5 OBJETIVOS.....	18
1.5.1 Geral	18
1.5.2 Específicos.....	18
1.6 CAMPO DE EXPERIMENTAÇÃO DO PRODUTO	19
CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 A TERMODINÂMICA.....	20
2.1.1 Lei de resfriamento ou variação de temperatura de Newton.....	20
2.1.2 A utilização da lei de resfriamento de Newton para determinação do calor específico. 26	
2.1.3 Transferências de calor.....	28
2.1.4 As leis da Termodinâmica	28
2.1.5 Eficiência energética.....	29
2.2 RESGATE HISTÓRICO.....	30
2.2.1 Evolução histórica dos conceitos de calor e temperatura.....	30
2.2.2 Algumas abordagens significativas de elementos de termodinâmica	32
2.2.3 A evolução da definição do termo energia e o saber científico.....	34
2.2.4 Formas de energia - Diferenciações necessárias	35
2.2.5 Diferenciando o termo potência	36
2.2.6 Termômetro: um instrumento essencial de medida.....	37
2.2.7 Estabelecendo o conceito de equilíbrio térmico – Lei Zero da Termodinâmica	38
2.2.8 Relacionando a energia com as formas microscópicas da matéria.....	39
2.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	41
2.3.1 Análise das menções à lei de resfriamento de Newton disponível nos livros didáticos utilizados no Ensino Médio	41
2.3.2 Outras abordagens sobre a lei de resfriamento de Newton no Ensino Médio.....	47
2.4 REVISÃO METODOLÓGICA.....	48
2.4.1 A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel	48
2.4.2 Os Três Momentos Pedagógicos	51
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
3.1 INTRODUÇÃO.....	53
3.2 PRODUTO	55
3.2.1 Problematização inicial.....	57
3.2.2 Organização de conhecimentos.	59
3.2.3 Aplicação do conhecimento	60
3.3 AULAS.....	61
3.3.1 Aula 1	61
3.3.2 Aula 2 e 3.....	63

3.3.3 Aula 4	65
3.3.4 Aula 5	66
3.3.5 Aula 6, 7 e 8.....	67
3.3.6 Aula 9 e 10.....	68
3.3.7 Aula 11	70
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	72
4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS	75
CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL - CADERNO DE ENSINO	90
APÊNDICE B: PRODUTO EDUCACIONAL – CADERNO DE APRENDIZAGEM.	118

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Como professora da disciplina de Física atuante há mais de onze anos na rede pública estadual de ensino, ministrando aulas no Ensino Médio, em diversas escolas, rurais e urbanas, com realidades completamente diferentes, foi possível observar inúmeros alunos desmotivados, apáticos, desinteressados e com significativa passividade em relação ao estudo dessa disciplina, mesmo sendo tão importante para o entendimento dos fenômenos naturais que os rodeiam. Este fato desmotiva também o professor, que se vê obrigado a refletir sobre suas práticas pedagógicas e os resultados obtidos.

Embora testemunhando inúmeras tentativas de mudança dessa realidade, por meio de novas metodologias aplicadas por alguns professores, o cenário parece continuar o mesmo, fato observado pelas notas baixas e a não simpatia pela disciplina. Isso pode ter ocorrido, possivelmente, pela não apropriação do conhecimento, devido ao desinteresse e/ou insucesso na aplicação das metodologias.

Diante disso, passa-se a refletir sobre a causa desse cenário prejudicial ao processo de ensino-aprendizagem e que se distancia de uma aprendizagem significativa.

Ao ingressar no MNPEF foi possível refletir sobre a postura de um “bom professor” e sobre observar a pureza, mistérios e particularidades da verdadeira Física. Através desse Programa, passei a entender que se utiliza sim, na Física, todas as outras disciplinas curriculares, cada qual com suas indiscutíveis contribuições. Todavia, a Física tem sua própria identidade, a qual não deve ser confundida. Para que isso ocorra, se faz necessário o afinco do professor, que, obrigatoriamente, esteja em constante evolução e disposto a entender que uma sala de aula é composta de diversidades. Por muitas vezes, as dificuldades encontradas no processo de ensino-aprendizagem surgem do comodismo, direcionando o ensino à uma aprendizagem mecânica.

O ingresso ao MNPEF também oportunizou detectar algumas falhas que passaram despercebidas em relação ao ensino da Física no Ensino Médio, e entender que é necessário aprender a ensinar, pois, sem isso, toda e qualquer metodologia torna-se inútil. Uma das falhas detectadas foi à falta do resgate histórico, visto que é essencial à construção do conhecimento para uma aprendizagem significativa, em que o aluno passa a fazer relações entre aquilo que ele já sabe e o conteúdo que está sendo abordado, culminando em uma participação ativa e construtiva.

Tendo em vista abordagens que priorizam cálculos e fórmulas de forma mecanizada e sem nenhum significado aplicável no cotidiano, o Ensino de Física é, muitas vezes, visto como uma simples aplicação de equações prontas com informações pontuais. Desse modo, a teoria e o modelo matemático parecem desconexos, provocando a aversão dos alunos frente à disciplina de Física por não compreender como aplicá-la. É possível perceber que não há análises qualitativas de situações e, por consequência, a não apropriação do conhecimento.

Assim, buscando motivar os alunos e despertar interesse em aprender Física e entender a contribuição da Matemática, esse trabalho aborda o estudo da Eficiência Energética através de discussões qualitativas e quantitativas, sobre situações enfrentadas no cotidiano dos alunos.

Pela aplicação de estudos teóricos e epistemológicos, relacionando de maneira simples e concisa ao senso comum, buscou-se fomentar a participação ativa dos alunos através da exploração de conceitos físicos e cálculos matemáticos relacionados à Termodinâmica.

Além de relacionar o caráter científico com o senso comum, os conceitos físicos e os fenômenos observáveis, passam a fazer sentido, embora os temas sejam raramente abordados no Ensino Médio. Tal abordagem torna-se significativa, pois, além de compreender os diversos campos de aplicações, resgata a história, relevando a importância de Newton para a Termodinâmica.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tal como define a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN, nº 9.394/1996) e em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE), ao longo da Educação Básica, as aprendizagens essenciais devem ocorrer, assegurando aos estudantes, o desenvolvimento de competências (conceitos e procedimentos) e habilidades (práticas, cognitivas e sócio emocionais), com atitudes e valores a fim de resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.

De acordo com Neves (1992), uma epistemologia se faz necessária para que o aluno venha a ter o entendimento suficiente para construir seu conhecimento em relação à ciência, compreendendo-a efetivamente. Através de fundamentos históricos é possível diminuir a distância entre as fontes originais do conhecimento e o conhecimento necessário para uma aprendizagem significativa. A história de uma ciência é essencial à heurística da descoberta científica, ela é o instrumento de formação de pensadores (DIAS, 2001).

Em conformidade com a Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998 – que Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em seu Art. 10, a Base Nacional

Comum dos Currículos do Ensino Médio será organizada em áreas de conhecimento, a saber: Capítulo II – a) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, cujo objetivo é a constituição de habilidades e competências que permitam ao educando, compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou rupturas de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (BRASIL, 1998).

Com base nesse contexto, percebe-se que é imprescindível o resgate histórico da ciência. O aluno deve compreender a construção do conhecimento e todo o caminho percorrido para se chegar a um conceito. Também é importante entender que são as significativas contribuições que ampliam um conhecimento e enriquecem um conceito.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Com esta análise e compreendendo que a discussão sobre conservação de energia é algo relevante no contexto escolar, foi proposto levar para a sala de aula uma sequência didática que aborda a eficiência energética com menções à lei de resfriamento de Newton, relacionando-a com a economia de energia na cozinha, o que contempla os conteúdos das Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs). Esse tipo de situação se faz presente no cotidiano dos alunos pertencentes à escola do campo e/ou urbana.

1.3 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

1.3.1 O Problema

O presente estudo propõe uma análise da abordagem da eficiência energética e das suas possíveis associações com a Lei de Resfriamento de Newton, em aulas de Física do Ensino Médio.

Essa análise foi dividida, inicialmente, em quatro fases. Na primeira realizou-se a análise de 07 livros didáticos adotados nas Escolas Públicas do Estado do Paraná, distribuídos através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), os quais são utilizados por três anos consecutivos. Essa análise constatou que em nenhum dos livros analisados houve menção da Eficiência Energética associada à Lei de Resfriamento de Newton, referindo-se a perda de calor para imediações, variação de temperatura e eficiência energética.

Em um segundo momento foi realizado uma pesquisa em artigos presentes na plataforma Scholar Google, encontrando apenas 01 artigo cujo título e conteúdo se referem à Lei de Resfriamento de Newton. Na próxima etapa foi feita a pesquisa no Banco de Teses e Dissertações, da CAPES, buscando então o termo Lei de Resfriamento de Newton nos títulos dos trabalhos, porém, não foi encontrado nenhum trabalho a partir de tais delimitações. Vale destacar aqui que os procedimentos da realização dessas análises estão detalhados no item 3.2 deste trabalho, o qual se refere à Revisão Bibliográfica.

Na quarta fase foi realizada uma conversa informal com professores da disciplina de Física das Escolas Públicas Estaduais do Município de Fernandes Pinheiro - PR e cidades adjacentes. Essa conversa ocorreu em momentos de hora-atividade, durante os cursos e pelas redes sociais, abordando, em suas aulas, a Lei de resfriamento de Newton, relacionado à eficiência energética ou variação de temperatura.

A partir de tais análises, observou-se que o problema identificado consiste na escassez de referências teóricas e práticas em relação à Lei de Resfriamento de Newton, especialmente relacionada à Eficiência Energética. Ao analisar os dados obtidos na primeira fase, foi possível perceber que nos livros didáticos, os assuntos referentes à Termodinâmica são os mesmos, não ocorrendo variações de um ano para o outro. Embora sejam abordados os conteúdos variação de temperatura e eficiência energética, não se observou qualquer menção a lei de resfriamento de Newton no ensino de Física. Quanto à análise da segunda e terceira fases foi possível observar a que o termo lei de resfriamento de Newton foi empregado no título de apenas 01 trabalho, constatando assim a dificuldade em encontrar trabalhos que dão ênfase a esse assunto. Por fim, quanto à análise da quarta fase percebeu-se que os professores não tinham conhecimento da lei de resfriamento de Newton no Ensino Médio e, apesar de mostraram-se propensos a abordar tal assunto, a principal justificativa ouvida foi: “não é relevante para aprendizagem do aluno” – referindo-se a lei.

1.3.2 Hipóteses

Neste trabalho, assumimos a hipótese de que uma aprendizagem com maior grau de motivação possibilita e facilita o envolvimento do aluno, permitindo a construção de um conhecimento significativo e científico. Para promover tal motivação, buscou-se utilizar algo próximo à realidade do aluno, além de situar o conhecimento do ponto de vista histórico.

1.4 JUSTIFICATIVA

A partir das primeiras constatações oriundas de análises dos livros didáticos, artigos e afins, a priori pesquisados, verifica-se que os resultados são, em sua maioria, positivos em relação ao ensino-aprendizagem. Deste modo procurou-se, então, criar de uma sequência didática para o Ensino Médio, na forma de um produto educacional, idealizado e desenvolvido dentro de uma proposta, onde se busca atingir todos os alunos. Ao professor coube a intermediação, se necessário, buscando abordar a formulação matemática e conceitos físicos, de forma relacionada com o cotidiano do aluno e com resgates históricos. Espera-se que após a aplicação do produto o aluno se posicione de maneira crítica e consciente em questões de economia de energia em seu cotidiano. Desenvolver essa mudança crítica e consciente de comportamento no aluno justifica o presente trabalho.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Geral

O presente trabalho visa contribuir com processo de ensino-aprendizagem no estudo da Eficiência Energética, proposta através da Economia de Energia na Cozinha, fazendo menção a lei de resfriamento de Newton.

1.5.2 Específicos

- Elaborar uma sequência didática embasada nos três momentos pedagógicos e na aprendizagem significativa, de forma a contribuir no processo de ensino-aprendizado dos alunos e professores.
- Desenvolver embasamento científico sobre Economia de Energia na Cozinha, em alunos do Ensino Médio.
- Analisar o comportamento de alunos do Ensino Médio, perante uma mudança de proposta pedagógica.

1.6 CAMPO DE EXPERIMENTAÇÃO DO PRODUTO

A aplicação da Sequência Didática foi realizada no Colégio Estadual do Campo de Angaí (CECA), distrito de Fernandes Pinheiro, no estado do Paraná, com uma turma do 2º ano do Ensino Médio, composta por 11 alunos que possuem idades entre 15 e 18 anos, que, por meio de questionário, inicialmente relataram não gostar de Física por não a entender.

CAPÍTULO 2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A TERMODINÂMICA

2.1.1 Lei de resfriamento ou variação de temperatura de Newton

Isaac Newton nasceu em 1643 em Woolsthorpe-by-Colsterworth e faleceu em 1727 em Kensington, na Grande Londres. É considerado por muitos como o maior cientista que já existiu. Era físico, matemático, químico e mecânico de primeira grandeza. Foi descobridor de várias leis fundamentais para a Física, como as três leis da Mecânica, a lei da Gravitação Universal, desenvolveu os pilares da Óptica e foi o inventor do telescópio refletor. Em Matemática apresentou uma das duas formulações pioneiras do cálculo diferencial e integral, contribuiu com o cálculo variacional, demonstrou a fórmula do binômio de Newton, além de realizar vários outros desenvolvimentos científicos cruciais. Também esteve bastante interessado com questões filosóficas, religiosas, teológicas e de estudos alquímicos. No ano de 1701 publicou um artigo intitulado “Scala Graduum Caloris”, onde foi descrito um método para medir indiretamente e a posteriori, temperaturas de até 1.000°C. A medição direta de temperaturas tão elevadas era algo, até então, impossível para os termômetros existentes. Tal método acabou sendo designado como a lei do resfriamento de Newton. Em termos simples, ela indica: a taxa de variação da temperatura de um corpo é proporcional à diferença de temperaturas entre o corpo e o ambiente. Essa lei é amplamente utilizada para resolver inúmeros problemas relacionados à variação de temperatura de um corpo quente, deixado em contato com o meio ambiente (ALMEIDA; BARRETO, 2018).

Ainda sobre as contribuições da denominada lei do resfriamento de Newton, Pereira e Barboza (2018) destacam as afirmações de Alitolif (2011):

Esta forma de aplicação é ligada diretamente a física, mas cálculos voltados para as leis de temperatura são de grande utilidade em várias outras ciências, alguns exemplos são os utilizados nas engenharias, na variação de temperatura de uma simples xícara de café durante o seu resfriamento ou no derretimento de uma bola de sorvete, ou ainda no processo de resfriamento de um bolo, entre outras aplicabilidades deste modelo. (ALITOLIF, 2011 apud PEREIRA; BARBOZA, 2018, p. 47)

Em essência, ela diz que a variação temporal de temperatura¹ de um corpo aquecido, mantido no meio ambiente, é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e o meio ambiente. Algumas vezes, uma extensão da lei é dada em termos de variação de calor² ao longo do tempo. Contudo, para uma melhor perspectiva histórica, observa-se que o conceito de calor só se estabeleceria entre 1798 e 1824, com as contribuições do Conde de Rumford e de Sadi Carnot. Newton, no seu trabalho, também estabelece uma escala, daquilo que hoje conhecemos como temperatura, com 12 graus entre o ponto de solidificação da água e a temperatura do corpo humano. Utilizando esta sua escala própria e o fato de conhecer como um corpo se resfria, conseguia medir indiretamente altas temperaturas, como a do ferro “em brasa”.

Essa lei empírica é aproximada, sendo mais precisa para pequenas diferenças de temperatura entre o corpo e o meio ambiente. Também é mais apropriada quando a transmissão de calor ocorre exclusivamente por condução ou convecção, mormente convecção forçada. Aliás, no experimento original, Newton deixou seu objeto ser resfriado onde o vento soprava constantemente (SILVERMAN; SILVERMAN, 2000).

Ocorre um maior afastamento entre essa lei empírica e a realidade quando a irradiação contribui fortemente no processo de resfriamento. Como agora há uma dependência com a temperatura absoluta à quarta potência (Lei de Stefan, do corpo negro), o resfriamento tem uma dependência diferente daquele previsto pela lei do resfriamento de Newton (CAVALCANTE; HAAG, 2005). Ou seja, a taxa de variação de calor do corpo passa a ser proporcional $(T^4 - T_0^4)$, sendo a temperatura ambiente T_0 e a temperatura do corpo T .

No caso específico da perda de calor ocorrer basicamente por convecção natural (e não forçada) o resfriamento é também um pouco distinto que o previsto pela lei do resfriamento de Newton. Neste caso, mostra-se experimentalmente uma dependência com $(T - T_0)^{5/4}$ (O’SULLIVAN, 1990).

De acordo com Almeida e Barreto (2018), a taxa de resfriamento de um corpo depende de vários fatores: a diferença de temperatura entre o corpo e o meio externo, o tempo de contato com o ambiente, a substância da qual é feito o corpo, a área do corpo exposta ao ambiente, entre outros.

¹ De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), a temperatura pode ser definida como uma das propriedades pertencentes aos corpos, que determina como ocorrerão as trocas de calor entre dois corpos. Quando as trocas de calor cessam pode-se dizer que ambos estão em equilíbrio térmico e a mesma temperatura.

² O calor, segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), pode ser definido como a energia térmica em trânsito e é simbolizado com a letra Q.

Sobre a abordagem da Lei de Resfriamento de Newton nas aulas de Física do Ensino Médio, embora ela tenha aplicações em várias situações do dia a dia, envolvendo os conceitos de temperatura e calor, pouco se ouve falar. Devido a essa aplicabilidade prática, seu entendimento pode servir como um grande incentivo para os alunos compreenderem melhor alguns conceitos termodinâmicos.

A lei do resfriamento de Newton é:

$$\frac{d(T - Ta)}{dt} = -k(T - Ta) \quad (1)$$

Onde:

T é a temperatura do corpo num determinado instante

Ta é a temperatura do ambiente

t é o tempo contado a partir do momento em que os corpos foram postos em contato.

k é uma constante determinada experimentalmente e que varia com o material do qual é feito o corpo, sua massa e sua condutividade térmica.

Chamando $(T - Ta)$ de y , teremos:

$$\frac{dy}{dt} = -ky \quad (2)$$

Como a proposta busca utilizar um forno de micro-ondas e se supusermos que este fornece potência constante teremos:

$$\frac{dQ}{dt} = mc \frac{dy}{dt} = a \quad (3)$$

Onde a é uma constante positiva, medida no SI em W, representando a potência útil do micro-ondas e considerando que toda ela foi convertida em calor no corpo de prova, não havendo evaporação de material ($m=cte$) e nem variação do calor específico com a temperatura ($c=cte$).

Havendo aquecimento e resfriamento por Newton simultaneamente, teremos:

$$\frac{dy}{dt} = -ky + a \quad (4)$$

Com $a = \frac{a}{mc}$ sendo uma nova constante positiva, medida no SI em K/s.

A solução geral dessa equação de primeira ordem de variáveis separáveis vale segundo (LEIGHTON, 1970):

$$y = \frac{e^{-kt - c_1}}{k} + \frac{a}{k} \quad (5)$$

Pode-se determinar a constante de integração c_1 impondo a condição inicial $y=0$ quando $t=0$. Obteremos $c_1 = -\ln(\alpha)$. Com isso, nossa solução particular fica:

$$y = \frac{e^{-kt-\ln(\alpha)}}{k} + \frac{a}{k} \quad (6)$$

Se isolarmos o tempo, teremos:

$$t = -\frac{\ln(a - ky) - \ln(\alpha)}{k} \quad (7)$$

Como não há logaritmo de números negativos a solução faz sentido para $a > ky$. Isso deve ocorrer durante todo o processo, lembrando que o termo ky aumenta progressivamente com o aquecimento. Logo, para manter a solução matematicamente aceitável é necessário que $a > ky_f$, onde y_f é a temperatura final do corpo.

Almejamos que, para o corpo atingir uma determinada temperatura final t_f , seja utilizado o mínimo de energia vinda do forno de micro-ondas, Q_f . Como a taxa de fornecimento de energia pelo forno de micro-ondas (potência) é constante e igual a a , teremos:

$$\frac{dQ}{dt} = a \rightarrow \int_0^{Q_f} dQ = a \int_0^{t_f} dt \quad (8)$$

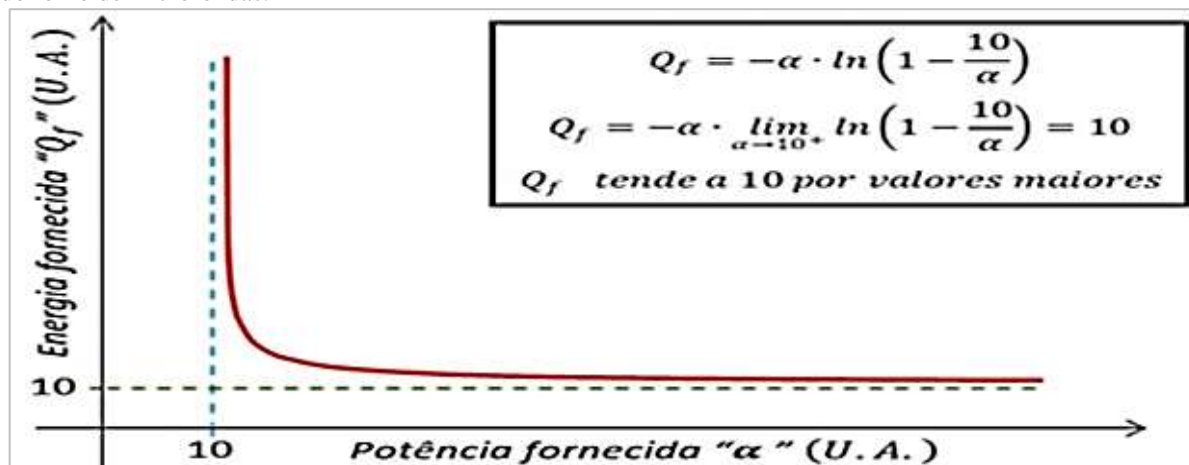
Logo, utilizando a equação vista acima para o tempo, lembrando que $a = mc$ e chamando a temperatura final de y_f , podemos escrever:

$$Q_f = at_f = -\frac{a}{k} \ln\left(\ln - \frac{mcky_f}{a}\right) \quad (9)$$

A maneira padrão de achar o mínimo de Q_f seria achar as raízes da derivada da equação acima, com relação à potência do forno de micro-ondas a . Mas, caso tomássemos esse rumo, veríamos que não há solução analítica. Melhor do que isso, vamos procurar o mínimo de Q_f graficamente. Para analisar o comportamento geral da função, vamos simplificar colocando os parâmetros k e mc numericamente iguais a unidade. Para a temperatura final y_f , tomemos arbitrariamente o valor 10. A equação fica:

$$Q_f = -a \ln\left(1 - \frac{10}{a}\right) \quad (10)$$

Gráfico 1: Energia total Q_f necessária para aquecer um corpo a uma dada temperatura em função da potência α do forno de micro-ondas.



Fonte: A Autora (2019)

O gráfico dessa função mostra um comportamento com duas assíntotas. Uma, que cruza o eixo horizontal em $\alpha=10$, corresponde ao mínimo de potência do forno de micro-ondas para se atingir uma dada temperatura final, t_f . Nesse caso a energia total, Q_f , necessária para atingir-se essa dada temperatura tende ao infinito. Da mesma forma, o tempo necessário para isso também tende ao infinito. A outra assíntota, que cruza o eixo vertical em $Q_f=10$, mostra que esse é o valor mínimo de energia total para atingir-se t_f , porém exigiria uma potência α do forno de micro-ondas tendendo ao infinito. Logo, na prática, o gráfico mostra que, para reduzir os gastos energéticos no aquecimento de um corpo por um forno de micro-ondas, deve-se operar na maior potência tecnicamente disponível no aparelho. Esse resultado teórico condiz com os resultados experimentais mostrados nesse trabalho.

Algumas aplicações da Lei de Resfriamento de Newton são aquelas relacionadas com o entendimento, compreensão e determinação do funcionamento de sistemas físicos, biológicos, econômicos e até sociais, como por exemplo: a mudança de têmpera feita em peças de aço, o resfriamento de materiais biológicos para preservação, o resfriamento de leite cru e a perícia criminal (ALMEIDA; BARRETO, 2018).

O Ensino da Física muitas vezes ocorre de forma mecânica, com conteúdos desatualizados, o ensino centrado no professor, e com o objetivo de que o aluno seja aprovado em vestibulares ou outros tipos de testes e avaliações. Por vezes o professor passa a fornecer respostas prontas, onde o aluno, geralmente, não o questiona, trabalhando assim a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada nos livros de texto e/ou apostilas (MOREIRA, 2014).

Assim, se faz necessário uma metodologia que favoreça a interação entre professor e aluno, tornando as aulas mais motivadoras, dialogadas e problematizadoras. Busca-se estabelecer conexões entre o senso comum dos alunos e a apropriação do conhecimento científico, refletindo diretamente em seu cotidiano. Nesse sentido, a abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos surge com o objetivo de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem de Física, em especial no tema eficiência energética, possibilitando um maior envolvimento dos alunos na construção de seu próprio conhecimento. Diante do exposto, este trabalho consiste em um relato de experiência referente à abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos aplicada em uma turma do Ensino Médio, na disciplina de Física, cujo objetivo foi desenvolver o conteúdo específico de eficiência energética em consonância à economia de energia na cozinha, além de analisar as possibilidades que esta abordagem pode proporcionar nas aulas Física, como por exemplo, a lei de resfriamento de Newton.

A prática pedagógica defendida faz com que temas relacionados à eficiência energética possam se tornar interessantes, relevantes e significativos, sob a perspectiva do aluno e do professor.

Ouve-se falar sobre eficiência e economia de energia, seja nos noticiários, nas próprias residências e em todo o assunto que envolve dispêndio financeiro, chamando a atenção e aguçando a curiosidade sobre as formas de economizar. Com uma abordagem que segue os Três Momentos Pedagógicos é possível trazer para a sala de aula discussões sobre temas que envolvem o conceito de eficiência energética. Esse assunto, que será visto como uma aplicação prática experimental da Lei de Resfriamento de Newton no cozimento de alimentos incentiva o aluno a uma melhor compreensão da Física e suas leis.

Debater sobre temas como o uso de energia na cozinha e formas de economia, dará condições para que o aluno construa uma opinião crítica a respeito de tais usos. Por vezes, em sala de aula, ouvem-se perguntas como: Por que esse é mais eficiente que aquele? Por que um rende mais que outro? Por que um é mais potente que outro? Como economizar gás de cozinha e energia elétrica em nossas residências?

Essas e outras questões, ao surgirem em sala de aula demonstram que os alunos se interessam pelo tema, porém, tais questionamentos costumam ser pouco exploradas nas aulas de física. O próprio nome, lei de resfriamento de Newton, não soa familiar aos alunos. Cabe então ao professor, aproveitar esse interesse e aprofundar o conhecimento relacionado com essa área, visto que um dos motivos do abandono escolar é a dificuldade de aprendizagem dos alunos e a dificuldade em relacionar os conteúdos aplicados com as situações enfrentadas no

cotidiano, ou seja, eles não veem aplicação alguma do que é ensinado em sala de aula, conforme afirmam Lisboa e Lucino (2015).

Portanto, é imprescindível que os professores busquem constantemente novas alternativas educacionais capazes de criar elos entre a Física Aplicada e o meio em que os alunos vivem. Desse modo D' Ambrósio (1996, p. 43) complementa que:

O valor da teoria se revela no momento em que ela é transformada em prática. No caso da educação, as teorias se justificam na medida em que seu efeito se faça sentir na condução do dia-a-dia na sala de aula. De outra maneira, a teoria não passará de tal, pois não poderá ser legitimada na prática educativa.

Assim, teoria e prática podem ser entendidas pela metáfora da fotografia e da janela, expresso por Javaroni (2007, p. 28): “Ao se olhar o mundo através de fotografia, essa visão é estática, estou vendo aquilo que se mostra na foto naquele instante. No entanto, se observo o mundo através da janela, a visão é dinâmica e o que vejo na verdade são as mudanças que estão ocorrendo”.

Apesar da diversidade de aplicações que podem ser tratadas pela Lei de Resfriamento de Newton, as mesmas são pouco exploradas. Um dos motivos prováveis seriam os aspectos do tratamento matemático, com nível de complexidade razoável para alunos do nível médio. No entanto, esse problema pode ser contornado, fazendo com que o aluno comece a perceber sua relação com o cotidiano.

2.1.2 A utilização da lei de resfriamento de Newton para determinação do calor específico.

No estudo da Termodinâmica, é de grande relevância para a aprendizagem do aluno que ele compreenda o denominado “Calor Específico”. Podemos defini-lo como a quantidade de energia em forma de calor que deve ser transferida a 1g de uma substância para que a sua temperatura seja elevada em 1°C. Essa quantidade de calor varia de substância para substância (SILVA et al., 2003). Na Tabela 1, temos o valor do calor específico de algumas substâncias.

Tabela 1: Calor específico de algumas substâncias.

SUBSTANCIA	CALOR ESPECIFICO (cal/g°C)	SUBSTANCIA	CALOR ESPECIFICO (cal/g°C)
Água	1	Gelo	0,502
Areia	0,225	Mercúrio	0,03325
Cloreto de sódio	0,204	Vapor de água	0,481
Etanol	0,581	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////

Fonte: BOAS, N. V.; DOCA, R. H. BISCUOLA, G. J. **Física:** Termologia – Ondulatória – Óptica. v.2. 2 ed. Editora Saraiva. p. 38. 2013.

A abordagem desse conceito requer uma atenção especial do aluno para que ele possa assimilar e comece a fazer relações com os próximos conceitos que serão abordados. Os professores devem se atentar ao fato de que até então se ouviu falar muito sobre o tema calor, e que, para alguns, o assunto já se dá como encerrado. No decorrer das aulas o aluno vai acabar percebendo que o tema calor continua aparecendo de diferentes formas e nomeações. Para medir o calor específico de uma substância, a técnica padrão usa um calorímetro, mas pode-se medi-lo alternativamente pela lei do resfriamento de Newton, conforme o sistema vai perdendo calor continuamente para o meio ambiente (MATTOS; GASPAR, 2003). Nesse momento, possivelmente, o aluno poderá perceber que se trata de um sistema não isolado, sendo necessário entender também que há a perda de calor do sistema para o meio.

Segundo Silva et al. (2003), existem pelo menos duas formas de determinar o calor específico de uma substância. Na primeira, utilizamos um processo de imersão, seguido das leituras de temperaturas realizadas duas vezes, onde uma é com um corpo padrão, de calor específico conhecido, e outra para o corpo cuja substância terá o calor específico determinado.

Na segunda, utilizando a lei de resfriamento de Newton, determinamos a temperatura do sistema imediatamente antes da imersão do corpo, e logo após a migração interna de calor devido à imersão. Desse modo é pressuposto que o arranjo experimental seja tal que as migrações internas de calor possam ser consideradas suficientemente rápidas devido à imersão, de forma que seja possível identificar a temperatura final de equilíbrio. Em seguida, será utilizada a equação de balanço de calor para determinar o calor específico. Esse procedimento tem suas vantagens pelo resultado aceitável, ao apresentar duas curvas de decaimento com inclinações próximas, o que facilita estimar a diferença de temperatura antes e após a imersão. Para uma melhor compreensão, oportuniza-se o exemplo da utilização da lei de resfriamento de Newton, usando um recipiente com água, em uma dada temperatura. Na água, coloca-se um corpo com sua temperatura previamente aferida. Em seguida mede-se em intervalos regulares de tempo a temperatura do sistema (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006).

Percebe-se que com a realização de procedimentos experimentais, o entendimento sobre conceitos como calor específico, e a lei de resfriamento de Newton e suas aplicações, se torna mais claro e possibilita introduzir novos conceitos essenciais, interligados.

2.1.3 Transferências de calor

Um corpo pode perder calor para o meio ambiente por condução, através de colisões entre as moléculas, que vibram em torno de suas posições de equilíbrio. No caso de metais e outros sólidos inorgânicos a transmissão de calor ocorre por colisões dos elétrons livres com as moléculas. Não há, na condução de calor, transferência de matéria. Já isso é o que ocorre na convecção, relevante nos fluidos. A chamada convecção natural acontece devido a diferenças de densidade entre regiões mais frias e mais quentes, fazendo com que a força gravitacional ocasione o movimento de massas. Por outro lado, a convecção forçada ocorre quando forças não gravitacionais obrigam que haja fluxo do fluido. A irradiação é a transformação de energia potencial e cinética de cargas, mormente elétrons, em ondas eletromagnéticas. Se o corpo fluido puder variar sua massa, outro processo relevante é a evaporação, onde moléculas do corpo com energia cinética suficiente são lançadas ao meio ambiente, restando aquelas de menor energia e resfriando o corpo. Transferência de energia térmica entre corpos também pode ocasionar em mudanças de fase. No estudo que faremos nessa dissertação, de aquecimento e resfriamento de água em estado líquido, não haverá mudanças de fase.

2.1.4 As leis da Termodinâmica

Para sua medição. Lei zero da termodinâmica. Dois corpos, A e B, estão em equilíbrio térmico se não há fluxo de calor entre eles e, portanto, estará a mesma temperatura. O conceito de equilíbrio térmico permite estabelecer a Lei Zero da Termodinâmica. Esta lei afirma, conforme Figura 2, que: se um corpo A estiver em equilíbrio térmico com um corpo B e este mesmo corpo A estiver em equilíbrio térmico com o corpo C, o corpo B também estará em equilíbrio térmico com o corpo C (CINTRA; TEIXEIRA, 2004).

Figura 1: Três corpos diferentes em contato e em equilíbrio térmico.



Fonte: A Autora (2019)

Desse modo a Lei Zero é uma asserção de que deve existir a temperatura, tomada como uma grandeza intensiva, relacionada com o calor, e que pode ser indicada pela variação de determinadas propriedades termométricas das substâncias.

A Primeira Lei da Termodinâmica, segundo Halliday; Resnick e Walker (2012, p. 200), é definida como: “A energia interna E_{int} de um sistema tende a aumentar se acrescentamos energia na forma de calor Q e a diminuir se removemos energia na forma de trabalho W realizado pelo sistema”, podendo ser representado matematicamente como:

$$\Delta E_{int} = E_{intF} - E_{intI} = Q - W \quad (11)$$

A Segunda Lei da Termodinâmica, de acordo com Halliday; Resnick e Walker (2012, p. 254), é definida “Se um processo ocorre em um sistema fechado, a entropia do sistema aumenta se o processo for irreversível e permanece constante se o processo for reversível”, podendo ser representado matematicamente como:

$$\Delta S \geq 0 \quad (12)$$

A Terceira Lei da Termodinâmica, em Oliveira (2005, p. 91), explica que: “De acordo com o postulado de Nerst, a entropia molar “ s ” de um sistema se aproxima de determinado valor finito s_0 no limite $T \rightarrow 0$ e que, além disso, s_0 é independente das variáveis termodinâmicas, ou seja, uma constante, que matematicamente pode ser representado como:

$$s(T) \rightarrow 0 \text{ quando } T \rightarrow 0$$

2.1.5 Eficiência energética

Segundo Halliday, Resnick e Walker (2012), o termo eficiência é definido como:

$$\varepsilon = \frac{\text{energia utilizada}}{\text{energia adquirida}} = \frac{|W|}{|Q_Q|} \quad (13)$$

Em que W é o trabalho realizado e Q_Q é a energia fornecida para realizar o trabalho.

Sobre a obtenção de eficiência energética, Sola e Mota (2015, p. 498), com base nas concepções de Croucher (2011) explicam que:

A eficiência energética é obtida pela relação entre a energia efetivamente consumida e a energia demandada, enquanto a conservação de energia é conseguida pela redução de bens e serviços que consomem energia, como tirar um equipamento elétrico da tomada ao invés de deixá-lo ligado em stand-by, por exemplo.

Para um melhor entendimento do assunto, ao abordar os conceitos de Eficiência Energética em sala de aula espera-se estimular a mudança cultural, conscientizando os alunos e, conseqüentemente, seus familiares, a adotar novos hábitos de consumo, partindo então da

compreensão de que, por definição, Eficiência Energética consiste da relação entre a quantidade de energia empregada para realizar uma atividade e a disponibilizada para sua realização.

Ao ser utilizada racionalmente, essa energia também passa a ser chamada eficiência energética, que consiste em usar de modo eficiente a energia para se obter um determinado resultado (DIAS, 2015). Desse modo e sob uma análise do ponto de vista econômico ou de qualidade de vida, o consumo de energia é um dos principais indicadores do desenvolvimento de uma sociedade. A partir de indicadores físicos analisa-se a eficiência energética, e estes indicadores podem ser divididos em quatro categorias principais:

- Termodinâmicos: comparação entre o uso ideal de energia, baseado na termodinâmica, e o uso real de energia;
- Físicos-termodinâmicos: comparação entre a quantidade de energia requerida em unidades termodinâmicas e a quantidade da saída (produto) expressa em unidades físicas;
- Econômicos-termodinâmicos: comparação entre a quantidade de energia requerida em unidades termodinâmicas e o valor monetário da saída (produto), este expresso em unidades econômicas.
- Econômicos: relaciona-se tanto a energia requerida como os produtos em valores monetários.

2.2 RESGATE HISTÓRICO

2.2.1 Evolução histórica dos conceitos de calor e temperatura.

As primeiras contribuições para o conceito de calor surgiram com os pré-socráticos, Anaximandro, Heráclito, Empédocles, assim como Platão e Aristóteles, que tinham vagas noções quanto à natureza do calor. Cada um à sua maneira tentava achar uma explicação plausível. Para Platão o calor era algo próximo ao elemento fogo e associado aos corpúsculos do elemento fogo; para Aristóteles concebia que o quente e frio eram componentes das quatro qualidades primárias da matéria, juntamente com seco e úmido.

Assim, em diversos livros sobre a história do Calor e Temperatura pode-se constatar que cada um com sua contribuição, permitiu a evolução e continuidade das ideias. Roger Bacon (1214-1294), no século XIII, afirmava que o movimento interno das partículas de um

corpo era a causa do calor. Johannes Kepler (1571-1630) concordava com as ideias de Bacon. Para Galileu Galilei (1564- 1642), assim como Bernardino Telesius (1504-1588), o calor era uma espécie de fluido.

Por meio de tais constatações é possível oportunizar ao aluno a reflexão sobre a ordem cronológica das diversas ideias sobre o conceito de calor, utilizando as primeiras discussões sobre o fogo.

A explicação sobre a produção do fogo, segundo Galileu (1996), é que ele não pode ser produzido pelo atrito entre corpos sutis e fluidos, mas sim, por atrito entre dois corpos sólidos, e outros meios. Ele também afirmou que os cometas, as chamas dos cemitérios, estrelas cadentes e relâmpagos, não pegam fogo pelo atrito do ar, nem dos ventos, nem de exalações, mas sim produzidos na maioria das vezes nas maiores calmarias.

A produção e a percepção do calor, em nós, são matérias que chamamos de fogo, o qual é formado por pequeníssimos corpos que se movimentam com velocidade enorme, penetram em nossos corpos. O contato deles (corpos), com a nossa substância, resulta no que percebemos e chamamos de calor (CINTRA; TEIXEIRA, 2004).

O conceito de calor e temperatura não se apresentava como algo distinto em meados do século XVII, pois não havia consenso quanto à legitimidade das explicações do calor, associado a um fluido (denominado “calórico”) ou ao movimento das partículas do corpo. Isso ocorria por não haver a necessidade até o momento de tratar o calor do ponto de vista quantitativo.

Percebe-se aqui que através das mensurações, o termo quantitativo passou a ter importância para que as suposições deixassem de ser apenas suposições e virassem certezas, assim a compreensão de alguns termos, como a quantidade de calor, começam a fazer sentido. Para isso é necessário utilizar um instrumento adequado, introduzindo assim a importância do termômetro nas atividades experimentais.

Um dos nomes de grande importância ao se abordar este instrumento de medida de calor é o de Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), que ao aperfeiçoar os termômetros fez com que a precisão das medidas fosse melhorada devido ao refinamento da técnica de construção, permitindo a compreensão de vários aspectos relacionados às propriedades térmicas dos materiais.

Em se tratando de medidas de calor, afirmava-se que, experimentalmente, parecia ocorrer certa linearidade entre o calor fornecido a um corpo, a sua variação de temperatura e a dilatação aparente apresentada pelo corpo. Observou-se que o termo variação começou a fazer sentido quando tratamos dessas medidas, e também que a quantidade de calor cedida para

e elevar a temperatura de diferentes corpos seria diretamente proporcional à quantidade de matéria presente nesses corpos.

Com a continuidade da história, percebe-se a construção e a evolução do conhecimento em relação ao calor, devido às inúmeras contribuições, mesmo que indevidas, como a de Herman Boerhaave (1668-1738) e Pieter Van Musschenbroeck (1632-1761) que diziam que o calor se distribuía uniformemente entre os corpos em equilíbrio térmico, ou seja, o calor recebido por um corpo era proporcional ao seu volume, uma conclusão indevida.

Segundo Edmond Hoppe (1928) o conceito de temperatura havia sido introduzido por Samuel Klingestjerna (1698-1765) que, em 1729 formulou a hipótese de diferença entre temperatura e quantidade de calor, a qual só foi satisfatoriamente esclarecida por volta de 1760, por Joseph Black.

Ao deparar-se com os acontecimentos históricos e perceber a evolução do conceito de calor, o aluno tem a possibilidade de refletir sobre os conceitos já estudados e entender que esses foram construídos a partir de importantes autores, cada qual com sua contribuição. Assim, o que inicialmente eram apenas suposições, transformou-se em estudos mais consistentes sobre o assunto, levando a entender que a ciência está em constante evolução.

Dessa forma iniciam-se os questionamentos, as curiosidades e a participação, essencial para o processo de ensino e aprendizagem. Percebendo então que a partir do estudo de um fenômeno físico há a possibilidade de ocorrer novos questionamentos, é possível interligar os conceitos de calor e temperatura. Também é oportunizado conhecer alguns importantes nomes que contribuíram para a construção desses conceitos e algumas leis. Com essas informações, pode-se dizer que o aluno passa a ter um conhecimento prévio, por exemplo, o calor, como base para a construção de um novo conhecimento, no caso, a energia.

2.2.2 Algumas abordagens significativas de elementos de termodinâmica

Ao abordar conceitos físicos relacionados ao cotidiano do aluno, preferencialmente os fenômenos físicos relacionados à energia, pode-se utilizar a cozinha como um laboratório onde há espaço para a compreensão da Termodinâmica. Em abordagens relacionadas ao preparo de alimentos, o aluno, a partir do momento em que observa o fenômeno físico, o relaciona com os conceitos estudados e o diferencia em variadas situações.

O aluno precisa entender que a Termodinâmica está ligada a Mecânica, como estabelecido por James Prescott Joule (1818-1889), em meados do século XIX, no seu experimento do “equivalente mecânico do calor”. Precisa-se saber também que a construção

conceitual da termodinâmica, enquanto instrumento de interpretação da interação entre trabalho e energia, tem como marco fundamental este fator de conversão. Em 1850, as leis fundamentadas por Clausius, dão características gerais e importantes para compreender os fenômenos no universo (ROCHA, 2010).

A primeira lei da termodinâmica torna-se um assunto interessante para o aluno quando este passa a entender o processo de aquecimento, tendo em vista que essa lei tem como característica marcante considerar o calor como uma forma de energia, em alguns casos, diferente das demais. O calor é a forma de energia na qual a observação permite uma oposição mais nítida entre energia e trabalho. Neste momento o aluno passa a ter os primeiros contatos com as definições de trabalho, as quais devem ser ensinadas e aprendidas cientificamente, não deixando que o senso comum predomine. O trabalho é entendido entre os sistemas físicos como outra categoria de interação e necessário à formulação da primeira lei da termodinâmica, assumindo a energia interna de um sistema como uma função de estado, pois não depende do caminho de qualquer processo, correspondendo à soma do trabalho realizado sobre esse sistema com a diferença entre o calor cedido ao sistema e o calor cedido pelo sistema (ROCHA, 2010).

A abordagem sobre sistema nesse momento é interessante, mesmo que breve, pois o aluno começa a encaixar as informações recebidas, entendendo assim o significado da palavra, que, por muitas vezes aparece sem ter contato direto durante a aprendizagem. Entretanto, sabe-se que é essencial a compreensão de tais conceitos e significados para assimilar o que é conservação de energia. Desse modo, é possível direcionar o entendimento para a primeira lei, que é uma generalização do princípio de conservação da energia. O conceito de temperatura é fundamental, tanto para a primeira lei quanto para a segunda lei da termodinâmica, sendo assim a lei que estabelece a temperatura como um conceito válido deveria ter uma numeração menor – então, zero.

Ao trabalhar as leis da termodinâmica que geralmente, são trabalhadas de modo genérico, não levando em consideração a particularidade de cada uma, em especial a Lei Zero, seja por comodismo ou para se vencer o conteúdo curricular, faz com que ocorram possíveis deficiências na aprendizagem, ocasionando o não entendimento de determinados assuntos essenciais para continuidade dos estudos.

A então denominada Lei Zero, de 1930, é considerada um pensamento lógico tardio, por aparecer somente após a primeira e a segunda lei da termodinâmica. Esta lei compreende o conceito de temperatura, baseado no equilíbrio térmico, segundo o qual dois corpos estarão à mesma temperatura somente se ambos estiverem em equilíbrio térmico com um terceiro, ou

seja, se dois A e B estão individualmente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, então A e B estão em equilíbrio térmico entre si. Em linguagem mais simples, todo corpo tem uma propriedade chamada temperatura. Quando as temperaturas de dois corpos são iguais, elas estão em equilíbrio. Ao fazer a aproximação dos conceitos físicos com a realidade do aluno, esse passa a entender as aplicações, conseguindo identificar e diferenciar as três leis da termodinâmica. Em seguida, é possível tentar conceituar energia e perceber que não existe um conceito definitivo.

2.2.3 A evolução da definição do termo energia e o saber científico

Ao solicitar a definição de energia aos alunos, surgirão inúmeras respostas, devido à percepção de diferentes manifestações de energia observadas em seus cotidianos, como por exemplos:

- Sensação de frio, ao saírem molhado do banho;
- No fogão o uso do gás como combustível para fornecer energia térmica que aquece os alimentos;
- Quando nos alimentamos, para obter a energia contida nos alimentos.

Esses exemplos não fornecem conceitos substanciais para que possamos ter uma definição do termo energia. Assim, nesse momento cabe uma breve retomada histórica para que o aluno tente entender a construção dos diferentes conceitos e os grandes contribuintes.

Para Mitchell Wilson (1968) o termo energia, em grego, significa “trabalho” (enérgeia) e em latim (energia), usado ao se referir a fenômenos explicados através dos termos: “vis viva” (ou “força viva”) e “calórico”.

Thomas Young sugeriu em 1807 pela primeira vez, que a palavra energia deveria ser concebida como a capacidade de um corpo de realizar algum tipo de trabalho mecânico.

Galileu Galilei (1564-1642) em sua obra “Diálogos sobre Duas Novas Ciências” fez considerações a respeito de regularidades observadas em alguns processos de transformação envolvendo a força gravitacional, mais especificamente sobre o funcionamento do “bate-estacas”; também afirmava que “conservar-se” é um ímpeto presente nos corpos em movimento.

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e Christiaan Huygens (1629-1695) contribuíram para o desenvolvimento da ideia de conservação da vis viva em situações onde ocorrem colisões. Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) em 1788 estabeleceu o que entendemos hoje como o princípio da conservação da energia mecânica. Joseph Black (1728-

1799), Benjamin Thompson, Conde de Rumford (1753-1814) e Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) desenvolveram uma ideia de conservação dentro da própria “Teoria do Calórico”.

Cabe ao professor oportunizar ao aluno a compreensão de que após o século XIX, o termo energia começou a ser usado com mais frequência, sobrepondo-se às concepções de “vis viva” e “calórico”. Nesse momento, o aluno passa a ter informações importantes que o fazem refletir sobre as mudanças dos termos até então utilizados. O aluno começa a ter conhecimento pelo resgate histórico, entendendo assim que nas décadas que antecederam 1850, as investigações sobre o conceito de energia protagonizaram uma revolução do pensamento científico europeu e que essas investigações estavam relacionadas a uma nova visão da natureza, a partir da qual se vislumbrava uma espécie de regularidade em diversos tipos de fenômenos físicos e químicos, estruturando o Princípio de Conservação da Energia. (BUCUSSI, 2006)

A partir das muitas informações a respeito do termo energia, o aluno é direcionado ao entendimento de diversas formas de energia. Porém, seria interessante dar continuidade a essa construção do conhecimento e abordar a importância de grandes contribuintes para o progresso da ciência em termos de energia. Contribuíram decisivamente para a elaboração deste princípio homens como: Julius Robert Von Mayer (1814-1878), Hermann Von Helmholtz (1821-1894), Ludwig August Colding (1815-1888) e James Prescott Joule (1818-1889).

2.2.4 Formas de energia - Diferenciações necessárias

No Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, se faz necessário dar sentido aos saberes trabalhados, assim, é imprescindível que o professor permita ao aluno analisar as diferentes formas de energia para que o mesmo consiga determiná-las quando observadas em seu cotidiano. Entre elas as mais conhecidas são:

- A energia cinética (energia de movimento);
- A energia elétrica (que move nossos eletrodomésticos);
- A energia química (presente em uma bateria de carro e em nossos corpos);
- A energia nuclear (que reside no núcleo dos átomos, se manifestando em reatores e bombas);
- Calor e Trabalho.

Se não for promovida uma aproximação entre o aluno e seu cotidiano, os conhecimentos perdem o sentido, de modo que as situações escolares idealizadas acabam fazendo com que os alunos permaneçam com uma Física com serventia apenas para os exames e provas (a Física escolar), e não uma "Física" para as suas relações com o mundo e com os outros (RICARDO; FREIRE, 2007).

O aluno precisa entender que todas essas formas de energia fazem parte de seu cotidiano e de sua realidade. Devem observar também que elas podem ser transformadas de uma forma em outra.

2.2.5 Diferenciando o termo potência

Quando se ouve a expressão potência, por vezes relacionamos com algo forte e com muito vigor ou mesmo com a matemática. Todavia, se tratando de ciência, se faz necessário alguns entendimentos e diferenciações para uma melhor compreensão:

- Na Matemática: a potência é o resultado de um número multiplicado por si uma ou mais vezes;
- Potência: No ramo da Física, a potência corresponde ao trabalho realizado ou ao calor transferido por unidade de tempo.

Quanto mais rápido for a quantidade de energia transformada num espaço de tempo curto, maior será a potência elétrica de um aparelho. Pode-se definir o termo potência como sendo uma grandeza que mede o quão rapidamente um trabalho é realizado. A potência média (P_{ot}) é igual à quantidade de trabalho realizado (E_e) dividida pelo intervalo de tempo (Δt) que leva para realizá-lo. Então temos:

A equação de potência média sendo...

$$Pot = \frac{E_e}{\Delta t} \quad (14)$$

A unidade de medida no SI denomina-se watt (W);

De acordo com Ricardo e Freire (2007), compreender o papel da matemática na construção do pensamento físico torna-se relevante, pois ela vai além de uma mera linguagem de comunicação. Ao que parece, a relação entre a Física e a Matemática não é suficientemente clara entre aqueles que lecionam essas disciplinas na escola. Logo, não é de se estranhar a dificuldade dos alunos em diferenciar a Física da Matemática. Já foi dito que uma das causas

pode ser a forma como os livros didáticos costumam apresentar à Física, excessivamente presa à aplicação de fórmulas.

Entendendo a importância da Matemática na Física, e iniciando um processo de compreensão da eficiência energética em relação a uso de alguns eletrodomésticos, que fazem parte do seu dia a dia, a palavra “eficiência” começa a aparecer e fazer sentido para a construção do conhecimento, a partir de uma aprendizagem significativa.

2.2.6 Termômetro: um instrumento essencial de medida

O aluno tem conhecimento do mundo físico através de seus sentidos. É a sensação térmica, proporcionada pelo tato, a primeira noção de temperatura de um sistema, traduzida por termos: frio, quente, gelado, dentre outros.

Desde os tempos longínquos durante a evolução da humanidade, o conhecimento empírico de calor e de temperatura foram acumulativos. Porém, para procedimentos científicos, o uso de critérios sensitivos para determinar a temperatura é impreciso, sendo necessário estabelecer um instrumento padronizado para a medida de temperaturas que não dependa do tato. Esse instrumento para medir a temperatura dos corpos chama-se termômetro, ele faz uso de comparações entre a variação de propriedades das substâncias como volume, pressão, resistência elétrica, variação de cor, etc., relacionadas com a variação da temperatura (LOPES; AFONSO, 2006).

A evolução da Física e da Ciência em geral, fez do termômetro um instrumento essencial na caracterização e determinação de um número crescente de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Foi na década de 1970 que surgiram as primeiras versões dos termômetros digitais acompanhando outros instrumentos de medidas. Esses termômetros já estão substituindo os de mercúrio (Hg) em virtude de problemas ambientais ligados ao uso deste elemento químico (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006).

O termômetro digital (Figura 2) tem seu funcionamento baseado em sensores elétricos como termopares, termômetros de resistência e termístores, além da radiação infravermelha, que não exige contato físico entre o termômetro e o objeto cuja temperatura se deseja medir.

Figura 2: Termômetro digital de haste.



Fonte: TECNOFERRAMENTAS: **Termômetro digital tipo espeto com capa protetora a prova d'água 45-230-c-divisao-1-c-incoterm-6132**. Disponível em <https://www.tecnoferramentas.com.br/termometro-digital-tipo-espeto-com-capa-protetora-a-prova-d-agua-45-230-c-divisao-1-c-incoterm-6132/p> . Acesso em: 22 de abr. 2019.

Esses termômetros podem ser simples, o que possibilita o baixo custo, ou de grande complexidade e onerosos, como, por exemplo, os modelos utilizados em pesquisas a temperaturas abaixo de 0,01 K. Os modelos mais simples desses termômetros apresentam vantagem em relação aos convencionais, como serem mais leves e de eliminarem erros inerentes de paralaxe, regressão da coluna de mercúrio e tempo de leitura lento.

Com o entendimento das questões macroscópicas e do instrumento de medida de temperatura, o equilíbrio térmico, como o próprio nome diz, pressupõe que se atingiu uma situação de equilíbrio e que, portanto, cessam-se as variações de temperatura.

2.2.7 Estabelecendo o conceito de equilíbrio térmico – Lei Zero da Termodinâmica

Ao questionar o aluno sobre a palavra equilíbrio, percebe-se que a resposta denota uma condição estática, ou seja, ausência de modificações. É necessário, então, que o professor esclareça que para a Termodinâmica, equilíbrio representa ausência de mudanças, ou seja, no estado de equilíbrio as propriedades não variam com o tempo, sendo assim, não há taxas de variações e o sistema é composto por vários subsistemas uniformes. Os escoamentos de calor, de trabalho ou massa são nulos no interior do sistema, ou entre o sistema e a vizinhança.

Segundo Reis e Bassi (2012), William Thomson - Lord Kelvin em 1848, sem mencionar a entropia ou a energia interna, propõe algumas noções científicas de temperatura, não considerando características termométricas como escala Celsius e Fahrenheit. A primeira escala de térmica proposta por ele surgiu da termometria envolvendo a temperatura empírica, θ . Nessa escala os valores de θ apresentavam uma escala adimensional de temperaturas. A escala absoluta criada por Kelvin tem origem (zero) no zero absoluto e adota como unidade o kelvin (símbolo K) cuja extensão por definição é igual à do grau Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Após todas as abordagens necessárias em relação a equilíbrio térmico, espera-se que o aluno já traga consigo alguns conhecimentos advindos da termologia, onde fazendo

associações entenda a importância das escalas termométricas nas investigações científicas e consiga prosseguir com a construção do conhecimento, elevando cada vez mais seu entendimento perante outras definições relevantes da termodinâmica, como calor e trabalho.

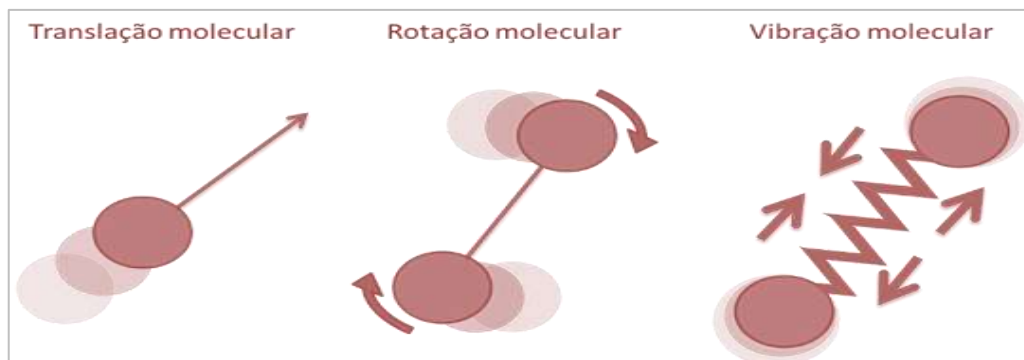
A partir desse momento o aluno pode também começar a relacionar as abordagens macroscópicas com as microscópicas, onde a formulação atômica das substâncias torna-se indispensável.

2.2.8 Relacionando a energia com as formas microscópicas da matéria

A energia interna pode ser definida como sendo a soma de todas as formas microscópicas de energia de um sistema, ou como sendo a energia das próprias moléculas, devido às forças de atração e repulsão intramoleculares e intermoleculares (energias potenciais), bem como à translação, vibração e rotação das moléculas (energias cinéticas). Dessa forma entende-se que a energia interna está relacionada com a estrutura e atividade molecular, podendo ser vista como a soma das energias cinética e potencial das partículas constituintes da matéria. Assim se distinguem diferentes formas de energia como constituintes da energia interna, como, por exemplo, a energia sensível e a energia latente. (BUCUSSI, 2006).

A energia sensível está relacionada à energia cinética dos átomos, das moléculas e dos seus componentes, traduzida pelo nível de translações, rotações e vibrações, como ilustra a figura 3 abaixo. Quanto maior é a temperatura, maior é a possibilidade dos movimentos, e por consequência, maior será o calor fornecido que gera apenas variação de temperatura, chamada energia sensível e a energia interna.

Figura 3: Tipos de movimentos associados a moléculas e seus componentes (Energia sensível).



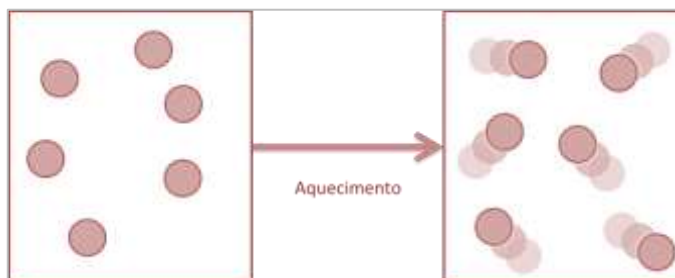
Fonte: PORTAL LABORATÓRIO VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS: [Labvirtual.eq.uc.pt](http://labvirtual.eq.uc.pt).
Disponível em:
http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=370.
Acesso em 22 abr 2019.

A energia latente está associada ao estado físico do sistema, ou seja, às forças de ligação intermoleculares. Essas forças, para uma dada substância, serão maiores no estado sólido do que no líquido, e por sua vez essas serão maiores que no estado gasoso. Adicionar ou retirar energia térmica pode alterar a coesão molecular e poderá provocar uma mudança de estado, como mostra a Figura 4.

Essa abordagem sobre a energia interna, mostra ao aluno seu caráter microscópico. Evidentemente, não pode ser diretamente verificado por qualquer tipo de microscopia atual em decorrência do minúsculo tamanho dos átomos e as suas grandes velocidades em temperaturas usuais. Todavia, podemos perceber os fenômenos e entender suas causas. Nesse momento, pode-se fazer uma relação com a disciplina de Química para uma explicação sobre as forças intramoleculares.

Dando sequência às explicações, feitas na interface da Físico-Química, o aluno vai entendendo que para se romper as ligações intermoleculares presentes num líquido e obter um estado gasoso é preciso que a energia fornecida corresponda ao calor latente de vaporização, também chamado por entalpia de vaporização.

Figura 4: Efeito da temperatura na energia cinética das moléculas (temperatura superior à direita).



Fonte: PORTAL LABORATÓRIO VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS: [Labvirtual.eq.uc.pt](http://labvirtual.eq.uc.pt).
Disponível em:
http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=370.
Acesso em 22 abr 2019.

Após essas explanações e demonstrações sobre energia interna, espera-se que o aluno não tenha um comportamento passivo no decorrer das aulas de Física, seja ela teórica ou prática. Possivelmente surgirão inúmeras contribuições para compreensão das diferentes definições de calor.

2.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.3.1 Análise das menções à lei de resfriamento de Newton disponível nos livros didáticos utilizados no Ensino Médio

São os livros didáticos que normalmente norteiam a sequência dos conteúdos a serem trabalhados durante o período letivo, e são as leis e parâmetros nacionais os responsáveis por direcionar os conteúdos programáticos, orientando sobre a importância da formação do aluno como cidadão participativo e crítico. Assim se faz necessária uma análise dos livros didáticos destinados ao Ensino Médio, oriundos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Buscou-se analisar as informações sobre a lei do resfriamento de Newton, presentes nos livros, porém foi constatada a ausência de menção sobre isso, deixando a construção do saber científico sobre esse tema sem suas origens históricas, pois a figura de Newton que é tão fundamental na Física, não é explorada no entendimento do fenômeno da perda de calor.

O critério desta análise em relação aos livros didáticos foi verificar exclusivamente a abordagem de variação de temperatura, em relação ao tempo, de um corpo deixado resfriando no meio ambiente e a contextualização histórica da lei de resfriamento de Newton. Esta análise foi realizada em sete livros didáticos discriminados abaixo.

O primeiro livro analisado é o de autoria de Guimarães, Piqueira e Carron (2017), denominado “FÍSICA: FÍSICA TÉRMICA - ONDAS – ÓPTICA”.

Fotografia 1: Foto da capa do primeiro livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

Nesse livro, observou-se que a unidade 1 é nomeada “O calor e suas consequências”. No primeiro capítulo desta unidade temos abordagens sobre o tema temperatura e calor, uma

breve contextualização histórica sobre uma escala absoluta de temperatura, a evolução do conceito de calor e sobre Willian Thomson (Lorde Kelvin). Trabalha assuntos como dilatação térmica e transmissão de energia térmica; apresenta, de forma resumida, a taxa de perda de calor de um corpo para o ambiente. O segundo capítulo apresenta o estudo da calorimetria, abordando brevemente a história sobre a Química e abrindo as portas para a Física, fazendo menção a Newton em relação à utilização da mecânica para explicar fenômenos térmicos, e uma breve história sobre Jean-Baptiste Fourier. Trabalha assuntos como capacidade térmica, calor sensível, calor latente, troca de calor, diagrama de fases e umidade do ar.

A unidade 2 deste livro é nomeada “Energia e meio ambiente”. Nela encontramos abordagens sobre energia térmica em trânsito (calor), uma breve história do calor e comentários sobre Antoine Lavoisier. No terceiro capítulo temos a Primeira Lei da Termodinâmica, que traz o estudo dos gases, do trabalho termodinâmico e das transformações termodinâmicas. Apresenta um pequeno contexto histórico sobre origem da termodinâmica, Carnot e Robert Boyle; uma explicação resumida da variação de energia interna, a quantidade de energia Q na forma de calor trocado pelo sistema com o meio externo e as variáveis de estado. O quarto capítulo aborda a Segunda Lei da Termodinâmica que trata assuntos como motor térmico, trocadores de calor, ciclo de Carnot e motores de combustão interna, além de uma breve história sobre Nicolas Léonard Carnot. No capítulo cinco observaram-se abordagens envolvendo fontes de energia (solar, combustíveis fósseis, biocombustíveis, fontes alternativas de energia) e os impactos ambientais (a camada de ozônio, poluição, biocombustível e usina nuclear), além de apresentar na página 128, uma breve história sobre a descoberta do efeito estufa e de Hans Bete, disponível em <www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Bethe.html> Acesso em out. 2015. Texto traduzido.

O segundo livro analisado foi o intitulado “Física: ciência e tecnologia”, de Torres et. al (2016):

Fotografia 2: Foto da capa do segundo livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

O primeiro capítulo deste livro trata do estudo da energia térmica, temperatura, mudanças de estado e uma breve história da ciência, além de fazer comentários sobre Ander Celsius, Daniel Gabriel Fahrenheit e William Thomson. No segundo capítulo são abordados temas como energia térmica em trânsito (calor) e uma breve história do calor; além de fazer comentários sobre Antoine Lavoisier. No capítulo três o livro traz o comportamento térmico da matéria, além de alguns comentários sobre Jacques Alexandre César Charle, Joseph Louis Gay-Lussac, Robert Boyle e Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro. Já no quarto e último capítulo, aborda-se a termodinâmica e uma breve história do seu nascimento, além de fazer comentários sobre Siméon Denis Poisson e Nicolas Léonard Carnot.

O próximo livro didático é o intitulado “Física: para o ensino médio”, de Yamamoto e Fuke (2017):

Fotografia 3: Foto da capa do terceiro livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

Neste livro, a unidade 1 é nomeada “Termologia”. Em seu primeiro capítulo observam-se algumas abordagens iniciais sobre Termologia, além de uma breve contextualização histórica sobre as escalas termométricas e seus criadores. No próximo capítulo é tratado sobre a dilatação de sólidos e líquidos, sem contextualizações históricas. O capítulo três faz uma introdução a Calorimetria, sem contextualizações históricas. Já o quarto capítulo aborda as mudanças de estado. No quinto e último capítulo observou-se o estudo dos gases, além de uma breve história sobre a Hipótese de Avogadro e o conceito de Mol.

O próximo livro, com autoria de Boas, Doca e Biscuola (2017), tem como título “Física: termologia, ondulatória e óptica”.

Fotografia 4: Foto da capa do quarto livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

Neste livro, a unidade 1 é denominada “Termologia”. Dentre os seis capítulos, destacam-se os presentes temas, respectivamente: Temperatura, estudo do calor e sua propagação, calor sensível e latente, gases perfeitos, termodinâmica e dilatação térmica dos sólidos e líquidos. Vale destacar que não houve contextualizações históricas em nenhum dos capítulos dentro de seus conteúdos.

O quinto livro, também de autoria de Boas, Doca e Biscuola (2013) traz o título “Física: termologia, ondulatória e óptica”.

Fotografia 5: Foto da capa do quinto livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

A Unidade 1 deste livro é nomeada “TERMOLOGIA”. No Capítulo 1 observaram-se abordagens sobre temperatura, com contextualizações históricas sobre escalas Celsius e Fahrenheit, além de comentários sobre a escala absoluta. No Capítulo 2, o estudo do calor e sua propagação, com contextualizações históricas sobre o vaso de Dewar. No terceiro capítulo temos o estudo do calor sensível e calor latente, sem contextualizações históricas. Na sequência, o estudo dos gases perfeitos, com contextualizações históricas sobre Robert Boyle, Benoît-Emile Clapeyron. O capítulo 5 trata da Termodinâmica, o estudo das máquinas térmicas e do motor térmico. E no sexto e último capítulo tem-se o estudo da dilatação térmica dos sólidos e dos líquidos, com contextualizações históricas sobre Torre Eiffel.

Outro livro analisado foi o de Gonçalves e Toscano (2012), com o título “Física e realidade”.

Fotografia 6: Foto da capa do sexto livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

A Unidade 1 deste livro é nomeada “FÍSICA TÉRMICA”. No Capítulo 1 observam-se abordagens sobre uma teoria para a temperatura, o calor e a matéria; o conceito de temperatura e calor; e os processos de variação de temperatura, com contextualizações históricas sobre a Física como uma ciência em transformação. O capítulo 2, por sua vez, trata sobre efeitos da transferência de energia, variação de temperatura, mudança de estado físico e dilatação, sem qualquer contextualização histórica.

O último livro analisado, “Física: termologia – óptica – ondulatória”, tem autoria de Bonjorno et. al (2016).

Fotografia 7: Foto da capa do sétimo livro didático analisado.



Fonte: A Autora (2019)

A Unidade 1 deste livro é nomeada “Termologia” e no primeiro capítulo aborda temperatura e suas medidas, com contextualizações históricas sobre a ideia da evolução do átomo, e de aparelhos como o forno e a geladeira mudarem hábitos alimentares. O segundo capítulo trata sobre trocas de calor, com contextualizações históricas sobre o calor, energia, e capacidade calorífica. No capítulo três têm-se os processos de troca de calor, com contextualizações históricas envolvendo antropologia, evolução e adaptação. O capítulo quatro traz o conteúdo da dilatação térmica, sem uma contextualização histórica. No Capítulo cinco enfatiza-se a mudanças de fase, com contextualizações históricas sobre o calor na ciência.

A Unidade 2 deste livro é nomeada “Termodinâmica”. No sexto capítulo temos abordagens sobre estudo dos gases, sem contextualizações históricas, enquanto o capítulo sete apresenta as Leis da Termodinâmica, com contextualizações históricas sobre as máquinas térmicas e a revolucionária máquina a vapor.

Analisando os dados acima, percebe-se que poucos temas apresentados têm abordagens que utilizam o contexto histórico como facilitador. Também podemos notar que apenas o primeiro livro didático fez menção a taxa de variação de calor, porém sem menção ao nome de Newton, nem a Lei de Resfriamento de Newton. Caso a importância histórica, principalmente de Newton, fosse abordada, possivelmente, poderia despertar uma curiosidade e por consequência uma participação mais ativa por parte dos alunos, objetivando uma aprendizagem significativa.

O livro didático é uma importante ferramenta pedagógica a serviço do professor, assim como a televisão, a rede web, o computador, dentre outros recursos. Porém, sua eficiência está associada ao controle do trabalho pedagógico de responsabilidade do professor, ou seja, o pedagogo do livro deve ser o professor e não o contrário. O professor é quem sabe quando e como utilizar o livro didático (PARANÁ/SEED, 2008).

2.3.2 Outras abordagens sobre a lei de resfriamento de Newton no Ensino Médio

O critério desta análise foi verificar exclusivamente trabalhos que abordam a Lei de Resfriamento de Newton, aplicando-a no Ensino Médio. Optou-se por realizar a pesquisa de artigos no *Scholar Google*, visto que é um indexador de muitos periódicos, refinando assim a busca. Foram procurados títulos que apresentassem o termo “Resfriamento de Newton no Ensino Médio” nos anos de 2017 e 2018, na busca por trabalhos atuais. Assim, obteve-se como resultado um total de 332 trabalhos, porém, com o termo em voga, foi encontrado apenas 01 artigo, caracterizado no quadro a seguir:

Quadro 1: Artigo encontrado na internet.

TRABALHO	AUTORES	INTITUIÇÃO	ANO	OBJETIVO
A lei de resfriamento de Newton	Elcio Correia de Souza Tavares; Raphael Bender Chagas Leite.	CEEP Professora Lourdinha Guerra	2018	Observar e verificar de forma experimental se a taxa de resfriamento de um corpo pintado de preto é realmente maior que a do mesmo corpo pintado de branco

Fonte: TAVARES, E. C. S.; LEITE, R. B. C. Lei do Resfriamento de Newton: Aliando Teoria e Prática. *In* CONEDU 5., *Anais[...]*, Recife: 2018.

É possível assim constatar que não há qualquer menção a respeito da lei de resfriamento de Newton nos livros didáticos e, muito menos, existem artigos suficientes na internet que possibilitam o estudo sobre a temática diretamente envolvida com a Eficiência Energética ou Economia de Energia na Cozinha, para o suporte teórico e didático às práticas pedagógicas para o Ensino Médio.

Outra pesquisa foi realizada junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, buscando ainda identificar e analisar os trabalhos realizados sobre o referido tema. Assim, realizou-se o seguinte procedimento de pesquisa, a fim de refinar a pesquisa: Trabalhos advindos de Mestrado Profissional, anos de 2017 e 2018, grande área em ciências exatas e da terra, área de conhecimento em física e área de concentração em ensino de física. Utilizando novamente a busca por títulos que apresentassem o termo “Lei de Resfriamento de Newton no Ensino Médio”, foi possível encontrar 192 trabalhos, porém, dentre esses, nenhum apresentava o termo em seus títulos.

Pode-se então verificar que existe uma escassez de pesquisas em Ensino de Física voltadas para a “Lei de Resfriamento de Newton”, pois foram encontrados poucos, ou um número ínfimo de trabalhos que abordassem essa temática nos últimos anos. Desta forma é possível constatar que embora a lei de resfriamento de Newton seja muito utilizada em diversos experimentos de Física, ainda há poucas pesquisas que estudam exclusivamente esse assunto ou que façam menção ao Ensino Médio, para a verificação de variação de temperatura.

O professor do Ensino Médio deve entender que o livro didático é apenas uma ferramenta de apoio e que, além dele, é possível ter acesso a outras ferramentas pedagógicas, como artigos e trabalhos científicos, que contribuirão para uma aprendizagem significativa.

Tendo em vista a revisão bibliográfica realizada, não se encontraram trabalhos de Ensino de Física que associem a Eficiência Energética na Economia de Energia na Cozinha com menções a lei de resfriamento de Newton.

2.4. REVISÃO METODOLÓGICA

2.4.1. A Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A aprendizagem significativa refere-se à apropriação do conhecimento, ao significado que o aluno dá ao novo conhecimento, conferindo-lhe importância e fazendo utilização dele em sua vida cotidiana. Este conhecimento não deve ser utilizado apenas em

situações rotineiras e conhecidas, como na aprendizagem mecânica, também conhecida como memorística, a qual não apresenta significado, devido a pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva do aluno, mas sim em situações desconhecidas.

Para Moreira (2012), aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva, ou seja, não-literal, não ao pé-da-letra e não-arbitrária, significando que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva, daquele que aprende. Este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, chamado de subsunçor, ou ideia-âncora, permite dar significado a um novo conhecimento a ele apresentado ou por ele descoberto. Por exemplo:

Para um aluno que já conhece a Lei da Conservação da Energia aplicada à energia mecânica, resolver problemas onde há transformação de energia potencial em cinética e vice-versa, apenas corrobora o conhecimento prévio dando-lhe mais estabilidade cognitiva e talvez maior clareza. Mas se a Primeira Lei da Termodinâmica lhe for apresentada (não importa se em uma aula, em um livro ou em um moderno aplicativo) como a Lei da Conservação da Energia aplicada a fenômenos térmicos ele ou ela dará significado a essa nova lei, na medida em que “acionar” o subsunçor Conservação da Energia, mas este ficará mais rico, mais elaborado e terá novos significados, pois, a Conservação da Energia aplicar-se-á não só ao campo conceitual da Mecânica mas também ao da Termodinâmica. (MOREIRA, 2012, p. 1-2)

As novas interações entre novos conhecimentos e subsunçor Conservação de Energia, que poderá servir como ideia-âncora, ficará cada vez mais entendível, resultando em novas aprendizagens significativas e levando o aluno a dar significado a uma lei geral da Física, ou seja, à conservação de energia. Diante do exposto necessita-se compreender que ensinar vai além de trabalhar com conceitos e ideias científicas (CARVALHO; GOMES, 2017).

Com base nas concepções dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) em como ensinar Física, nota-se a necessidade de discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara.

Segundo Moreira (2012), quando o aluno atribui significados a um dado conhecimento, de modo interativo e ancorando-o em conhecimentos prévios, a aprendizagem é significativa, independente de se estes são os aceitos no contexto de alguma matéria de

ensino. Os significados atribuídos são também contextualmente aceitos, além de serem pessoalmente aceitos. Geralmente são consideradas aprendizagens significativas, as conhecidas concepções alternativas, pesquisadas na área de ensino de ciências, e, por isso, tão resistentes à mudança conceitual. “Por exemplo, se uma pessoa acredita que no verão estamos mais próximos do sol e no inverno mais distante, explicando assim as estações do ano, isso pode ser significativo para ela embora não seja a explicação cientificamente aceita”. (MOREIRA, 2012, p. 8).

Aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem “correta”, nem aquela que nunca esquecemos. Na aprendizagem significativa pode-se sim ocorrer o esquecimento daquilo que se aprendeu, todavia este conhecimento é facilmente resgatado.

Ainda de acordo com Moreira (2012), são essenciais duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra, sendo que a primeira implica em que o material de aprendizagem, seja ele qual for, tenha significado lógico, isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Os significados aos materiais de aprendizagem são atribuídos pelo aluno e os significados podem não ser aqueles aceitos no contexto da matéria de ensino. A pretensão no ensino é que o aluno atribua aos novos conhecimentos, transmitidos pelos materiais de aprendizagem, os significados aceitos no contexto da matéria de ensino, porém normalmente depende de uma “negociação”, de significados, que pode ser bastante demorada.

A segunda condição para que a aprendizagem significativa ocorra é um pouco mais complicada, pois o aluno deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitrária e não-literal, a seus conhecimentos prévios. Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria, o aluno teve ter predisposição para aprender. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar, diferenciar, integrar, interagir com os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia. Também, modificando, enriquecendo, elaborando e dando significados a esses conhecimentos. Pode ser simplesmente porque sabe que sem compreensão não terá resultados positivos nas avaliações. Muito da aprendizagem memorística que usualmente ocorre na escola resulta das avaliações e procedimentos de ensino que estimulam esse tipo de aprendizagem. Pode ocorrer caso em que o aluno queira dar significados aos novos conhecimentos e não possuir conhecimentos prévios adequados, ou o material didático não ter significado lógico, desse modo e necessariamente o material deve ser potencialmente significativo.

Para Moreira (2011) aprender a aprender facilita a aprendizagem, desse modo, os conhecimentos prévios vão adquirindo novos significados e começam a fazer sentido para o

aluno. A participação ativa e crítica do aluno neste processo se faz necessário para que essa aprendizagem se torne efetiva e significativa. É nítido quando não ocorre uma aprendizagem consistente, tendo como exemplo a Física quando interpretada erroneamente pelos alunos, considerada apenas como um conglomerado de fórmulas, definições e respostas memorizadas. Para que uma aprendizagem significativa venha a ocorrer, novas propostas de ensino necessitam serem aplicadas.

Dentro da teoria de aprendizagem significativa, os mapas mentais são formas de registrar informações. Também podem ser consideradas ferramentas de pensamento ao qual permite refletir exteriormente o que se passa na mente. É uma forma de organização dos pensamentos e de utilizar ao máximo as capacidades mentais. Ao fazer a análise de um mapa mental, é possível fazer a verificação de inúmeras ideias a respeito de um tema central, as quais se entrelaçam e compõe o assunto. Esse método de ensino possui alguns componentes em comum, como os tópicos com seus conteúdos, símbolos, palavras e desenhos. Algumas das aplicabilidades dos mapas mentais, além do ensino, perpassam muitas áreas, como por exemplo: evolução pessoal, cotidiano, carreira, gestão de processos, atividades, dentre outros. (KEIDANN, 2013).

Os mapas mentais embora apresentem setas, não implicam direção, tempo e sequência. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais, se for o caso. Mapas mentais são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente.

2.4.2. Os Três Momentos Pedagógicos

Os Três Momentos Pedagógicos trata-se de uma proposta metodológica de ensino onde os conhecimentos científicos, através dos conteúdos programáticos, são selecionados e estruturados previamente pelo professor. Dessa forma as aplicabilidades desses conteúdos em situações reais do cotidiano dos alunos passam a serem melhores compreendidos. Esse processo de ensino é estruturado em três etapas, chamadas de momentos, sendo: a problematização inicial, a organização e a aplicação do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

O primeiro momento onde o diálogo valoriza as concepções espontâneas do aluno é chamado de problematização. Para Moreira (2014, p. 4), na educação dialógica, “estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, relacionando-os a aspectos históricos,

sociais e culturais do conhecimento, requer que o aluno assuma seu papel como sujeito no ato de estudar, adotando uma postura crítica e sistemática”. Esse primeiro momento é de levantamento de hipóteses, de verificação dos conhecimentos prévios e questionamentos sobre os conhecimentos. Na problematização, se deseja instigar explicações contraditórias e detectar possíveis limitações do conhecimento expressado, quando este é investigado como um conhecimento científico já selecionado para ser abordado.

O segundo momento é chamado de organização de conhecimentos. É um momento em que os alunos buscam informações para responder a problematização inicial. Momento de busca, interpretação, leitura, pesquisa, artifícios para responder o questionamento inicial e conferir suas hipóteses. Por consequência, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou a sua construção” (FREIRE, 2003, p. 47). Os conhecimentos de Física, essenciais para o entendimento do tema e da problematização inicial, devem ser sistematicamente estudados sob orientação do professor. Neste momento há um aprofundamento nas definições, conceitos, relações e leis, apresentadas no texto introdutório (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

O terceiro momento é chamado de aplicação do conhecimento, onde se espera que o aluno seja capaz de analisar e interpretar situações distintas da situação inicial. O conhecimento é abordado sistematicamente, sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, porém explicadas pelo mesmo conhecimento.

CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. INTRODUÇÃO

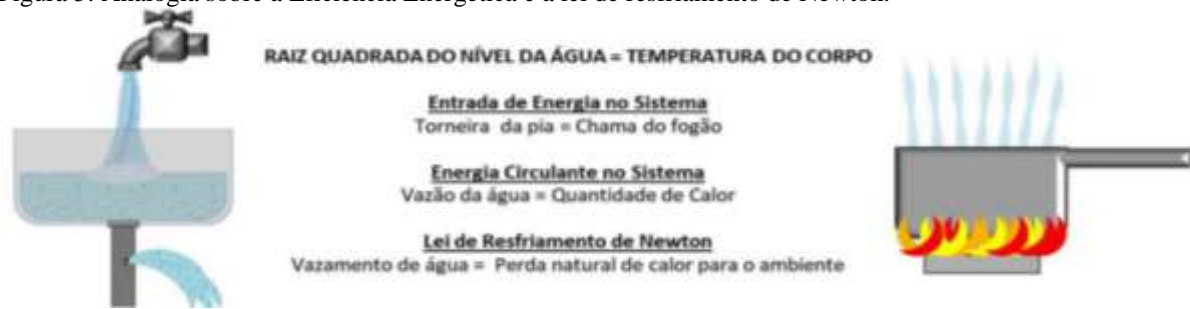
O título da sequência didática produzida é ABORDANDO A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: ECONOMIZANDO ENERGIA NA COZINHA - APLICAÇÃO E ANÁLISE, escolhido por ser um produto educacional que aborda temas de relevância como o consumo e economia de energia em residências, que gera muitos questionamentos e discussões. Estas questões afetam diretamente a sociedade e podem ser analisadas por meio de experimentos de Física, além de tornar possível, também, aos alunos realizarem hipóteses, através dos conteúdos abordados, e a reflitam criticamente sobre a importância da parte experimental e a levarem, para além dos muros da escola, informações com base científica obtidas na sala de aula.

Dessa forma, esta proposta pedagógica busca, além das discussões sobre eficiência energética, um aprendizado sobre a construção histórica e científica relacionada ao calor, temperatura, potência, rendimento, além de outros conceitos da Física.

O experimento em si é sobre aquecimento de água em um forno de micro-ondas, sendo que o mesmo raciocínio pode ser estendido a um fogão a gás. Espera-se que o aluno tire conclusões a partir do experimento, saindo do senso comum. A proposta também busca, após os alunos terem realizados diversos cálculos sem muita atenção aos conceitos, retomar o que foi visto anteriormente. Em seguida, fazer uma releitura dos procedimentos e cálculos para então compreender os conceitos físicos.

A relação básica que esperamos desenvolver no aluno, envolvendo a eficiência energética para a economia de gás na cozinha e a Lei de Resfriamento de Newton, é a da aquisição de energia pela água (através do forno de micro-ondas em alta ou baixa potência) e a perda de calor que a água sofre para o meio ambiente. A analogia que podemos fazer (utilizando simbolicamente um fogão a gás) na figura 5, é:

Figura 5: Analogia sobre a Eficiência Energética e a lei de resfriamento de Newton.



Fonte: A Autora (2019)

A analogia hidráulica mostrada na figura 5 se justifica, embora tenha uma matemática um pouco diferente. Ao contrário do caso térmico, onde a perda de calor é proporcional à temperatura do corpo, no caso da pia, a perda de líquido é proporcional à raiz quadrada do nível da água. Isso devido à lei de Torricelli da mecânica dos fluidos (ÇENGEL; CIMBALA, 2015). Mesmo assim, pode-se mostrar que a melhor maneira de economizar água com o objetivo de se atingir um certo nível na pia seria utilizando o máximo possível de vazão de entrada. Logo, estabelecendo-se a devida correspondência das variáveis, vale qualitativamente a mesma conclusão do caso térmico e se justifica a analogia. Acrescente-se também o apelo didático, tendo em vista que o sistema hidráulico é mais visual que nosso problema original.

Embora um raciocínio equivalente ao usado aqui para o forno de micro-ondas deva ser válido, em princípio, para aquecimento por um fogão a gás, há diferenças significativas. Nesse último caso, as perdas de calor são mais complicadas. Basicamente, há grandes perdas de calor para o meio ambiente, sem que esse calor transite pelo sistema. Assim, por exemplo, parte do calor da chama, caso ela seja muito maior que o diâmetro do fundo da panela, é perdido sem que ele tenha contribuído em nada no aquecimento do sistema. Além disso, a eficiência depende de inúmeros parâmetros: a combustão do gás ser ou não completa, a temperatura da chama variar com a altura dessa, a transmissão máxima de energia térmica depender da distância de uma dada posição da chama com relação ao fundo da panela, etc.

Para Lucky e Hossain (2001), mesmo assim, desde que as chamas não sejam muito fortes, a eficiência aumenta com o fluxo de gás, ou seja, o chamado “fogo alto”. Isso corrobora, em essência, os resultados obtidos por nós nessa dissertação, embora em nenhum destes dois últimos artigos seja analisado a questão através da lei de resfriamento de Newton.

O quadro a seguir, mostra uma síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos que serão trabalhados nessa pesquisa.

Quadro 2: Síntese das etapas dos Três Momentos Pedagógicos - Eficiência Energética

ETAPA	AULAS (50min)	ATIVIDADES	EXPLICAÇÃO
Problematização	1	Como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou baixo?	Apenas um momento é necessário para “provocar” a curiosidade dos alunos.
Organização do conhecimento	7	Entendimento dos conceitos através de cálculos matemáticos.	Para resolver esta provocação é necessário um processo longo de aprendizado. Esse aprendizado ocorre de forma e em períodos diferentes para cada indivíduo. Logo se procura trabalhar com equidade em sala de aula.
Aplicação do conhecimento	3	Comparação dos resultados (Tabelas). Produção de mapas mentais e confecção de cartazes	Quando o aluno consegue responder a provocação com algo factível e significativo em forma cartazes

Fonte: A autora (2019)

3.2. PRODUTO

Este produto educacional tem por objetivo proporcionar aos professores do Ensino Médio, uma sequência didática que aborda a primeira Lei da Termodinâmica e a relaciona com a economia de energia em seu cotidiano. Através de uma transposição didática o material foi elaborado com tabelas, pesquisas na internet e materiais laboratoriais.

Os conceitos físicos relacionados ao tema e abordados durante o decorrer do trabalho devem ser discutidos ao final, porém construídos pelos alunos, dando base para que este tome um posicionamento crítico diante da questão da economia de energia, principalmente no seu cotidiano e que contribua com a sociedade.

A sequência didática está organizada em seis temas principais ligados entre si de forma contextualizada, que serão abordados durante o segundo momento pedagógico – Organização dos conhecimentos. O quadro a seguir apresenta os seis temas principais e seus objetivos gerais:

Quadro 3: Resumo dos seis temas abordados e seus principais objetivos.

TEMA	OBJETIVOS GERAIS
Energia	Reconhecer a influência do momento histórico/científico na construção do conceito de Energia.
Temperatura	Relacionar o conceito de Temperatura como sendo fundamental para o entendimento de calor e da Variação da energia.
Calor Específico	Relacionar o conceito de Calor Específico com a massa do objeto e Quantidade de Calor.
Potência	Compreender a grandeza Potência relacionando-a a Consumo de Energia e Tempo
Eficiência energética	Relacionar Eficiência energética com “a energia que obtemos” pela energia que ela absorve sob a forma de calor “a energia pela qual pagamos”.
Rendimento	Compreender a relação entre Rendimento e Eficiência.

Fonte: A Autora (2019)

O tema energia é essencial para que o aluno venha a reconhecer através de abordagens históricas a construção do conceito de Energia.

Relacionando os conceitos de Temperatura em diferentes abordagens espera-se que o aluno venha a ter um entendimento mais consistente e que faça significado para seu aprendizado, em especial ao relacionar calor como forma de energia e variação da energia.

A abordagem de Calor Específico tem a intenção de que o aluno venha a relacionar com a massa dos objetos e a Quantidade de Calor necessária.

Em se tratando de Quantidade de Calor a intenção é fazer com que o aluno entenda o quanto de calor é consumido ou desperdiçado.

Em relação à Potência, essa abordagem é essencial visto que é no forno de micro-ondas que serão realizadas os experimentos, onde é preciso ter claro do conceito para relacioná-lo com a prática.

O tema eficiência energética é fundamental para que os alunos consigam responder aos questionamentos propostos.

Com base nos conceitos acima trabalhados e analisados os resultados obtidos, o aluno pode vir responder a muitos questionamentos em relação a economia de energia na cozinha.

O método de intervenção dos conteúdos é amparado nos Três Momentos Pedagógicos, que será discutido adiante.

3.2.1. Problematização inicial

Como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou fogo baixo? Verificação do conhecimento prévio e uma breve contextualização histórica sobre energia.

De um modo geral algumas perguntas do cotidiano, feitas aos alunos, recebem deles, respostas imediatas, sem reflexões e tidas por eles como certas. Este fato nos faz refletir sobre a importância de interferir nessas respostas, buscando o conhecimento já assimilado e oferecendo novas informações. A partir de então se mostra ao aluno que muitas das respostas dadas precisam de análises e uma base científica, buscando um novo conhecimento. Não há ensino se não há aprendizagem, e essa é uma relação intrínseca.

É necessário conhecer o fenômeno sobre o qual o ensino atua que é a aprendizagem. Para haver ensino é preciso ter propósitos em comum, assim como a identificação de objetivos entre o professor e o aluno, bem como a sintonia entre o aluno, a matéria e os objetivos do ensino.

Diante disso, busca-se metodologias mais interessantes aos alunos, como a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Paul Ausubel, elaborada na década de 1960, que procura usar a aprendizagem, o ensino e o educando como referencial.

Desse modo uma aprendizagem mecânica encontra pouco ou nenhuma fundamentação na estrutura cognitiva, enquanto a aprendizagem significativa:

É aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2012, p. 2)

Ao problematizar ou questionar o aluno sobre algo simples do seu cotidiano percebe-se uma resposta imediata, onde esta se baseia em algo já aprendido. Todavia, nem sempre a resposta estará correta, pois a problematização agora requer a complementariedade de um novo conhecimento.

Para Delizoicov; Angotti e Pernambuco (2002), problematizar é uma escolha, é a formulação adequada de problemas que possa gerar no aluno a necessidade de apropriação do conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não o foi apresentado. É um processo em que o educador diagnostica os conhecimentos prévios dos alunos, promove discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos que vão sendo explicitados pelos estudantes.

Diante disso procura-se motivar o estudante para uma formação científica, não necessariamente formar cientistas, mas visando contribuir com sua formação para a cidadania, entendendo assim a necessidade da ciência para responder alguns questionamentos.

Assim, o conhecimento mínimo em Ciências é necessário para a formação cultural de qualquer cidadão (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990b).

Então o professor deve apresentar o saber científico ao aluno, evitando o entendimento de ciência como algo acabado, oportunizando assim a compreensão através da evolução histórica do conceito de energia. Fazer ciência de forma expositiva, autoritária, livresca, mantendo os alunos inativos intelectualmente e fisicamente, é uma das características de mau-ensino (KRASILCHIK, 1987).

O aluno precisa ter o entendimento histórico de que energia, em grego, significa “trabalho” (do grego *enérgeia* e do latim *energia*), que a princípio refere-se a muitos dos fenômenos explicados através dos termos: “vis viva” (ou “força viva”) e “calórico”. A palavra energia surgiu em 1807, por sugestão do médico e físico inglês Thomas Young. Este tinha a concepção que a energia informa a capacidade de um corpo realizar algum tipo de trabalho mecânico (WILSON, 1968).

O conceito de força (*vis*) era abrangente antes de 1800, de forma diferente em diversos campos (força elétrica, força gravitacional, força magnética, etc.). Tal abrangência do uso de concepção destas “forças” apenas aprofundava a forma como elas se manifestavam em diferentes contextos, não permitindo muitas aproximações entre essas manifestações. Algumas contribuições se orientavam no sentido de identificar regularidades, associando fenômenos do movimento com o calor. Assim a evolução da ciência fez com que o termo energia apresentasse diversos significados.

No cotidiano e na sociedade em que o aluno está inserido o termo energia é de grande relevância, sendo amplamente utilizado em descrições e explicações de fatos cotidianos, porém sem muita clareza. Diante do exposto por Bucussi (2006, p. 18), temos:

[...] concepção Física do conceito de energia não é muito clara, ela está associada a um modelo conceitual compartilhado pela comunidade científica e este modelo como vimos na breve história da gênese do conceito de energia, não é imutável, estático, ele evolui, passa por reelaborações que devem, por isso mesmo, serem contextualizadas historicamente.

A construção do material didático expõe de maneira breve a história da energia e sua evolução. O aluno precisa ter conhecimento da história, e entender que ela continua, e para que tenha essa continuidade ela necessita das informações já obtidas no decorrer da história.

3.2.2. Organização de conhecimentos

Trabalhando para obter a resposta da Problematização Inicial - O experimento.

Muitos dos alunos do Ensino Médio dizem ter dificuldades com cálculos e por isso alegam não entender a Física, não a diferenciando da disciplina de Matemática. A quantidade de fórmulas e cálculos apresentados nas aulas demonstra que os aspectos quantitativos são privilegiados, descrevendo o mundo real através de equações matemáticas.

Sendo assim é possível o uso de atividades experimentais com ferramentas simples, capazes de relacionar conceitos físicos, cálculos matemáticos e a realidade do cotidiano, além de proporcionar uma participação ativa dos alunos através da coleta e análise de dados. Sobre a atividade experimental, Abib e Araújo (2003) refletem que, quando são utilizadas como estratégia no Ensino de Física, minimizam as dificuldades do ensino aprendizagem de modo significativo, tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores.

O uso de atividades experimentais como estratégia de Ensino de Física tem suas vantagens sendo analisadas por diversos autores, evidenciando a versatilidade dessa estratégia ao trabalhar diversos temas essenciais, como calor e temperatura. Dentro de tais temas, há a necessidade de buscar a atenção do aluno a modelos históricos do calor, como calórico, e as discussões fenomenológicas futuras que enfocam o calor como a energia em transformação. Também há a necessidade de introduzir a grandeza física temperatura, pressupondo a existência de equilíbrio térmico, e permitindo estabelecer a Lei Zero da Termodinâmica.

Os demais temas, como por exemplo, potência, energia térmica, eficiência energética e consumo de energia, inicialmente servirão apenas para retirada de dados, realização de cálculos e interpretação de dados. As atividades experimentais além de introduzir conceitos fornecem noções do uso adequado de diferentes instrumentos de medidas, bem como a utilização da experimentação quantitativa, permitem entender os conceitos abordados de um modo mais concreto.

Esta atividade é importante pela capacidade de facilitação na interpretação dos parâmetros que determinam o comportamento dos sistemas físicos estudados, bem como um recurso valioso para o ensino mais estimulante e a aprendizagem significativa, promovendo uma maior participação dos alunos, construção dos meios para o aprender e fazer sentido o que se aprende.

Nesse tipo de abordagem, vários objetivos podem ser atingidos, com a possibilidade de se comparar os resultados obtidos com os valores previstos por modelos teóricos (ABIB; ARAÚJO, 2003). Desse modo, entende-se que o conhecimento físico seja alicerçado como

um processo onde se espera que o ensino de Física, no ensino médio, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.

Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 1998).

Assim, as abordagens dos conteúdos ditos “difíceis” passam a fazer sentido, através das coletas de dados.

3.2.3. Aplicação do conhecimento.

Respondendo o questionamento inicial. É na escola que se inicia a formação base das habilidades e dos saberes no nível científico.

Sendo assim, a aprendizagem se estabelece de diversas formas e em diferentes ambientes, e é nesse instante que o aluno conhece de maneira explícita a realidade, aguçando questionamentos e expondo-os continuamente (MOREIRA; PENIDO, 2009).

Para Poincaré (1995, p. 91) em relação ao papel da Matemática na Física, afirma que:

[...] todas as leis, pois, provêm da experiência, mas para enunciá-la é preciso uma linguagem especial; a linguagem corrente é demasiado pobre, e aliás muito vaga para exprimir relações tão delicadas, tão ricas e tão preciosas. Eis portanto uma primeira razão pela qual o físico não pode prescindir da matemática; ela lhe fornece a única linguagem que ele pode falar.

Desse modo, como qualquer linguagem, a Matemática, tem seus próprios signos e sistema de representação consolidados, os quais devem ser muito bem manejados pelos físicos e aprendizes de Física (MENDES; BATISTA, 2016).

Segundo Moreira (2003), a chave para a compreensão de um conhecimento ou de um conteúdo é dominar a linguagem de uma Ciência. Quando se faz um mau uso da linguagem matemática surge uma crise no ensino de Física.

As Diretrizes Curriculares de Física do Paraná alertam a respeito desse ensino de Física totalmente matematizado, afirmando que “[...] é reducionista e insuficiente ensinar Física, tão somente, por meio de questões como: considere, suponha, resolva e calcule” (PARANÁ, 2008, p. 67). Tais questões proporcionam um ensino tecnicista e acrítico, gerando a falsa sensação de uma Ciência pronta e acabada.

O problema gerador torna o conteúdo muito mais interessante e mostra-se como um recurso importante para eliminar a ideia de cientistas gênios, o que não condiz com a realidade, pois um longo caminho foi trilhado, tendo surgido durante esse caminho: erros, acertos e debates coletivos. Porém, muitas vezes esse caminho não é mencionado ao aluno durante o Ensino de Ciências, que não entende os porquês, apenas vê os resultados.

3.3. AULAS

3.3.1. Aula 1

A atividade foi iniciada com a apresentação da seguinte pergunta: “Como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou baixo?”. Mais detalhadamente, supomos que tínhamos certa quantidade de água líquida em temperatura ambiente, e que iríamos aquecê-la até um ponto próximo da fervura, mas para economizarmos gás temos que decidir se devemos usar o fogão com o fogo alto ou fogo baixo.

De imediato alguns alunos responderam fogo alto, porém, outros responderam que seria fogo baixo. Tendo respostas diferentes, foi esclarecido que para responder a esse questionamento, se faz necessária a obtenção de dados experimentais e a análise desses dados, o que caracteriza o surgimento de um conhecimento científico.

Antes das atividades experimentais os alunos deveriam responder um questionário prévio, sem a necessidade de identificação, para verificar os conhecimentos atuais de cada um e, posteriormente, compará-lo à novos questionários, para comprovar a aquisição de novos conhecimentos. Após todos os questionários prévios serem devolvidos à professora, cada um dos alunos recebeu um caderno de atividades, servindo como material de apoio para seus estudos. Logo em seguida, dividiu-se a turma em quatro grupos, classificada como: A (1,2,3); B (1,2,3); C (1,2,3) e D (1,2).

Com os grupos formados e o caderno do aluno em mãos, foram apresentadas aos alunos as ferramentas experimentais que eles utilizariam. Uma das atividades presentes no caderno do aluno era identificar e descrever todas as características destas ferramentas.

Fotografia 8: Equipamentos utilizados para realizar os experimentos propostos na sequência didática (termômetro, jarra, luva, béquer, forno de micro-ondas, balde e caneca).

Fotografia 8: Equipamentos utilizados para realizar os experimentos propostos na sequência didática (termômetro, jarra, luva, béquer, forno de micro-ondas, balde e caneca).



Fonte: A Autora (2019)

Foi realizada, logo em seguida, uma breve abordagem sobre a história da energia, sua origem e significado do grego e os fenômenos a que se referia, explicados através dos termos “vis viva” (“ou força viva”) e “calórico”. Em alguns momentos, alguns alunos contribuíram mencionando nomes como Thomas Young, Galileu Galilei, René Descartes, James Prescott Joule e William Thomson - Lord Kelvin, pois já ouviram estes nomes em outros momentos. Um nome que não foi relacionado a temática foi o de Isaac Newton. Logo após esses pequenos comentários, a professora explanou sobre a construção e evolução histórica do conceito físico de energia. Ao final da aula a atividade prevista foi concluída por todos os participantes.

Os alunos de forma geral aceitaram a proposta da atividade, apresentando grande entusiasmo. Durante a abordagem sobre a história da energia, alguns alunos contribuíram com fatos sobre a história da ciência citando alguns filmes que comentavam sobre ficção e realidade, além de fatos citados em outras disciplinas, como Química, Biologia e Filosofia.

Foi possível observar um interesse e uma participação ativa de alguns alunos, porém sem uma compreensão científica do assunto. Os demais apenas ouviam, não interagindo, mas mostrando atenção e interesse no que estava sendo discutido. Esta atividade foi escolhida com o propósito de uma análise crítica sobre o tema abordado, sendo a professora apenas uma intermediadora. Também, pelo ponto de vista prático, foi observado que a maioria dos alunos apresentou certa dificuldade em encontrar as informações das ferramentas, e, principalmente, em relação ao aparelho micro-ondas. Apenas um dos alunos apresentou segurança na retirada de dados e manuseio, auxiliando todos os demais. Foi possível também observar a interação e a preocupação da turma em terminar a atividade satisfatoriamente, antes do horário de aula acabar.

3.3.2. Aula 2 e 3

A aula teve início com a professora pedindo para que os alunos formassem os 4 grupos da aula anterior. Logo em seguida, foi orientado que dois integrantes de cada grupo realizassem o procedimento de ferver a água no forno de micro-ondas, presente no caderno de aprendizagem. Foi alertando da importância de se utilizar a luva térmica, por questão de segurança, para evitar possíveis acidentes com queimaduras.

Junto com essa recomendação, esclarecendo que a utilização de micro-ondas para aquecimento de líquidos pode resultar em um fenômeno chamado de “erupção de fervura atrasada”, ou seja, que a água pode ficar em um estado metaestável, conhecido como água superaquecida, e que neste estado ela permanece líquida apesar de sua temperatura ser maior que seu ponto de ebulição (100°C). O maior risco é que qualquer choque mecânico pode fazer a água líquida passar, quase instantaneamente, ao estado de vapor. Essa expansão rápida ocorre de forma explosiva, e costuma acontecer quando se agita a água de um recipiente quando é retirado do forno de micro-ondas, e pode ser bastante perigosa para o manipulador.

Esse estado metaestável da água é mais frequente de ocorrer na ausência dos chamados sítios de nucleação, onde começa o processo normal de mudança de fase líquido-vapor. Comumente esses sítios são as bolhas de ar, que aparecem durante o aquecimento, pois a água tem ar dissolvido nela. O maior perigo à segurança surge quando fervemos duas vezes a mesma porção de água. A primeira fervura tende a eliminar o ar dissolvido, na segunda fervura, haverá poucas bolhas e grande possibilidade de superaquecimento. Também, a colocação de uma pedra-pome na água que será aquecida, garante um número grande de bolhas e diminui a chance de termos a ocorrência desse fenômeno. Esses estados metaestáveis ocorrem também no sentido oposto, já que a água também pode estar no estado líquido abaixo de seu ponto de congelamento³.

Após as explicações de segurança, deu-se início a atividade proposta, sendo realizadas três vezes cada procedimento, com o intuito de verificar com maior exatidão os dados obtidos para cada potência do aparelho micro-ondas.

O aluno 1 do grupo A colocou no béquer a medida de 250 ml (250 g) de água, contida na jarra de vidro, fez a verificação da temperatura inicial (T_1), esperou o termômetro estabilizar, falando em voz alta as leituras, enquanto os demais participantes anotavam a informação na tabela 1 do caderno de aprendizagem. Em seguida colocou o béquer com água

³ Ver mais em: http://www1.lsbu.ac.uk/water/supercooled_water.html . Acesso em 2 abr 2018.

no aparelho micro-ondas e o programou com 20% da potência máxima (1200W), com o tempo de 90 segundos.

Enquanto a água era aquecida, a professora perguntou para a turma “Quanto seria o valor de 20% da potência máxima do aparelho micro-ondas?”. Os alunos ficaram em silêncio por alguns segundos, até que o aluno 4 foi ao quadro e fez uma regra de três, respondendo que seria 240W. Após o micro-ondas concluir o aquecimento programado, o aluno 1 retirou cuidadosamente o bécquer do aparelho, o colocando sobre a mesa e realizando uma nova medida de temperatura (T_2). As informações foram ditas em voz alta e os demais participantes fizeram as anotações em seus cadernos, especificamente na tabela 1. Na sequência, o aluno 1 fez o descarte da água utilizada, resfriou o bécquer com água contida na jarra e deu-se continuidade à atividade, permitindo que todos os membros de cada grupo participassem das atividades.

Em seguida, os alunos do grupo B realizaram os mesmos procedimentos com 50% da potência máxima do aparelho micro-ondas, e os alunos do grupo C realizaram os mesmos procedimentos com 100% da potência máxima do aparelho micro-ondas. A professora precisou intervir durante o período dos procedimentos de alguns alunos, pois, embora seguissem as instruções contidas no caderno de aprendizagem, demonstraram certas dificuldades na realização do procedimento. A maioria dos alunos, ao serem questionados se já conheciam o aparelho de micro-ondas, demonstraram insegurança e responderam que nunca haviam o manuseado e nem os demais materiais de laboratório, como por exemplo, o bécquer ou o termômetro digital. Sendo então necessário explicar o passo a passo à esses alunos, deixando-os mais seguros quanto ao manuseio dos materiais. Ao término da aula, todos os procedimentos previstos foram realizados.

Durante a atividade foi possível observar a interação entre todos os participantes, onde os que observavam procuravam dar algumas dicas aos que realizavam os procedimentos. Essa aula pôde ser reconhecida como participativa e motivadora, de modo geral. Alguns alunos comentavam sobre o aumento da temperatura, da diferença da temperatura de uma potência para outra e da energia que foi “passada” do aparelho micro-ondas para a água.

Verificou-se a atenção dos alunos, quando o aluno 4 foi ao quadro fazer a regra de três para responder a questão dos 20% da potência máxima, fazendo com que os demais colegas entendessem o raciocínio. Também foi observado que, devido ao desconhecimento em relação aos materiais da atividade, a maioria dos alunos apresentou insegurança em relação ao manuseio, porém, após a explicação da professora, realizando o papel de facilitadora, os mesmos adquiriram segurança e confiança. Nessa aula foi possível identificar

a aquisição de um novo conhecimento por parte dos alunos em relação aos materiais auxiliares de retirada de dados, bem como a importância de um olhar mais atento por parte dos professores à determinados comportamentos dos alunos menos extrovertidos.

3.3.3. Aula 4

A aula teve início retomando alguns conceitos da aula anterior, como temperatura e calor, fazendo também breve explicação sobre o “Calor Específico” de cada substância, a importância das unidades de medidas e outros assuntos abordados nas aulas anteriores. Ainda em grupos, cada membro tentou sozinho realizar os cálculos em seu caderno de aprendizagem e depois socializou com os demais do grupo. Com o uso da calculadora do celular, inicialmente calcularam em calorias a quantidade de calor fornecida para o volume de água, durante cada um dos aquecimentos realizados na aula anterior e anotaram os respectivos resultados na tabela 1. A quantidade de calor calculada foi dada inicialmente em calorias e na sequência convertida para joules (unidade de medida de energia no Sistema Internacional de Unidades). O aluno 6 do grupo B perguntou “Porque fazer essas conversões?” e a professora explicou para todos os alunos que, conceitualmente, caloria é uma unidade historicamente importante, e é a quantidade de calor necessário para fazer 1 g de água líquida variar a temperatura em 1°C. Continua-se a explicação de que na física geralmente utiliza-se o SI, cuja unidade de energia é o joule.

Nessa aula a professora não interferiu em nenhum momento durante a realização dos cálculos, apenas perguntou no final se o calor específico seria igual para todos os materiais. Os alunos não souberam responder. Neste momento a professora deu a explicação de que cada material tem seu calor específico. Os alunos 8 do grupo C e 10 do grupo D, comentaram entre si, sobre a influência da potência mínima em comparação com a potência máxima. No decorrer da atividade, o aluno 8 do grupo C diz que a potência mínima “precisou de menos caloria”. O aluno 7 do grupo C respondeu que “seria menos energia”. O aluno 10 do grupo D “mas a variação da temperatura foi maior, por isso que precisou de mais energia, para transformar em calor”. Os demais alunos também fizeram as comparações e trocavam informações entre si. No momento de fazer as conversões de caloria para joule, o aluno 5 perguntou em voz alta quanto “vale a caloria” e imediatamente a maioria respondeu “4,18J” e que necessitaria fazer uma regra de três. Os alunos trocaram informações e tiraram dúvidas entre eles mesmos. Ao término da aula, todos os procedimentos previstos foram realizados.

Com essa aula pode-se observar o entusiasmo dos alunos em poder utilizar o celular como ferramenta pedagógica para realização de cálculos. O andamento da aula se deu de maneira tranquila, onde todos trocavam informações entre si. Pode-se também observar a socialização entre os participantes e participação de todos, sem exceção. Alguns alunos reliam as instruções em voz alta e pausadamente para a turma, isso quando alguém apresentava dificuldade na interpretação. Foi possível identificar o entendimento do aluno 3 e de outros, durante conversas, onde comentaram que “o forno de micro-ondas recebe energia elétrica e transforma essa energia em energia térmica que vai esquentar a água”. Foi identificado também a compreensão quando a professora perguntou se: “no lugar de água, fosse cloreto de sódio, o resultado seria o mesmo? Sendo a mesma massa e mesma quantidade de calor, teríamos a mesma variação de temperatura?” De imediato, praticamente todos os alunos responderam um sonoro “não”, dizendo que o calor específico seria diferente. Pode-se perceber que a informação dada anteriormente foi assimilada e contribuiu para responder o questionamento.

Foi possível verificar a aprendizagem após troca de informações dos alunos 7, 8, 9, 10 e 11, sobre potência mínima e a máxima, quantidade de energia transformada em calor e sobre a variação de temperatura. Os demais alunos também fizeram as comparações e trocavam informações entre si de forma mais silenciosa. Foi observado que o aluno 5 apresentava maior dificuldade para assimilar as informações e demorava mais tempo para a realização dos cálculos. Todavia não houve intervenção da professora, respeitando o tempo do aluno, pois foi percebido avanços de modo geral, contribuindo para a construção do conhecimento. Ao término da aula, as atividades estavam concluídas.

3.3.4. Aula 5

Nessa aula os alunos continuaram com os 4 grupos formados anteriormente, e a professora inicia a aula perguntando: “Quanto um forno de micro-ondas consome de energia para esquentar um alimento?”, e a maioria responde que não sabe. Então, através de uma breve explicação, a professora demonstra a importância dos cálculos matemáticos para obter esse tipo informações.

Esse momento foi proposto para a realização de cálculos matemáticos, onde os participantes, individualmente, calcularam a energia consumida. Foram orientados a seguirem os encaminhamentos do caderno de atividades do aluno, sendo a professora apenas uma intermediadora, interferindo o mínimo possível e apenas quando solicitada. Utilizaram

as equações indicadas, calcularam inicialmente em joules a quantidade de energia elétrica consumida pelo aparelho para cada uma das faixas de potências utilizadas nos experimentos das aulas anteriores, os quais dados já estavam inseridos na tabela 1 do caderno de atividades, realizando novas anotações dos resultados obtidos.

De imediato o aluno 1 comentou que “então se eu pegar a potência que foi usada e multiplicar pelo tempo que usei, vai dar o quanto de energia gastei”, fazendo cara de surpresa. No decorrer da atividade o alunos 2 comentou em voz alta que “a potência alta gasta mais energia, mas esquenta antes”. O aluno 3 comentou que “quanto menor a Potência gasta menos, mas esquenta pouco”. O aluno 4 comentou que “Potência máxima era a que o forno de micro-ondas tinha na informação” e perguntou se todos os fornos de micro-ondas tinham as mesmas potências. A professora fez uma intervenção mais explicativa, explanando a todos que cada aparelho vem com suas informações, conforme o fabricante. Cada aparelho tem sua potência especificada, não sendo iguais para todos. O aluno 5 comentou que agora está entendendo o que está calculando. A aula seguiu com todos participando, sem exceções, sempre um auxiliando o outro em algumas dúvidas esporádicas. Ao término da aula as atividades estavam concluídas.

Nessa proposta foi possível observar que os cálculos matemáticos passaram a fazer sentido para os alunos no momento em que começam a fazer comparações com as potências e os resultados dos cálculos. Foi possível identificar o entendimento em relação à potência utilizada da potência máxima, durante os comentários. Também durante o comentário do aluno 1, sobre como se calcula energia (potência multiplicado pelo tempo) foi possível identificar o entendimento. Os alunos foram participativos e o diálogo entre professor-aluno e aluno-aluno foi de grande valia para a construção do conhecimento.

3.3.5. Aula 6, 7 e 8

A atividade deu início com a formação dos 4 grupos (os mesmos formados anteriormente). Foram retomados conceitos anteriores, como energia e potência. A professora solicitou que escolhessem um integrante de cada grupo para realizar pesquisa na internet sobre eficiência energética e rendimento (informações diferentes de cada um – tempo para a pesquisa: 20 min.).

Ao retornarem à sala contribuíram com as equipes nos cálculos, tendo em vista algumas informações obtidas durante a pesquisa. Porém, o debate sobre as informações da

pesquisa iriam ocorrer na próxima aula, sendo o presente momento destinado apenas aos cálculos.

A professora orientou que seguissem as orientações do caderno de atividades do aluno. Os demais integrantes de cada equipe permanecem na sala e com base nos dados já obtidos, calcularam a eficiência energética de cada um dos experimentos realizados para cada uma das faixas de potências utilizadas. A professora apenas elucidava algumas dúvidas ou mal entendidos. Cada integrante do grupo calculou a eficiência energética média para cada uma das respectivas faixas de potência utilizada. Cada equipe, em ordem A, B, C, D, comentou apenas com os seus pares as informações obtidas através da pesquisa sobre eficiência energética e rendimento.

Os alunos 6 e 7 fizeram comentários sobre “quanto maior a potência, mais eficiente, pois esquenta antes e leva menos tempo”. O aluno 8 comentou que “se calcular o quanto de calor que usou e dividir pelo quanto de energia foi gasto, tem-se a eficiência”. O aluno 9 comparou a eficiência média às notas trimestrais, onde somavam todas as notas parciais e dividia pelo número de avaliações para ter a média final, e que a total então seria a soma de todas as notas. Fizeram comparações entre o que foi comentado sobre a pesquisa, a qual falava de rendimento, e os resultados obtidos nos cálculos; porém, a discussão sobre rendimento ficou para a aula seguinte. A intervenção pedagógica ocorreu de forma dialogada.

Foi possível perceber a construção do conhecimento por parte dos alunos devido aos comentários decorridos durante a atividade, relacionados aos conteúdos aprendidos na aula anterior. Durante a pesquisa na internet, dos 4 alunos escolhidos, 3 nunca tinham manuseados um computador, sendo preciso que a professora interviesse, dando orientações sobre o seu manuseio. O aluno 4 que já tinha certo entendimento com o computador, auxiliou os demais durante a pesquisa.

Observa-se aqui a importância de se ter uma maior atenção aos alunos que, por vezes se intimidam e não expõem suas limitações, dificuldades e desconhecimento em relação às situações do cotidiano. Notou-se também que, devidos aos comentários e comparações, possa ter ocorrido um entendimento significativo sobre eficiência energética.

3.3.6. Aula 9 e 10

A aula iniciou com a solicitação da formação dos 4 grupos (os mesmos formados nas aulas anteriores). Foi feita uma breve retomada de conteúdos abordados anteriormente,

eficiência e rendimento. Em seguida a professora entregou para cada aluno uma tabela (Tabela 2), e solicitou que seguissem as instruções do caderno de atividades do aluno.

Tabela 2: Tabela presente no caderno de aprendizagem, referente as aulas 9 e 10.

t (seg)	% Pmáx	Putilizada (W)	T (inicial) (°C)	T (final) (°C)	ΔT (°C)	Q (cal)	Q (J)	E (total) (J)	Eficiência (%)	Eficiência média
90 seg	10%	120	20,6	21,6	1	250	1045	10800	10%	12%
	10%	120	19,8	21,3	1,5	375	1567,5	10800	15%	
	20%	240	20,6	27,4	6,8	1700	7106	21600	33%	32%
	20%	240	20	26,6	6,6	1650	6897	21600	32%	
	30%	360	20,9	32,1	11,2	2800	11704	32400	36%	36%
	30%	360	19,8	30,8	11	2750	11495	32400	35%	
	40%	480	21,1	37	15,9	3975	16615,5	43200	38%	38%
	40%	480	19,9	35,5	15,6	3900	16302	43200	38%	
	50%	600	20,6	40,8	20,2	5050	21109	54000	39%	38%
	50%	600	19,9	39,4	19,5	4875	20377,5	54000	38%	
	60%	720	20,6	47,3	26,7	6675	27901,5	64800	43%	42%
	60%	720	19,9	44,9	25	6250	26125	64800	40%	
	70%	840	20,7	51,7	31	7750	32395	75600	43%	42%
	70%	840	20,3	50,4	30,1	7525	31454,5	75600	42%	
	80%	960	20,7	55	34,3	8575	35843,5	86400	41%	41%
	80%	960	20	53	33	8250	34485	86400	40%	
	90%	1080	20,6	58,1	37,5	9375	39187,5	97200	40%	41%
	90%	1080	20,6	59,1	38,5	9625	40232,5	97200	41%	
	100%	1200	20,6	62,7	42,1	10525	43994,5	108000	41%	41%
	100%	1200	19,8	63,4	43,6	10900	45562	108000	42%	

Fonte: Autora (2019)

Cada aluno analisou individualmente a tabela acima, discutindo com a equipe os dados fornecidos. Fizeram análises da eficiência e comentaram as conclusões entre as equipes. O aluno 2, do grupo A, comentou que analisando a tabela 2, a eficiência do 70% foi maior que a do 100% e não entendia o porquê. O aluno 3 do próprio grupo respondeu que poderia ter acontecido alguma coisa durante a retirada de dados da temperatura. O aluno 4 do mesmo grupo, comentou que a diferença maior foi entre a 10% e a 20% e que depois a diferença foi pouca. Os demais fizeram os mesmos comentários. O aluno 5 do grupo B, comentou sobre a diferença da variação de temperatura entre o 100% e o 10%.

A professora perguntou se com todas as informações que obtiveram, poderiam responder a questão da primeira aula: “como economizar gás de cozinha, fogo alto ou fogo baixo?” O aluno 1 do grupo C respondeu que não, pois o fogão é diferente do forno de micro-ondas. O aluno 10 do grupo D, respondeu que sim, que para economizar teria que ser fogo alto, pois vai esquentar antes, leva menos tempo em ficar ligado. O aluno 7 do grupo C, respondeu que teria que fazer o experimento com o fogão para saber. O aluno 8 do mesmo grupo C, respondeu que para economizar teria que não usar (não usando, não gasta) ou usar

sabendo das informações corretas (conhecimento científico). O aluno 9 comentou que rendimento é a potência que foi utilizada, dividida pela potência total, e que quanto maior a potência maior a eficiência. O aluno 10 do grupo C comentou que os resultados da divisão das potências utilizadas pela total sempre dava resultado menor que 1.

A professora, nesse momento, explicou que não chega a 1, pois o 1 seria 100% de aproveitamento, isso não acontece pois há perdas de calor durante o processo. A professora solicitou que os alunos fizessem algo informativo do que aprenderam que contribuísse para a comunidade. Foi decidido pela maioria fazer cartazes diferentes e que chamassem a atenção.

Sendo assim, após os cartazes confeccionados e com as autorizações devidas, foram colocados em diferentes lugares além dos muros da escola, onde há mais circulação de pessoas, como posto de saúde, correios, lanchonete e salão de beleza.

Um fato interessante durante essa aula foi quando o grupo foi pedir permissão para colocar o cartaz e a pessoa que autorizou era um ex-aluno e indagou “que legal! no meu tempo não tinha essas coisas legais”. Os alunos ficaram empolgados e motivados com o comentário. Ao término do tempo previsto, voltaram para a escola e a atividade foi concluída.

Foi possível verificar que os comentários das aulas anteriores foram complementados, referindo-se a Potência e Eficiência. Foi observado que os cálculos fizeram sentido e auxiliaram nas respostas. Também pode se verificar que as respostas foram mais elaboradas, fugindo do senso comum e que toda a turma, sem exceção, conseguiu fazer as análises e tirar conclusões. Esse momento foi a pré-conclusão da sequência didática proposta pelo presente trabalho, pretendendo uma discussão um pouco mais aprofundada sobre Eficiência Energética. A aula dialogada foi essencial na construção do conhecimento no processo ensino-aprendizagem.

3.3.7. Aula 11

Nessa aula a proposta foi discutir sobre a atividade realizada e o questionamento inicial: “Como economizar gás de cozinha? Fogo alto ou fogo baixo?” Foi solicitado que a turma formasse um círculo para discussões sobre toda a atividade e as conclusões. A professora perguntou se eles estariam preparados para responder à pergunta que deu início a atividade.

O aluno 1 respondeu que sim “comparando o experimento como se a potência alta fosse o fogo alto, então o fogo alto gastaria menos, pois ficaria menos tempo ligado”. O aluno 2 respondeu que “são aparelhos diferentes e poderia dar outro resultado e que teria que fazer o

experimento para ter certeza”. Os alunos 3 e 4 responderam que pelo que eles entenderam “quando cozinhamos no fogão, devemos deixar o fogo alto até ferver e depois baixar, porque depois que atingiu a temperatura máxima e deixar, só gasta mais” Os alunos 4 e 5 responderam que “o fogo alto seria mais eficiente se o recipiente tivesse tampado para não perder calor”. O aluno 6 respondeu que “quanto menos usar mais vai economizar”. Os alunos 7 e 8 responderam que pelo que entenderam “talvez dê pouca diferença na questão de economia, mas pelo menos o tempo vai ser menor no fogo alto”. Os alunos 9, 10 e 11 responderam que “só com o experimento para ter certeza”.

A professora oportunizou que todos se manifestassem, e perguntou o que acharam da proposta. Algumas das respostas foram: “quando se faz algo diferente e interessante dá vontade de ir para a escola”, “agora dá até para economizar em casa”, “saber o que estamos calculando faz sentido quando estudamos”, “deveria ter muitas aulas com experimentos”, “a gente só aprende fazendo”, “agora eu sei mexer no forno de micro-ondas”, “nesta aula eu aprendi a mexer no computador”, “fiquei tão ocupado com os cálculos no celular que esqueci que era o celular”, “foi bom sair da sala e ir nos lugares explicar o que estávamos fazendo e colocar o trabalho de informações úteis”, “foi muito bom mexer nos materiais”.

Em continuidade, a professora explicou o que seria um mapa mental e solicitou aos alunos que cada um fizesse o seu. A professora não interferiu, deixando cada um fazer à sua maneira. Após a entrega dos mapas mentais, a professora solicitou que respondessem o questionário final. Após a entrega a professora agradeceu a colaboração de todos.

Nessa aula foi possível observar a mudança de comportamento em relação a aula inicial. O conhecimento anterior apresentou evolução, transformando-se em novos conceitos. Mesmo que algumas respostas se apresentassem meio confusas, assim como os mapas mentais, pode-se dizer que os objetivos foram atingidos. Não podemos responder a uma pergunta em ciências experimentais se não coletarmos dados, fizermos análises, discussões e concluirmos algo que, muitas vezes, foge ao senso comum. As discussões e análises propostas na atividade foram plenamente atingidas. Em uma ou outra questão houve êxito em responder o que lhes era questionado, porém, com pequenas intervenções do professor a compreensão do fenômeno ocorreu positivamente. A abordagem abriu precedente para questionamentos sobre o uso de outros equipamentos utilizados nas residências e em especial na cozinha.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Antes da aplicação dos cadernos foram realizados alguns experimentos com o intuito de verificar se realmente era possível determinar a eficiência energética de um forno micro-ondas por meio da fervura de água. Para a realização desses experimentos foi utilizado um forno de micro-ondas com prato giratório Consul modelo CMP25ABHNA-00 (potência máxima nominal = 1200W, volume utilizável = 20l, tensão = 127V, corrente máxima = 15A, frequência (padrão) = 2,45GHz). Ele possui um dispositivo que regula sua potência em termos da porcentagem da potência máxima.

Também foi feito uso de um volume fixo de 250 ml de água comum (contida em um béquer de vidro “pyrex”) e um termômetro digital, com precisão de décimo de grau Celsius. Esses experimentos foram realizados com o auxílio do aluno Jhon Víctor Messias Rosa, bolsista do PIBID-Junior, cuja intenção era verificar o tempo desperdiçado na potência mínima (30%) da potência total do forno de micro-ondas em comparação com a potência máxima (100%). Dessa forma mostrando que utilizando a maior potência, obtêm-se uma maior eficiência. Os dados obtidos permitiram à autora do presente trabalho, elaborar a tabela 3 e gerar os gráficos abaixo:

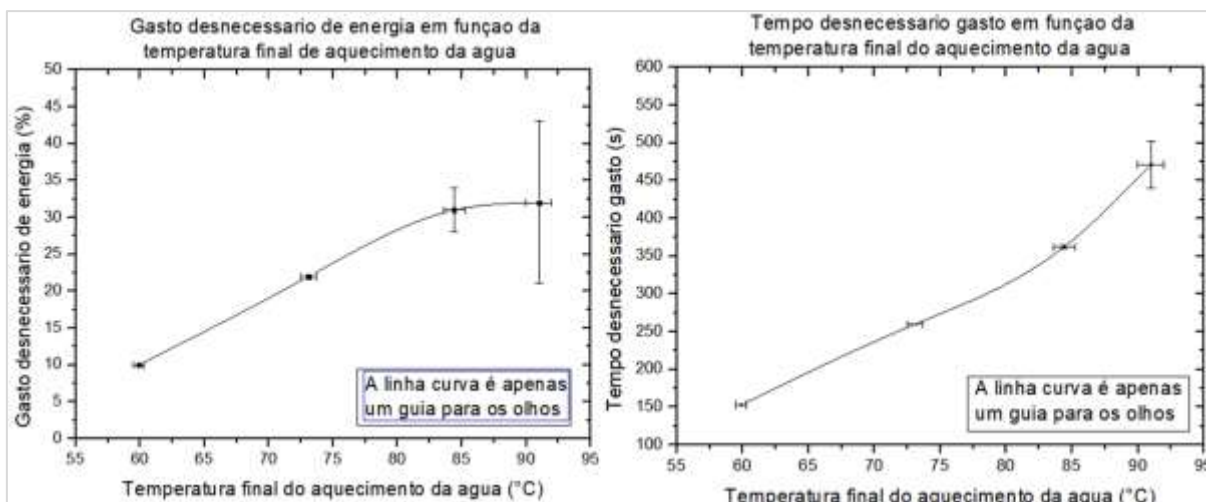
Tabela 3: Dados obtidos experimentalmente com o auxílio do bolsista do PIBID-Junior.

DADOS					
T_i (°C)	T_f (°C)	ΔT(°C)	t para 30% (seg)	t para 100% (seg)	Δt Desperdiçado (seg)
28,0	73,0	45,0	345	85	260
30,0	84,0	54,0	470	108	362
32,0	91,0	59,0	610	139	471
29,0	60,0	31,0	210	57	153

Fonte: Autora (2019)

Através dos dados experimentais apresentados na Tabela 3 e da equação da Lei de Resfriamento de Newton, foi possível gerar os seguintes gráficos:

Gráfico 2: Comparação da equação da Lei de Resfriamento de Newton e os dados experimentais obtidos.



Fonte: ROSA, J. V. M. Fluxo de radiação térmica e aquecimento dos corpos. *In. EAIC, 28., 2019, Ponta Grossa. Anais (...)* Ponta Grossa: UEPG, 2019.

Os 4 pontos representados no gráfico de “energia desperdiçada” e “tempo desperdiçado” correspondem às seguintes 4 situações (indo de forma crescente em relação à temperatura final da água):

- O primeiro ponto corresponde à temperatura inicial da água de $29,0 \pm 0,4$ °C, à temperatura final da água de $59,9 \pm 0,4$ °C e a uma variação total de temperatura de $30,9 \pm 0,8$ °C.
- O segundo ponto corresponde à temperatura inicial da água de $28,3 \pm 0,4$ °C, à temperatura final da água de $73,1 \pm 0,6$ °C e a uma variação total de temperatura de $45,0 \pm 1,0$ °C.
- O terceiro ponto corresponde à temperatura inicial da água de $31,9 \pm 0,9$ °C, à temperatura final da água de $84,4 \pm 0,8$ °C e a uma variação total de temperatura de $52,0 \pm 2,0$ °C.
- O quarto ponto corresponde à temperatura inicial da água de $31,9 \pm 0,1$ °C, à temperatura final da água de $91,0 \pm 1,0$ °C e a uma variação total de temperatura de $59,0 \pm 1,0$ °C.

Essas médias e desvios padrões, representado pelas barras horizontais de erro em cada ponto nos gráficos, correspondem a 4 rodadas de experimento operando a 30% da potência do forno de micro-ondas e a mais 4 rodadas de experimento operando a 100% da potência do forno de micro-ondas, ou seja, na potência máxima. Idealmente as temperaturas

iniciais deveriam ser as mesmas (dentro de uma faixa de erro). Como havia variação da temperatura ambiente do laboratório e da caixa d'água entre os grupos de experimentos que geraram cada um dos 4 pontos dos gráficos, percebe-se uma flutuação um pouco maior do que a ideal.

Já os erros associados à “energia desperdiçada”, representados pelas barras verticais no primeiro gráfico, foram avaliados da seguinte forma. Como dissemos acima, a “energia desperdiçada” é definida pela razão E_1/E_2 , sendo E a energia elétrica fornecida pelo forno de micro-ondas e que é dada por $E = P \cdot \Delta t$. Logo,

$$E_1/E_2 = P_1 \cdot \Delta t_1 / P_2 \cdot \Delta t_2 = 30\% \cdot P_{\max} \cdot \Delta t_1 / P_{\max} \cdot \Delta t_2 = 0,3 \cdot \Delta t_1 / \Delta t_2$$

Colocando-se os desvios padrões dos respectivos intervalos temporais das 4+4 rodadas de experimentos e propagando-se o erro, chega-se às barras verticais no primeiro gráfico.

Portanto vamos definir matematicamente “tempo desperdiçado” (absoluto) como a diferença $\Delta t_1 - \Delta t_2$. Essa variável é sempre positiva, pois sempre teremos a condição $\Delta t_2 < \Delta t_1$. Assim, é possível comprovar que: quanto maior for a potência utilizada no forno de micro-ondas, maior será a eficiência energética apresentada por ele. Por consequência, também haverá uma economia de energia na cozinha.

Os gráficos dessas duas variáveis (“energia desperdiçada” e “tempo desperdiçado”) estão mostrados acima, em função da temperatura final atingida pela água. Poderíamos ter, igualmente, os mesmos em função da variação total de temperatura, ou seja, da diferença entre a temperatura final atingida pela água e sua temperatura inicial. Essas funções seriam essencialmente idênticas se a temperatura inicial da água fosse sempre a mesma. Mas, por uma série de limitações técnicas, as temperaturas iniciais do volume de 250 ml de água apresentavam algumas pequenas variações.

Antes de iniciar a atividade proposta foi entregue a cada aluno participante um questionário preliminar composto de 8 questões, divididas em dissertativas e objetivas, referentes ao tema Energia. O objetivo era obter informações quanto ao entendimento dos alunos participantes sobre as relações desse conceito com o cotidiano. Este serviu de ferramenta para possibilitar a descrição do panorama da estrutura cognitiva dos participantes, antes e depois da aplicação do projeto.

Em complementação às observações e demais dados obtidos, demonstramos a eficiência da atividade e seu impacto na aprendizagem dos alunos participantes, indicando se esta aprendizagem foi ou não significativa. Embora a teoria da aprendizagem significativa de

Ausubel se refira ao cognitivo individual, buscou-se atingir o maior número possível de manifestações de apropriação do conhecimento. Mesmo sabendo que para ocorrer à aprendizagem significativa seja necessário um processo particular para cada indivíduo (com suas peculiaridades, habilidades e competências) a atividade conseguiu envolver, sem exceção, todos da turma.

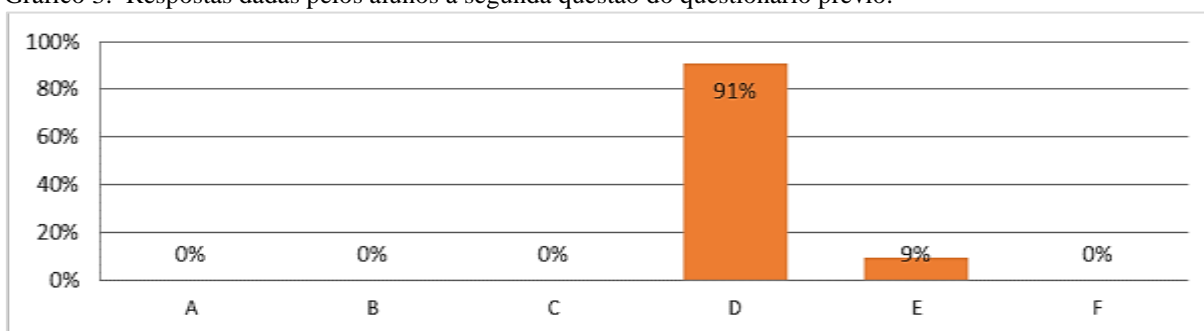
O questionário, considerado simples, forneceu informações relevantes a respeito dos conhecimentos prévios sobre o assunto energia e suas vertentes, bem como das dificuldades que os alunos participantes disseram ter em relação ao entendimento e compreensão da disciplina de Física. Após a entrega do questionário a professora fez comentários sobre Energia, procurando melhorar o entendimento dos alunos sobre o assunto. Para iniciar a atividade fez a pergunta motivadora: “Como economizar gás de cozinha fogo alto ou fogo baixo?”. De imediato as respostas foram diferentes. Neste momento foi esclarecido que estas perguntas só poderiam ser respondidas no final da atividade.

Ao término da atividade foi entregue a cada aluno participante, o questionário final. Este questionário é complementar ao preliminar e não houve intervenção da professora e nenhuma outra fonte de informação durante a aplicação, objetivando a reflexão de cada um e a relação entre os assuntos. Foram analisados 22 questionários, sendo 11 deles respondidos em maio de 2019, antes da aplicação das atividades, e 11 deles respondidos em julho de 2019, após a aplicação das atividades. É possível observar significativas diferenças entre as idades dos alunos, conforme assinalado no questionário 1. Pode-se realizar uma comparação entre o primeiro e o segundo questionário, possibilitando confirmar uma evolução do aprendizado no decorrer das aulas.

4.1. ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

A questão 01 apresentada no questionário prévio buscava identificar a **idade dos alunos**. Dos onze participantes, um tinha 15 anos, quatro tinham 16 anos, cinco tinham 17 anos e um tinha 18 anos. A questão 02 apresentada no questionário prévio era: “**Quais as suas dificuldades em relação à disciplina de FÍSICA?**”. Para esta questão havia as seguintes alternativas: (A) Não gosta de estudar; (B) Não tem interesse; (C) Não entende o porquê de estudar física; (D) Tem dificuldade de entender; (E) Não tem motivação; e (F) Nenhuma. No gráfico abaixo pode-se observar que 10 dos 11 participantes relatavam ter dificuldades em entender a disciplina de Física. Um dos participantes relatou não haver motivação em aprender a disciplina de Física.

Gráfico 3: Respostas dadas pelos alunos à segunda questão do questionário prévio.



Fonte: A Autora (2019)

A questão 03 apresentada no questionário prévio era: **“Onde você tem mais contato com a palavra CIÊNCIA?”**. Para esta questão havia as seguintes alternativas, sendo que cada participante poderia assinalar mais de uma: (A) Redes sociais/Internet; (B) Escola; (C) Livros; (D) Revistas; (E) Artigos; (F) Jornais; e (G) TV. A seguir observa-se as respostas dadas por cada um dos participantes.

Quadro 4: Respostas dadas pelos alunos à terceira questão do questionário prévio.

ALTERNATIVAS MARCADAS POR CADA PARTICIPANTE										
Part. 01	Part. 02	Part. 03	Part. 04	Part. 05	Part. 06	Part. 07	Part. 08	Part. 09	Part. 10	Part. 11
C	B e G	B e E	B e C	B e G	B	C e B	B e F	B	A e B	B e D

Fonte: A Autora (2019)

A maioria dos alunos afirmou ter contato com a palavra ciência principalmente e, às vezes apenas, na escola. Isso evidencia tanto a importância da escola na formação científica de um indivíduo, quanto os problemas que uma formação falha pode proporcionar.

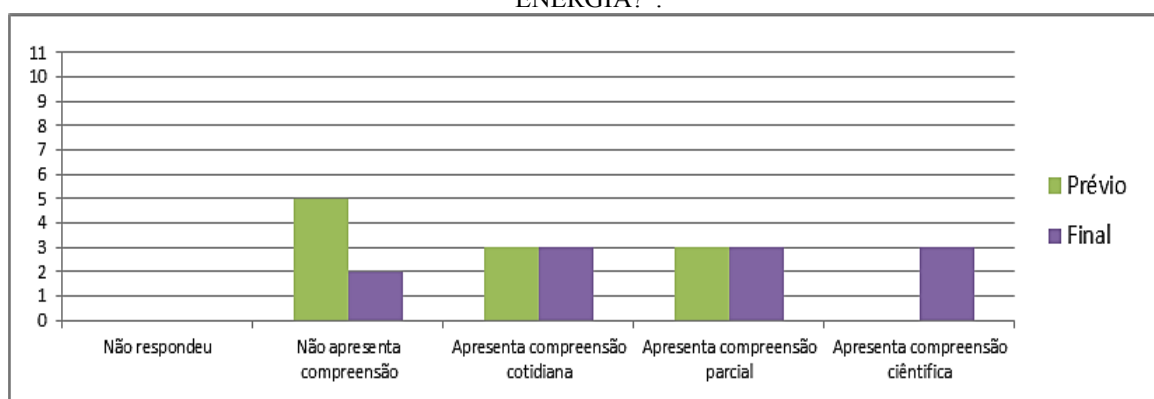
As próximas perguntas do questionário prévio (nº 4 até a nº 7) são as mesmas questões presentes no questionário final, a fim de realizar uma análise comparativa, após a sequência didática. Nessas questões as respostas foram classificadas de acordo com o nível da escrita apresentada, podendo ser: Apresenta compreensão científica; Apresenta compreensão parcial; Apresenta compreensão cotidiana; Não apresenta compreensão; e Não respondeu. A seguir, temos a análise das respostas dadas pelos alunos na questão 04 do questionário prévio e 01 do questionário final, com a pergunta **“Para você, o que é ENERGIA?”**.

Tabela 4: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Para você, o que é ENERGIA?”.

RESPOSTAS PARA A QUESTÃO: Para você, o que é ENERGIA?					
Questionário	Não respondeu	Não apresenta compreensão	Apresenta compreensão cotidiana	Apresenta compreensão parcial	Apresenta compreensão científica
Prévio	0	5	3	3	0
Final	0	2	3	3	3

Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 4: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Para você, o que é ENERGIA?”.



Fonte: A Autora (2019)

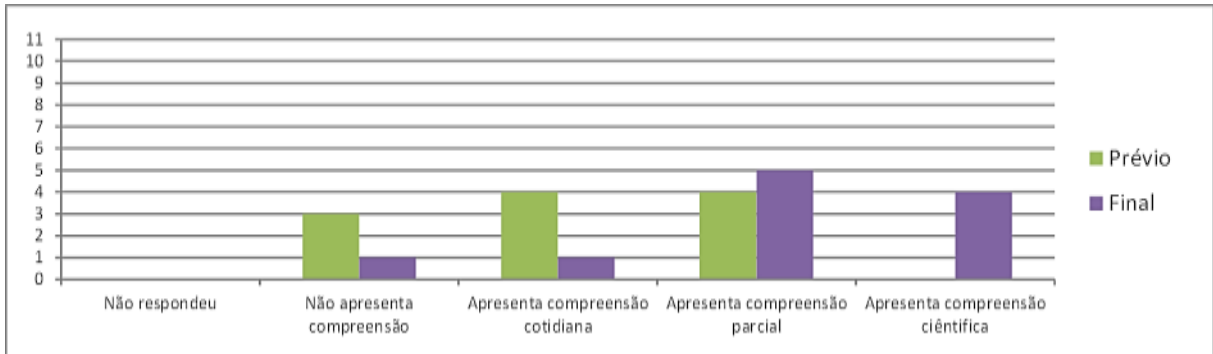
A questão 05 do questionário preliminar que corresponde a questão 02 do questionário final, que era: “**O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?**” As respostas assinaladas inicialmente e após a aula, foram:

Tabela 5: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?”.

RESPOSTAS PARA A QUESTÃO: O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?					
Questionário	Não respondeu	Não apresenta compreensão	Apresenta compreensão cotidiana	Apresenta compreensão parcial	Apresenta compreensão científica
Prévio	0	3	4	4	0
Final	0	1	1	5	4

Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 5: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por ECONOMIA DE ENERGIA?”.



Fonte: A Autora (2019)

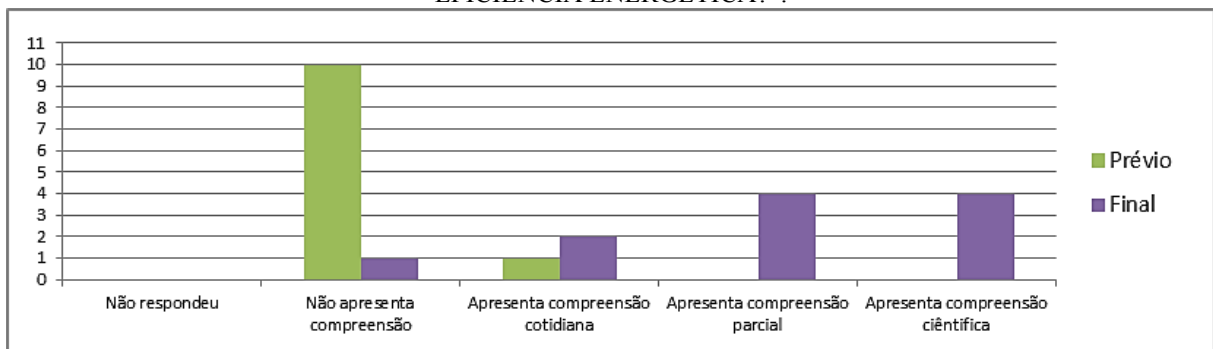
A questão 06 do questionário preliminar corresponde a questão 03 do questionário final, que era: “**O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?**”, tendo como resultado:

Tabela 6: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?”.

RESPOSTAS PARA A QUESTÃO: O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?					
Questionário	Não respondeu	Não apresenta compreensão	Apresenta compreensão cotidiana	Apresenta compreensão parcial	Apresenta compreensão científica
Prévio	0	10	1	0	0
Final	0	1	2	4	4

Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 6: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “O que você entende por EFICIÊNCIA ENERGÉTICA?”.



Fonte: A Autora (2019)

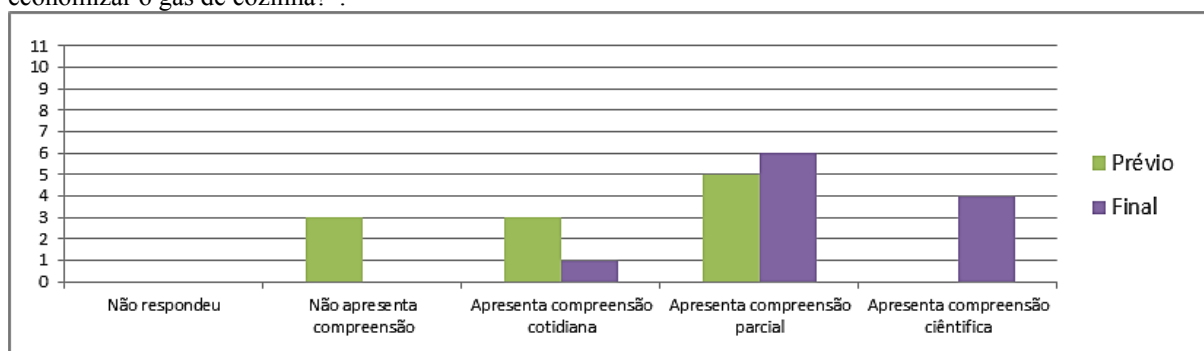
Com a questão 07 do questionário preliminar e a questão 04 do questionário final, “**Como podemos economizar o gás de cozinha?**” foi possível constatar que:

Tabela 7: Comparação entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Como podemos economizar o gás de cozinha?”.

RESPOSTAS PARA A QUESTÃO: Como podemos economizar o gás de cozinha?					
Questionário	Não respondeu	Não apresenta compreensão	Apresenta compreensão cotidiana	Apresenta compreensão parcial	Apresenta compreensão científica
Prévio	0	3	3	5	0
Final	0	0	1	6	4

Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 7: Comparativo entre as respostas prévias e finais dos alunos, para a questão “Como podemos economizar o gás de cozinha?”.



Fonte: A Autora (2019)

A questão 08 do questionário preliminar corresponde a questão 05 do questionário final, e tinha como pergunta norteadora: “**Em sua opinião, qual seria a melhor maneira de se APRENDER FÍSICA?**”. As respostas de cada um dos participantes foram transcritas e comparadas abaixo.

“Perguntas mais claras, sem muita complicação nos cálculos”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Usando não somente a fala e sim a prática (experimentos)”. (PARTICIPANTE 1)

“Dando bastante exemplos e fazendo exercícios”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Testando conhecimentos novos, fazer experiências”. (PARTICIPANTE 2)

“Estudar mais ela”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Ter mais curiosidade de saber de onde algo se forma como funciona, o que é etc”. (PARTICIPANTE 3)

“Colocando em prática tudo que aprendemos”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Mostrando como ela funciona não só na escuta”. (PARTICIPANTE 4)

“Com mais aulas práticas e exercícios. Como está”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Acho melhor aprender em teoria do que em fórmulas”. (PARTICIPANTE 5)

“Não sei”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Na prática e com mais explicações e mais trabalhos em duplas”. (PARTICIPANTE 6)

“Tendo mais aulas práticas”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Se todos forem atrás de tirar suas dúvidas, por mais básica que sejam eles já

aprendem física, então eu diria que a dúvida e curiosidade são a melhor artimanha para aprender”. (PARTICIPANTE 7)

“Bom, pra mim, como tenho dificuldade o professor poderia vir mais até mim, porque só com a aula não consigo aprender tudo”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Sei lá, tem várias coisas poderia sendo algum experimento”. (PARTICIPANTE 8)

“Do jeito que tá, tá bom”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Discutindo e colocando se possível em prática alguns experimentos para nos interessar mais no conteúdo”. (PARTICIPANTE 9)

“Explicações e quando a professora passa as fórmulas no quadro antes de exigir que o aluno faça ou crie algum problema”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Usando os experimentos”. (PARTICIPANTE 10)

“Todos os tipos são bons”, alterou a sua resposta no novo questionário para “Com mais aulas práticas”. (PARTICIPANTE 11)

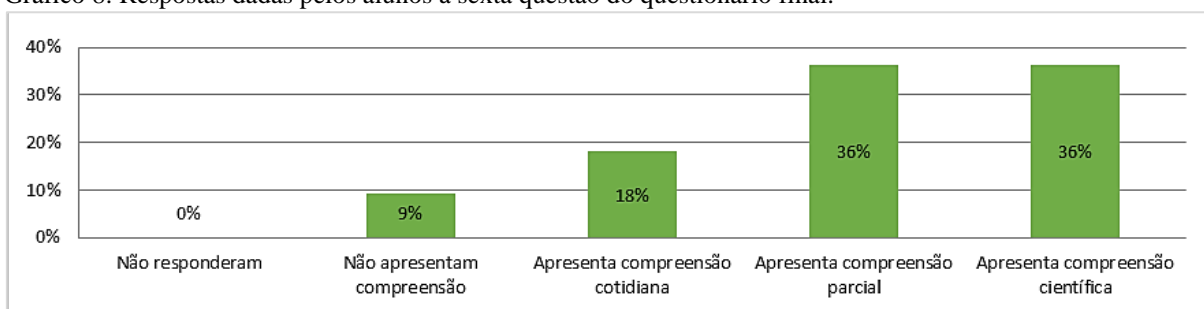
A questão 06 apresentada no questionário final era: **“É possível economizar gás de cozinha? Justifique sua resposta.”**. O questionário foi analisado e para essa questão as respostas foram classificadas de acordo com o nível da escrita apresentado, podendo ser: Apresenta compreensão científica; Apresenta compreensão parcial; Apresenta compreensão cotidiana; Não apresenta compreensão; e Não respondeu.

Tabela 8: Respostas dadas pelos alunos à sexta questão do questionário final.

NOVAS RESPOSTAS DADAS PELOS PARTICIPANTES				
Não respondeu	Não apresenta compreensão	Apresenta compreensão cotidiana	Apresenta compreensão parcial	Apresenta compreensão científica
0	1	2	4	4

Fonte: A Autora (2019)

Gráfico 8: Respostas dadas pelos alunos à sexta questão do questionário final.



Fonte: A Autora (2019)

As justificativas se deram da seguinte maneira:

“Sim. Podemos usar o gás de cozinha no alto assim menos tempo você gasta e tem aquilo mais rápido”. (PARTICIPANTE 1)

“Sim. Quando for querer preparar alguma coisa aumenta o fogo ou quando você quer esquentar uma água bem rápido é só tampar assim o vapor de dentro vai ficar lá dentro”. (PARTICIPANTE 2)

“Sim. Se cozinarmos alimentos em fogo alto gastaríamos menos tempo e gás”. (PARTICIPANTE 3)

“Sim. Se você quiser economizar há muitas maneiras, uma delas é usar a panela de pressão e também utilizar tampas fazendo que seus alimentos cozinhem mais rapidamente” (PARTICIPANTE 4)

“Sim. Cozinhar em fogo alto cozinha mais rápido utilizando menos gás. Cozinhar alimentos duros e grandes em panela de pressão, cortando-os” (PARTICIPANTE 5)

“Sim, aumentando o fogo porque ele terá um tempo menor de duração e assim menos gás gasta” (PARTICIPANTE 6)

“Sim. Se buscar usar táticas mais eficazes no preparo do alimento, a economia acontece” (PARTICIPANTE 7)

“Sim. Só quando for usar com fogo alto daí quando esquentar cozinha mais rápido do que com o fogo baixo” (PARTICIPANTE 8)

“Sim. Precisa-se conforme o alimento utilizar a panela correta de forma correta, utilizando a chama mais alta, assim gastando menos tempo e cozinhado mais rápido, economizando gás, sem deixar muito tempo ligado” (PARTICIPANTE 9)

“Sim. Não usando” (PARTICIPANTE 10)

“Sim. Usando cozinhando em fogo alto até ferver e depois baixar o fogo” (PARTICIPANTE 11).

A QUESTÃO 07 apresentada no questionário final era: **“É possível aplicar o conhecimento adquirido nesta unidade didática, para economizar energia na cozinha, sobretudo economia do gás de cozinha? Caso sua resposta seja sim, como?”**. O questionário foi analisado, e todos os participantes responderam SIM, mas cada um deu uma justificativa diferente. Estas justificativas foram transcritas abaixo.

“Nas empresas, em casa, na escola” (PARTICIPANTE 1)

“Praticando isso em casa e até mesmo repassar para as demais pessoas” (PARTICIPANTE 2)

”Só fazendo o que foi aprendido na aula” (PARTICIPANTE 3)

“Primeiramente se deve compreender a situação e o que será feito, usando o fogão, com isso de base é só criar uma estratégia e fazer o preparo rapidamente” (PARTICIPANTE 4)

“Quando a muitas coisas de um só alimento a ser é melhor colocar numa panela de pressão ou picá-las e colocá-las na panela de pressão” (PARTICIPANTE 5)

“Alguns truques, na cozinha vão economizar gás” (PARTICIPANTE 6)

“Pode ser aplicados em lojas, empresas e até mesmo em restaurantes e escolas que são muito utilizados para alimentos” (PARTICIPANTE 7)

“ Se por exemplo cozinarmos batatas em uma panela de pressão ela irá ser mais eficiente e econômica que uma normal” (PARTICIPANTE 8)

“Pois é só pegar a fórmula e fazer a conta, mas para realizar esse cálculo precisa saber sua potência, variação de tempo, etc” (PARTICIPANTE 9)

“Tem que cozinhar rápido”(PARTICIPANTE 10)

“Tampando as panelas para o calor não sair” (PARTICIPANTE 11)

A questão 08 apresentada no questionário final era: **“É possível aplicar esse conhecimento à outra área do seu cotidiano? Justifique sua resposta.”**. O questionário foi analisado, e todos os participantes responderam SIM, mas cada um deu uma justificativa diferente. Estas justificativas foram transcritas abaixo.

“Culinária, para saber quanto de gás a pessoa está gastando, etc.”
(PARTICIPANTE 1)

“Banho, desligando o chuveiro para ensaboarmos, economiza energia e tempo ligado” (PARTICIPANTE 2)

”Por que há várias maneiras de economizar energia ou até outras coisas que usamos em nosso dia a dia” (PARTICIPANTE 3)

“Na culinária, nas empresas” (PARTICIPANTE 4)

“No ramo da mecânica ou desenvolvimento e consertos de aparelhos eletrônicos”
(PARTICIPANTE 5)

“Principalmente na questão financeira da casa ou serviço. Buscar a eficiência dos produtos e ações é a melhor forma de adquirir menos gastos durante a vida”
(PARTICIPANTE 6)

“Porque quando você não estiver mais usando é só desligar” (PARTICIPANTE 7)

“Utilizá-la de maneira correta quando formos cozinhar, na gastronomia até mesmo as fórmulas utilizando-as nas empresas” (PARTICIPANTE 8)

“Em uma empresa como um restaurante, cozinhar o arroz no fogo alto, irá ter mais eficiência e assim irá atender os clientes mais rápidos, sem que eles esperem muito” (PARTICIPANTE 9)

“Em casa para economizar dinheiro com a luz” (PARTICIPANTE 10)

“Não sei” (PARTICIPANTE 11)

Durante as aulas foi possível verificar a participação ativa de toda a turma na realização de cálculos matemáticos e nas propostas solicitadas, sem reclamações. As discussões e os comentários críticos foram proveitosos e deu sentido à aula, que pode ser considerada participativa e ativa, embora alguns dos alunos inseriram-se lentamente na proposta, com incentivo da professora e apoio dos demais colegas.

No decorrer das aulas foram verificadas também, situações que necessitam de especial reflexão por parte dos professores em relação aos alunos tímidos, por apresentarem dificuldades durante a proposta, pelo fato de desconhecerem o uso de forno de micro-ondas e computador. Foi constatado, no decorrer da atividade, que a maioria dos alunos desconhecia como ocorria a utilização desses aparelhos.

CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A justificativa inicial dessa proposta era uma sequência didática abordando a eficiência energética: economizando energia na cozinha - aplicação e análise, por entendermos que além do alto grau de relevância pela sua aplicabilidade, apresenta-se para o aluno como um assunto interessante. Porém, cabe destacar que mesmo sendo um tema relevante, não possui muito destaque tanto em publicações, quanto aos conteúdos de Física no Ensino médio.

Em relação às conversas com alguns professores do Ensino Médio foi constatado que a maioria desconhece e não aborda a Lei de Resfriamento. Após terem conhecimento da Lei, e, embora a considerarem relevante, não a abordariam por não dominar este conteúdo, tendo insegurança na forma de abordá-lo, visto que não é apresentado nos livros didáticos. Desse modo foi possível perceber que o livro didático é uma das ferramentas de apoio mais utilizada pelos professores, embora saibamos que devemos buscar informações e apoio didático em ferramentas diversificadas, ou seja, além do livro didático.

Diante do exposto, foi desenvolvida uma sequência didática, abordando conceitos referentes a Termodinâmica, inserindo a Matemática como disciplina fundamental para entendimento da Física, partindo de uma contextualização histórica, social e cultural, apresentando uma Ciência em construção, através da evolução humana. Essa sequência didática faz uso de dois produtos educacionais: o Caderno de Ensino, no Apêndice A, utilizado pelo professor; e o Caderno de Aprendizagem, no Apêndice B, utilizado pelos alunos.

Durante a aplicação, a participação dos alunos, de modo geral foi além das expectativas, pois realizaram as atividades propostas, demonstrando dedicação, comprometimento e apresentaram contribuições, durante e após a proposta.

Através dos registros fotográficos, disponíveis no Apêndice C, pode ser verificado que nas atividades em grupos a participação foi interativa.

As atividades individuais ocorreram no momento dos cálculos matemáticos, das leituras referentes ao tema, interpretações das orientações, as quais foram importantes para discussões críticas frente ao tema, seu desenvolvimento e percepção das inter-relações entre os principais conceitos trabalhados e o seu cotidiano.

As atividades permitiram reflexões, questionamentos, interações e busca pelo aprofundamento do conhecimento, acarretando assim uma perceptível apropriação do conhecimento de acordo com a prévia projeção.

Foi possível concluir que houve êxito na execução do trabalho, embora os cálculos matemáticos fossem apresentados em praticamente todas as aulas, sem reclamações ou desinteresse por parte dos alunos. Partindo do pressuposto de um cenário de passividade, desinteresse e dificuldades de aprendizagem, chegamos a um cenário de dinamismo através da compreensão científica.

Cabe ressaltar que, para muitos professores o fato de haver alunos que desconhecem algumas ferramentas do cotidiano, como o forno de micro-ondas e o computador, pode até ser considerada insignificante para uma aula de física e irrelevante para os conteúdos. Todavia, de que adianta quereremos ensinar Física, disciplina que muitas vezes provoca aversão por seu desconhecimento, focando em conceitos físicos, se muitos de nossos alunos, em especial das escolas do campo, não têm informações básicas sobre muitos instrumentos didáticos e cotidianos, que podem ser relacionados aos seus conteúdos.

Desse modo, devemos refletir sobre quais informações são necessárias para o prosseguimento e significado de nossas aulas. Se não mudarmos nosso olhar e nossa postura perante as diversas particularidades de nossos alunos, nós mesmos os rotularemos como “fracos” e poderemos estar perdendo muitos talentos intrínsecos. Cabe a nós, professores, procurarmos metodologias diferenciadas e inovadoras, não confundidas com “show”, mas sim que envolvam o maior número possível de alunos participantes, em especial os que são mais calados, tendo em vista que raramente os alunos com dificuldades se manifestam, e são esses que mais possuem prejuízo em sua aprendizagem, em um ensino tradicional e mecânico.

A Física não deixará de ter sua importância se pararmos para verificar se nossos alunos estão interpretando corretamente o que estamos tentando passar, ou o que está sendo solicitado. Falamos em aprendizagem significativa, porém, esta só será significativa se atingirmos o entendimento da maioria de nossos alunos, inclusive dos que apresentam mais dificuldades. Na presente proposta não foi possível abordar todos os assuntos inerentes à economia de energia na cozinha, sendo deixado então como sugestão para futuros trabalhos.

REFERÊNCIAS

- ALITOLEF, S. S. **Algumas aplicações das equações diferenciais**. Ji Paraná: Universidade Federal de Rondônia, 2011.
- ALMEIDA, M. K.; BARRETO, C.L. **Física Térmica: com ênfase curriculares em CTSA e ensino por investigação: guia de orientação para o professor ICA**. São Paulo: Livraria da Física. 2018.
- ALVES, S. B. **Estudo teórico e experimental do processo de secagem do abacate**. Tese (Doutorado em engenharia mecânica) 2014. Universidade federal da Paraíba. João Pessoa. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/7576/2/arquivototal.pdf>. Acesso em 2 abr. 2018.
- ARAUJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n. 2, jun. 2003.
- BOAS, N. V.; DOCA, R. H. BISCUOLA, G. J. **Física: Termologia – Ondulatória – Óptica**. v.2. 3 ed. São Paulo: Saraiva. 2017.
- BOAS, N. V.; DOCA, R. H. BISCUOLA, G. J. **Física: Termologia – Ondulatória – Óptica**. v.2. 2 ed. São Paulo: Saraiva. 2013.
- BOHREN, C. F. **Comment on “Newton’s law of cooling—A critical assessment,”** by Colm T. O’Sullivan [Am. J. Phys. 1990. American Journal of Physics 59, 1044. 1991.
- BONJORNO, et al. **Física: Termologia, Óptica e Ondulatória**. vol. 2. 3ª ed. São Paulo: FTD. 2016.
- BONFIM, D. D. S.; COSTA, P. C. F.; NASCIMENTO, W. J. **A Abordagem Dos Três Momentos Pedagógicos No Estudo de Velocidade Escalar Média**. Experiências em Ensino de Ciências v.13, n.1. 2018.
- BRASIL. **Resolução CEB nº 3, de 26 de junho de 1998**. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. 1998.
- BUCUSSI, A. A. **Introdução ao Conceito de Energia**. Textos de apoio ao professor de física, p.2-32. 2006.
- CARVALHO, B.C.; GOMES, L.C. **Análise Histórica do Conceito de Calor nos Trabalhos de Joule e Implicações para o Ensino de Física**. Investigações em ensino de ciências, p.264-290. 2017.
- CAVALCANTE, M. A.; HAAG, R. Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.27, n.3, p.343 – 348, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n3/a07v27n3.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.
- ÇENGEL, Y. A. & CIMBALA J. M.; **Mecânica dos Fluidos**, Porto Alegre: McGraw Hill Ltda. 2015.

CINTRA, J.L.; TEIXEIRA, O.P. Calor e temperatura e suas explicações por intermédio de um enfoque histórico in MARTINS, R.A.; MARTINS, L.A.C.P.; SILVA, C.C.; FERREIRA, J.M.H. (eds). **Filosofia e história da ciência no Conesul: 3º Encontro**. Campinas: AFHIC. 2004. p.240-248.

D' AMBRÓSIO, U. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. Campinas: Sammus: Universidade Estadual de Campinas. 1996.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez. 1990a.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1990b.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez. 2002.

FORSAN, JULIANA FROES. **Estudo e aprofundamento de alguns modelos matemáticos apresentados no ensino médio**. 2017. Dissertação (Mestrado profissional em matemática em rede nacional) - Universidade estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/151705>. Acesso em 22 jan. 2018.

FREIRE, P. FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia - saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física e realidade**. v. 2. 1 ed. São Paulo: Scipione. 2012.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física: Física térmica – ondas – óptica**. vol.2. 2 ed. São Paulo: Ática. 2017.

HOU, S.S.; LEE, C.Y; LIN, T.H. **Efficiency and emissions of a new domestic gas burner with a swirling flame**. Energy Conversion and Management. v48, may 2007, p. 1401-1410. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890406003694>. Acesso em: 22 abr. 2019.

JAVARONI, S. L. **Abordagem geométrica: possibilidades para o ensino e aprendizagem de introdução às equações diferenciais ordinárias**. 2007. Tese (Doutorado em educação em Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2007. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/102149/javaroni_sl_dr_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 8 mar. 2019.

KEIDANN, G.L. **Utilização de mapas mentais na inclusão digital**. II Educom sul, p.1-15. 2013.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Epu. 1987.

LEIGHTON, W. **Equações diferenciais ordinárias**. São Paulo: Ltc, 1970.

LIMA, A. V. **Uma abordagem numérica da lei de resfriamento de Newton** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) - Universidade federal do Pará, Rio de Janeiro, 2016.

LISBOA, J.; LUCINO, M. A. **A importância da teoria e prática nas aulas de matemática.** Ivaiporã: FIVI, 2015.

LUCKY, R.A.; HOSSAIN, I. **Efficiency study of Bangladeshi cookstoves with an emphasis on gas cookstoves.** Energy. v. 26, Issue 3, mar. 2001, p. 221-237. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544200000669>

MARTINS, M. G. **Determinação do calor específico de ligas AlCu produzidas em um dispositivo de solidificação unidirecional vertical ascendente.** 2008. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) - Universidade federal do Pará, 2008.

MENDES, G. H; BATISTA, I. D. **Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes.** **Ciência e Educação.** v2, n3, p.757-771. 2016.

MOREIRA, A. C; PENIDO, M. C. **Sobre as propostas de utilização das atividades experimentais no ensino de Física.** VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Florianópolis. Anais, 2009, p.1-14.

MOREIRA, M. A. **Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente.** **REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente,** v.4 n1. p. 2-17. 2011.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: A teoria e textos complementares.** São Paulo. 179 p: Lf editorial. 2012.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea.** Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da Universidade federal do Rio de Janeiro , Rio de Janeiro, Brasil. 2014.

MOREIRA, M. A. **Linguagem e aprendizagem significativa.** Instituto de Física da UFRGS, pp. 1-17. 2003.

MOREIRA, M. A. **Material de apoio para o curso aprendizagem significativa no ensino superior: Teorias e estratégias facilitadoras.** Pontifícia universidade católica do estado do Paraná, 2012, 2013.

O'SULLIVAN, C. T. **Newton's law of cooling—A critical assessment.** Am. J. Phys. 58, 956 (1990); doi: 10.1119/1.16309

OLIVEIRA, J. **Termodinâmica.** São Paulo: Livraria da Física, 2005.

PARANÁ/SEED. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica Física.**, p.1-98. 2008.

PEREIRA, I. M.; BARBOZA, C.M. **Teoria e Prática na Lei de Resfriamento de Newton.** Ensino de Matemática em Debate, p. 45 – 53. 2018.

PIRES, D. P. L.; AFONSO, J. C.; CHAVES, F. A. B. **A termometria nos séculos XIX e XX.** **Rev. Bras. de Ens. de Física,** v.28, n.1, p.101 - 114, 2006. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v28_101.pdf. Acesso em: 12 jul. 2020.

POINCARÉ, H. **O valor da Ciência.** Rio de Janeiro: Contraponto. 1995.

PORTAL LABORATÓRIO VIRTUAIS DE PROCESSOS QUÍMICOS: Labvirtual.eq.uc.pt. Disponível em: http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=205&Itemid=370. Acesso em 22 abr 2019.

REIS, M.C.; BASSI, A.B. A segunda lei da termodinâmica. **Química Nova**, 1057-1061. 2012.

REVOLLO, F. R. A.; FREITAS, M. T. P. **Lei de resfriamento de Newton em alimentos. Uma experiência para ensino médio.** 63ª Reunião Anual da SBPC. UFG, Goiânia – GO. 2011.

RIBEIRO, A. **Modelo matemático da lei de resfriamento de Newton versus dados experimentais.** Monografia de conclusão de graduação de licenciatura em matemática. URI – Campus Erechim, 2009.

RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. **Revista brasileira de ensino de Física**, v.29, n.2, p.251-266, (2007). Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a10v29n2.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2020.

ROCHA, J. A. L. **Termodinâmica da fratura:** uma nova abordagem do problema da fratura nos sólidos. - Salvador: EDUFBA, 2010. 192 p.

ROSA, J. V. M. Fluxo de radiação térmica e aquecimento dos corpos. *In.* EAIC, 28., 2019, Ponta Grossa. **Anais [...]** Ponta Grossa: UEPG, 2019.

SIAS, D. B.; TEIXEIRA, R. M. R. Resfriamento de um corpo: A aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de física no ensino médio. **Cad. Bras. Ens. Fis**, v.23, n3: p.360-381, dez. 2006.

SILVA, A. C. G. C. **Metodologia para simulação numérica de sistemas de aquecimento de água utilizando coletores solares planos.** 2008. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica). Universidade federal de Pernambuco. Recife. 2008.

SILVA, L. P. **Kits de experimentos de física com o arduino.** 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física). Universidade federal de Rondônia. São Paulo. 2017.

SILVERMAN, M. P.; SILVERMAN, C. R. **Cool in the kitchen: Radiation, conduction, and the Newton “hot block” experiment.** *The Physics Teacher* 38, 82 (2000); doi: 10.1119/1.880467.

SOLA, A. V. H.; MOTA, C. M. M. Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. **Production**, v.25, n.3, p.498-509, jul./set. 2015. Disponível em: [scielo.br/pdf/prod/v25n3/0103-6513-prod-0103-6513063311.pdf](https://www.scielo.br/pdf/prod/v25n3/0103-6513-prod-0103-6513063311.pdf). Acesso em: 12 jul. 2020.

SOUZA L. F. **Um Experimento Sobre a Dilatação Térmica e a Lei de Resfriamento.** 2007. Monografia (Graduação de Licenciatura em Física) 2007. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SYMBOLAB: Calculadora passo a passo. 2020. Disponível em: <https://pt.symbolab.com/solver/>. Acesso em: 03 ago. 2020.

TAVARES, E. C. S.; LEITE, R. B. C. Lei do Resfriamento de Newton: Aliando Teoria e Prática. *In* CONEDU 5., **Anais[...]**, Recife: 2018.

TECNOFERRAMENTAS: **Termômetro digital tipo espeto com capa protetora a prova d'água 45-230-c-divisao-1-c-incoterm-6132.** Disponível em <https://www.tecnoferramentas.com.br/termometro-digital-tipo-espeto-com-capa-protetora-a-prova-d-agua-45-230-c-divisao-1-c-incoterm-6132/p> . Acesso em: 22 de abr. 2019.

TORRES, C. M. A. et al. **Física: Ciência e Tecnologia** – Termofísica, Óptica, Ondas. v. 2. 4 ed. Editora Moderna. 2016.

WILSON, M. A **Energia**. Rio de Janeiro: José Olympio. 1968.

YAMAMOTO, K. FUKU, L. F. **Física para o ensino médio: Termologia, Óptica, Ondulatória**. v. 2. 4 ed. Editora Saraiva. 2017.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL - CADERNO DE ENSINO



Caderno de Ensino



*Uma sequência didática abordando a Eficiência Energética:
Economizando Energia na Cozinha*

Rosivete dos Santos Romaniuk & Júlio Flemming Neto

Ponta Grossa/PR - 2020

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 à 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 Paul 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, devem 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 de 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 Problemática 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. Assim procurando aproximar o aluno das bases científicas, bem como, mudar seu comportamento em relação ao senso comum, fazendo relações com o que aprendeu em sala de aula e aplicar em seu cotidiano.

LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON/EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON

No século XVIII Newton verificou que após esquentar um objeto e deixá-lo em repouso num lugar isolado, para não perder calor por contato, sua temperatura diminuiu com o passar do tempo. A única forma de perder calor é para o ambiente. A Lei de resfriamento formulada por Newton afirma que para pequenas diferenças de temperaturas, a taxa de resfriamento é aproximadamente proporcional à diferença entre as temperaturas do objeto e do ambiente (TAVARES; LEITE, 2018).

A lei do resfriamento de Newton:

$$\frac{d(T - T_a)}{dt} = -k(T - T_a) \quad (1)$$

Onde:

- T é a temperatura do corpo num determinado instante
- T_a é a temperatura do ambiente
- t é o tempo contado a partir do momento em que os corpos foram postos em contato.
- k é uma constante determinada experimentalmente e que varia com o material do qual é feito o corpo, sua massa e sua condutividade térmica.

Chamando $(T - T_a)$ de y, teremos:

$$\frac{dy}{dt} = -ky \quad (2)$$

Se supusermos que o micro-ondas fornece potência constante teremos:

$$\frac{dQ}{dt} = mc \frac{dy}{dt} = a \quad (3)$$

Onde a é uma constante positiva, medida no SI em W, representando a potência útil do microondas e considerando que toda ela foi convertida em calor no corpo de prova, não havendo evaporação de material ($m=cte$) e nem variação do calor específico com a temperatura ($c=cte$). Havendo aquecimento e resfriamento por Newton simultaneamente, teremos:

$$\frac{dy}{dt} = -ky + a \quad (4)$$

Com $a = \frac{a}{mc}$ sendo uma nova constante positiva, medida no SI em K/s.

Segundo CAMPOS et al (2007), a lei de resfriamento de Newton estabelece que a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e seus arredores.

ANALOGIA A LEI DE RESFRIAMENTO DE NEWTON

ANALOGIA



RAIZ QUADRADA DO NÍVEL DA ÁGUA = TEMPERATURA DO CORPO

Entrada de Energia no Sistema

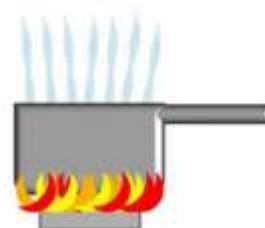
Torneira da pia = Chama do fogão

Energia Circulante no Sistema

Vazão da água = Quantidade de Calor

Lei de Resfriamento de Newton

Vazamento de água = Perda natural de calor para o ambiente



Fonte: A Autora (2019)

Como o professor pode ajudar seus alunos a adquirirem melhor entendimento de conceitos teóricos?

Em resposta a essa pergunta (LAWSON, 1993, p. 1214) responde: "Pelo menos parte da resposta, eu penso, é pelo uso de analogias. Estudantes não podem experimentar a natureza de átomos diretamente. Mas eles podem e experimentam bolas de vários tamanhos".

Analogia é definida como uma comparação entre dois conceitos, fenômenos ou assuntos que mantêm certa relação de semelhança entre ambos. É constituída pelos seguintes elementos: o análogo (representa o conhecimento já familiar, é aquele em que há diferenças bem nítidas), o alvo (representa o conhecimento menos familiar ou desconhecido) e as relações analógicas (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença, permitindo a compreensão/entendimento do alvo).

Partindo da premissa de que a utilização de analogias facilita e oferecem possibilidades de construir conceitos científicos, tal uso favorece uma melhor compreensão de conceitos que, por vezes, são considerados difíceis pelos alunos.

CONCEITOS

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 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).

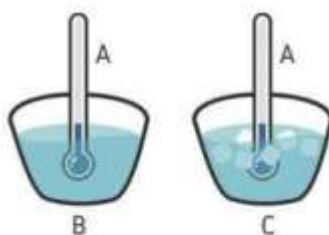
A temperatura é proporcional à energia cinética média translacional (movimento linear de ida e volta) por partícula que forma a substância. Para o caso de um líquido nos referimos a rapidez com a qual deslizam e passam ziguezagueando umas pelas outras;

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 Btu¹ (British thermal unit). O Btu está relacionado a caloria e ao joule por:

$$1 \text{ Btu} = 252 \text{ cal} = 1,054368 \text{ kJ}$$

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 10³ 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 ΔQ necessária para elevar sua temperatura de ΔT 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 gramas de calor específico *c*₂ e assim sucessivamente. Portanto,

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

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.

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

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 (Δ) 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 (ε). 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").

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

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

$$\varepsilon_c = \frac{|Qq| - |Q1|}{|Qq|} = 1 - \frac{|Q1|}{|Qq|}$$

Obteremos assim:

$$\varepsilon = 1 - \frac{|T_f|}{|T_q|} \text{ (eficiência da máquina de Carnot).}$$

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 é a potência média (W); T é o trabalho (J); Δt - 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: η - 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 (τ). 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: η - rendimento; T - trabalho da máquina térmica (J); Q_q - calor cedido pela fonte quente (J)

MATERIAL DE APOIO

Um dos objetivos do Ensino de Física, talvez o mais importante, seja a compreensão conceitual, para uma visão de mundo unificada, mais lógica possível de seus fundamentos e interconexões entre experiências (vivência) e as leis relacionadas.

Conceitos estão na base do pensamento humano, do raciocínio, do desenvolvimento cognitivo. Podemos dizer que conceitos são construções livres, associados intuitivamente a complexos de experiências com um grau de segurança suficiente para uma dada aplicação, não restando dúvidas referentes à aplicabilidade ou não de uma lei para um particular caso vivenciado (experimento).

Para Ausubel (1968, p. 82), a aquisição da linguagem é que, permite aos seres humanos, por aprendizagem significativa receptiva, uma vasta quantidade de conceitos e princípios que, por si sós, poderiam nunca descobrir ao longo de suas vidas. Um dado conceito não se refere a um só tipo de situação e uma dada situação não pode ser analisada com um só conceito. São as situações que dão sentido ao conceito.

Estudar o uso, a utilização e o desenvolvimento de um conceito ao longo da aprendizagem, é necessário considerar, um conjunto de situações que dão sentido ao conceito, invariantes (propriedades, relações, objetos) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou seja, que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações que dão sentido ao conceito, representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas.

Os textos sobre conceitos disponibilizados neste caderno são 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 customização² de ideias e aplicabilidade dos conceitos e conhecimentos científicos das ciências da natureza das unidades curriculares de Física.

IMPORTANTE: Apesar de utilizamos a derivada em Física, pois ela também é uma taxa de variação, a mesma será abordada, superficialmente na turma da 2^a série do ensino médio. Apenas para nível de curiosidade e relação com a variação de temperatura, já de conhecimento dos alunos. Vindo a ser abordada futuramente na 3^a série do ensino médio e aprofundamento na graduação.

² 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

APRESENTAÇÃO

As sugestões de estratégias metodológicas de ensino e aprendizagem apresentadas tem a intenção de uma aplicabilidade factível em diferentes realidades escolares.

Desta forma, buscando uma aprendizagem significativa de forma prazerosa, tanto para aquele que ensina quanto ao que aprende, as sugestões buscam aliar teoria e prática de forma organizada pelo tema “ECONOMIZANDO ENERGIA NA COZINHA” dividido em momentos, onde os conteúdos curriculares necessários são selecionados para cada momento. Desenvolvendo no aluno a capacidade de fazer relações com aquilo que aprendeu e as diferentes situações enfrentadas do seu cotidiano, o tema e os conceitos físicos, se inter-relacionam e possivelmente as abordagens em sala de aula, passem a fazer sentido para o aluno.

De acordo com a afirmação de Freire (2006, p. 44-45) sobre as práticas educativas:

Não há prática educativa sem conteúdo, quer dizer sem objeto de conhecimento a ser ensinado pelo educador e apreendido, para poder ser aprendido pelo educando. Isto porque a prática educativa é naturalmente gnosiológica e não é possível conhecer nada a não ser que nada se substantive e vire objeto a ser conhecido, portanto vire conteúdo. A questão fundamental é política. Tem que ver com: que conteúdos ensinar, a quem e a favor de que e de quem, contra quê, como ensinar. Tem que ver com quem decide sobre que conteúdos ensinar, que participação têm os estudantes, os pais, os professores, os movimentos populares na discussão em torno da organização dos conteúdos programáticos.

A abordagem temática na concepção de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p. 189) é constituída de uma perspectiva curricular com foco na organização estrutural por temas, advinda da seleção de conteúdos de ensino das disciplinas. Sendo assim na abordagem pela perspectiva curricular, os conceitos científicos são subordinados ao tema.

Essas interações (temas e conteúdos) para Menezes (1996, p. 638-640) conduz o aprendizado numa sequência que favorece a construção de cada conceito que, gradativamente se inicia pelo “como funciona” e prossegue por níveis crescentes de abstração.

Assim sendo é independente de o aluno pretender ou não seguir com os estudos, o ensino dos conceitos físicos e seu entendimento, através da aplicação em seu cotidiano é um dos objetivos dos professores da disciplina de Física e para isso se faz necessário estratégias que realmente sejam eficazes.

De acordo com os princípios de Paulo Freire em relação aos currículos, esses deveriam ter como eixo organizador as necessidades e as exigências da vida social, não as disciplinas tradicionais. Daí a preocupação em codificar e decodificar temas geradores, trabalhados nas salas de aula por meio do diálogo entre professores e estudantes. (MOREIRA, 2000, p. 114)

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 nivelamento³, 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 consequentemente 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.

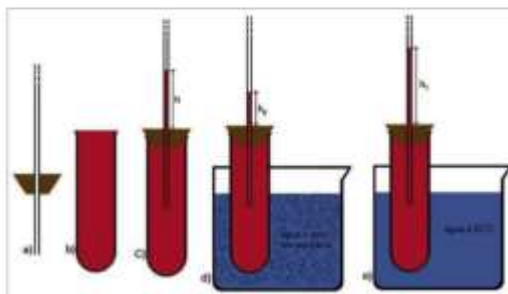
SUGESTÃO METODOLÓGICA:

- 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 análise 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 (20 l), 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, 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.

³ 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.)

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

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°C a 50°C ($h_1 - h_0$) e calcule por “regra de três” a distância correspondente a 1°C . Com isso, você pode fazer marcas no tubo de 1 em 1°C , desde 0°C até 50°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 e 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 a 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 a 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 abscissas 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°C até 110°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 explanação 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 Têmpera⁴ 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.

⁴ Processo que consiste no aquecimento bastante elevado de certos metais, para depois mergulhá-los em banho de água fria, a fim de aumentar a sua consistência e rjeza. Fonte: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/tempera>. Acesso em 20 de outubro de 2019

AULAS 06, 07 e 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 metacognição⁵, 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.

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)

⁵ 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)

AULAS 09 e 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)

t (seg)	% Pmáx	Utilizada (W)	T (inicial) (°C)	T (final) (°C)	ΔT (°C)	Q (cal)	Q (J)	E (total) (J)	Eficiência (%)	Eficiência média
90 seg	10%	120	20,6	21,6	1	250	1045	10800	10%	12%
	10%	120	19,8	21,3	1,5	375	1567,5	10800	15%	
	20%	240	20,6	27,4	6,8	1700	7106	21600	33%	32%
	20%	240	20	26,6	6,6	1650	6897	21600	32%	
	30%	360	20,9	32,1	11,2	2800	11704	32400	36%	36%
	30%	360	19,8	30,8	11	2750	11495	32400	35%	
	40%	480	21,1	37	15,9	3975	16615,5	43200	38%	38%
	40%	480	19,9	35,5	15,6	3900	16302	43200	38%	
	50%	600	20,6	40,8	20,2	5050	21109	54000	39%	38%
	50%	600	19,9	39,4	19,5	4875	20377,5	54000	38%	
	60%	720	20,6	47,3	26,7	5675	27901,5	64800	43%	42%
	60%	720	19,9	44,9	25	5250	26125	64800	40%	
	70%	840	20,7	51,7	31	7750	32395	75600	43%	42%
	70%	840	20,3	50,4	30,1	7525	31454,5	75600	42%	
	80%	960	20,7	55	34,3	8575	35843,5	86400	41%	41%
	80%	960	20	53	33	8250	34485	86400	40%	
	90%	1080	20,6	58,1	37,5	9375	39187,5	97200	40%	41%
	90%	1080	20,6	59,1	38,5	9625	40232,5	97200	41%	
	100%	1200	20,6	62,7	42,1	10525	43994,5	108000	41%	41%
	100%	1200	19,8	63,4	43,6	10900	45562	108000	42%	

Fonte: A Autora (2019)

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, tomado 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

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

Disponível em: https://mnpfprg.furg.br/images/Produtos_Educacionais/2018_Produto_Educacional_Criss.pdf

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. K., & BARRETO, C. L. (2018). **Física Térmica**. São Paulo: LF.
- AUSUBEL, D.P. (1968). **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S. e SPEZIALI, N. L. (2007). **Física Experimental Básica na Universidade**. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- 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.
- DELZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. (2002). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez.
- 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.
- FREIRE, P. (2006). **A educação na cidade**. São Paulo: Paz e Terra.
- GEHLEN, S. T., MALDANER, O. A., & DELZOICOV, 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.
- MENEZES, L. C., FREIRE, P & os físicos. In: GADOTTI, M. (Org.). (1996). **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez: Instituto Paulo Freire, p. 638-641.
- LAWSON, A. E. **The importance of analogy: a prelude to the special issue**. Journal of Research in Science Teaching, Michigan, v. 30, n. 10, p. 1213-1214, 1993.
- 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.
- MOREIRA, A. F. B. (2000). Propostas curriculares alternativas: limites e avanços. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 73, p. 109-138.
- MUENCHEN, C., & DELZOICOV, 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 de Ausubel: Reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social**. Imagens da Educação v. 4, n. 1, pp. 36-42.
- TÊMPERA**. In: DICIO, Dicionário Online de Língua Portuguesa, Michaelis. 2019. Disponível em < <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/tempera>> Acesso em 27/07/2019.
- 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.

APÊNDICE B: PRODUTO EDUCACIONAL – CADERNO DE APRENDIZAGEM



Caderno de Aprendizagem

*Uma sequência didática abordando a Eficiência Energética:
Economizando Energia na Cozinha*

Rosivete dos Santos Romaniuk & Júlio Flemming Neto

Ponta Grossa/PR - 2020

APRESENTAÇÃO

Caro (a) aluno (a)

Este trabalho foi pensado para você. A intenção é te proporcionar um caminho planejado para que perceba, através dos conceitos físicos, que a Física está em sua casa e por muitas vezes não é identificada.

Um dos primeiros passos para a compreensão dessa disciplina é se permitir aprender e entender que através de teorias e modelos, a Física nos proporciona explicações do mundo físico em que vivemos.

A intenção é desenvolver uma predisposição para aprender Física através de uma aula experimental com materiais acessíveis e um tema que lhe desperte o interesse. Assim, além de contribuir para a construção do teu conhecimento, que ao final do trabalho você possa ter concluído que o aprender é um processo. Tal processo é conhecido como ensino-aprendizagem, o qual consiste em colocar em prática o que é ensinado, porém o caminho a ser percorrido deve ser analisado, planejado, estudado e criteriosamente calculado.

Este caderno de ensino busca proporcionar a você, um melhor entendimento daquilo que você faz em sala de aula, na esperança de que, realmente o que você estuda faça sentido no seu dia a dia.

Aqui você encontrará as orientações necessárias para desenvolver problemas, expor suas ideias e possivelmente responder suas dúvidas teóricas, ao final de seus cálculos. Os instrumentos a serem utilizados são equipamentos básicos de laboratório, assim como, o aparelho de micro-ondas, utilizado na maioria das residências. Todavia todo o cuidado se faz necessário para evitar possíveis acidentes. Sendo assim seu manuseio deve ser realizado com responsabilidade e muita atenção. Ao final do caderno de Ensino, você encontrará algumas atividades para testar seus conhecimentos e texto (resumo) nos anexos 1 e 2, sobre Histórico da evolução da Física. Espero que com este trabalho você entenda e assimile, através de análises de dados obtidos, os conceitos e teorias da disciplina de Física e compreenda seus resultados, que muitas vezes você sabe 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 você aprendeu e, é esse o objetivo desta unidade didática.

Os autores

INTRODUÇÃO

Como economizar gás de cozinha, fogo alto ou fogo baixo?

É claro que para responder essa pergunta, logo imaginamos um fogão a gás. No entanto o desafio é: responder essa pergunta, utilizando como ferramenta, um micro-ondas. Será possível? Intrigante né!

Bem, para que isso possivelmente venha a ocorrer, é necessário um processo, ao qual a partir de dados importantes inicia-se a construção do conhecimento. Então vamos lá!

O termo energia é dos conceitos mais importantes na Física e já ouvimos falar em vários tipos de energia, como por exemplo, energia térmica, elétrica, cinética, solar entre tantas outras. Neste trabalho vamos tentar entender como economizar essa "tal" energia e de qual energia estamos nos referindo. No caso do fogo, a energia térmica, funcionamento de aparelhos elétricos, a energia elétrica.

Desse modo devemos entender que o uso dessas energias nos traz um custo financeiro, que a primeiro momento até parece não fazer muita diferença, mas que, no entanto, ao somarmos todos os gastos, verificaremos que sim, temos um gasto financeiro significativo e que aprendendo física, entendendo a importância da aplicação dos cálculos matemáticos, podemos contribuir para essa economia de energia na cozinha, segundo a lei de resfriamento de Newton.

Então, vamos entender um pouco da lei de resfriamento de Newton⁶.

Isaac Newton, no século XVIII, percebeu que após esquentar um objeto e deixá-lo em repouso num lugar isolado, para não perder calor por contato, sua temperatura diminui, conforme o passar do tempo. Essa seria a única forma de perder calor, para o ambiente. Verificou que o calor retirado de um objeto quente é levado pelo vento.

A Lei de resfriamento por ele formulada afirma que para pequenas diferenças de temperaturas, a taxa de resfriamento é aproximadamente proporcional à diferença entre as temperaturas do objeto e do ambiente. Esta Lei, em termos modernos, estabelece que "a taxa de perda de calor de um corpo é proporcional à diferença de temperatura entre o corpo e seus arredores". Para um sólido em contato térmico com um fluido, a taxa de resfriamento é dada por:

$$\frac{dT}{dt} = a(T - T_A)$$

Sendo: dT/dt é a variação da temperatura no tempo; a é a constante de proporcionalidade; T é a temperatura do objeto que se pretende aquecer ou resfriar; T_A é a temperatura do ambiente.

A constante a depende de fatores como, a forma da superfície, o fluido ser líquido ou gás, da densidade, calor específico e condutividade térmica do fluido, entre outros.

A lei de resfriamento de Newton oportunizará experimentalmente chegar à resposta da pergunta inicial, através da percepção da forma com que assuntos teóricos podem ser tratados na prática.

IMPORTANTE: A equação acima é conhecida como deriva. Podemos utilizar a derivada em Física, pois ela também é uma taxa de variação. A mesma será abordada superficialmente neste momento, a título de curiosidade e tendo em vista um melhor entendimento na 3ª série e aprofundamento na graduação.

⁶ PEREIRA, I. D., & BARBOZA, C. M. (2018). Teoria e Prática na Lei de resfriamento de Newton. *Emd - Ensino de Matemática em Debate - São Paulo*, pp. 45-53.

AULA 01: COMO ECONOMIZAR GÁS DE COZINHA? FOGO ALTO OU FOGO BAIXO?

TEMPO PREVISTO PARA ATIVIDADE:

- 1 hora/aula (50 minutos)

OBJETIVOS:

- Responder questionário de conhecimentos prévios
- Conhecer os materiais que serão utilizados.
- Responder à pergunta:

COMO ECONOMIZAR GÁS DE COZINHA? FOGO ALTO OU FOGO BAIXO?

INSTRUÇÃO:

- Responder o questionário inicial que será entregue pelo (a) professor (a).
- Retirar os dados do aparelho do APARELHO DE MICRO-ONDAS

MARCA	
MODELO	
VERSÃO	
SÉRIE	
VOLUME	
FREQUÊNCIA	
CORRENTE	
TENSÃO	
POTÊNCIA	

- Listar todos os demais MATERIAIS UTILIZADOS da forma mais detalhada possível.

OBSERVAÇÃO: *Não tenha receios! Não tenha vergonha de dizer não sei, desconheço. Todos os dias temos a oportunidade de aprender. Pergunte, manipule, reconheça os materiais sem medo, esta é sua oportunidade. Tire todas as dúvidas que tiver em relação a eles, peça ajuda caso necessário, ao professor (a), ou aos colegas. Essas serão as ferramentas que o auxiliará na construção de um caminho organizado para responder a pergunta inicial.*

AULAS 02 e 03: COLETA DE DADOS EXPERIMENTAIS

TEMPO PREVISTO PARA ATIVIDADE:

- 2 horas/aula (100 minutos)

OBJETIVO:

- Obter os primeiros dados experimentais.
- Inserir os dados experimentais obtidos na TABELA 1.

INSTRUÇÕES:

1. Repetir cada um dos processos abaixo três vezes.
2. Aquecimento da água utilizando 20% da Potência Máxima.
 - a. Colocar no béquer a medida de 250 ml (250 g) de água.
 - b. Colocar no béquer a medida de 250 ml (250 g) de água.
 - c. Verificar a temperatura inicial (T_1), esperando o termômetro estabilizar e anotar a informação na tabela 1.
 - d. Colocar o béquer com água no micro-ondas e programa-lo para o tempo de 90 s (1 minuto e 30 segundos).
 - e. Selecionar a faixa de potência a ser utilizada em relação à potência máxima (20% da Potência Máxima).
 - f. Ligar o aparelho micro-ondas acionando o botão iniciar do painel do mesmo e aguardar o término do aquecimento programado.
 - g. Após o aparelho micro-ondas concluir o aquecimento programado, retirar, cuidadosamente, o béquer do aparelho colocando-o sobre a bancada a efetuar uma nova medida de temperatura (T_2). Aguardar até que se obtenha a medida máxima e anotar a informação na tabela 1.
 - h. Descartar o volume de água utilizado na pia da bancada ou outro recipiente.
 - i. Resfriar o béquer em água corrente, utilizando a torneira da bancada ou água contida em outro recipiente.
3. Aquecimento da água utilizando 50% da Potência Máxima.
 - a. Repetir os procedimentos utilizados na instrução 1, utilizando no item “e” a faixa de 50% da Potência Máxima.
4. Aquecimento da água utilizando 100% da Potência Máxima.
 - a. Repetir os procedimentos utilizados na instrução 1, utilizando no item “e” a faixa de 100% da Potência Máxima.

OBSERVAÇÃO: *Segurança em primeiro lugar! Muito cuidado ao manipular materiais aquecidos, eles podem estar mais quentes do que imaginamos e causar acidentes graves. Dessa forma, usar as luvas térmicas é um cuidado necessário para se evitar possíveis acidentes. Nesta aula você terá a oportunidade de entender a necessidade da aula anterior, onde o conhecimento dos materiais é importantíssimo. Você está obtendo os primeiros dados experimentais para poder analisar e tentar responder a pergunta inicial. Não tenha pressa! Pode ser que algum colega pareça mais rápido que você, porém não é questão de rapidez e sim de atenção. Esses dados devem ser o mais exato possível, sendo assim muita atenção! Tire todas as suas dúvidas. Você logo encontrará a resposta para a pergunta inicial.*

Procure se perguntar, o que aprendi com esta aula?

TABELA 1

Volume de água utilizado (em ml)			
Massa de água utilizada (em g)			
Intervalo de tempo utilizado para o aquecimento (em seg)			
Potência utilizada		Temperaturas	
Energia elétrica consumida (em Joules)		T ₁	T ₂
% de P máx	P (Watts)	Quantidade de Calor (em calorias)	Quantidade de Calor (em Joules)
		Eficiência	Eficiência média
20%	240 W		
50%	600 W		
100%	1200 W		

Fonte: A Autora (2019)

EQUAÇÕES E NOMENCLATURAS

$$P_{\text{utiliz}} = \frac{X\%}{100} \cdot P_{\text{máx}} \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \Delta T = T_2 - T_1 \quad E_{\text{cons}} = P_{\text{utiliz}} \times \Delta t \quad E_{\text{média}} = \frac{Ef_1 + Ef_2 + Ef_3}{3} \quad Ef = \frac{Q}{E_{\text{cons}}}$$

P_{utiliz} = Potência elétrica utilizada do aparelho

$P_{\text{máx}}$ = Potência elétrica máxima do aparelho

Q = Quantidade de calor

E_{cons} = Energia elétrica consumida

Δt = intervalo de tempo

m = massa da água

c = calor específico da água

T_1 = temperatura inicial da água

T_2 = temperatura final da água

ΔT = variação da temperatura

Ef = Eficiência do aparelho

$E_{\text{média}}$ = Eficiência média do aparelho

1 calorias = 4,16 joules

$c = 1,0 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$

AULA 04: QUANTIDADE DE CALOR

TEMPO PREVISTO PARA ATIVIDADE:

- 1 hora/aula (50 minutos)

OBJETIVO:

- Calcular a quantidade de calor fornecida para a água durante o aquecimento para cada um dos experimentos.

INSTRUÇÕES:

- Utilizando a equação:

$$Q = m.c. \Delta T$$

Sendo, m a massa, em gramas, de água utilizada em cada experimento; c o calor específico da água $c = 1\text{cal/g.}^\circ\text{C}$; ΔT a variação de temperatura, obtida através da equação $\Delta T = T_2 - T_1$, onde T_1 é a temperatura inicial da água e T_2 é a temperatura final da água.

- 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 e anotar os respectivos resultados na Tabela 1.

Observação: A quantidade de calor calculada será dada, inicialmente, em calorias.

- Converter a quantidade de calor calculada em calorias para joules (unidade de medida de energia no Sistema Internacional de Unidades)

$$1 \text{ caloria} = 4,18 \text{ joules}$$

ESPAÇO PARA REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS:

--

COMENTÁRIOS E DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS:

OBSERVAÇÃO: Procure entender o que cada letra da fórmula significa. Verifique se está tendo alguma dificuldade em realizar a atividade e não hesite em perguntar ao professor (a) ou colegas. Perceba que a equação tem uma linguagem e você precisa ler e interpretá-la. Fique atento a unidade de medida que colocará ao final de cada cálculo. Perceba o quanto a matemática é importante para chegarmos à resposta esperada.

Procure se perguntar, o que aprendi com esta aula.

AULA 06, 07 e 08: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

TEMPO PREVISTO PARA A ATIVIDADE:

- 3 horas/aula (150 minutos)

OBJETIVOS:

- Calcular a eficiência energética de cada um dos experimentos realizados para cada uma das faixas de potências utilizadas, utilizando a equação.
- Calcular a eficiência energética média para cada uma das respectivas faixas de potência utilizada no experimento.
- Comparar as informações obtidas através da pesquisa realizada com os resultados obtidos (eficiência energética e rendimento)

INSTRUÇÕES:

- Escolher um integrante de cada grupo para realizar pesquisa na internet sobre eficiência energética e rendimento (informações diferentes – tempo para a pesquisa, 20 min.). Ao retornarem a sala contribuem com as equipes nos cálculos e as informações da pesquisa serão debatidas na próxima aula. Os demais integrantes de cada equipe permanecem na sala e com base nos dados já obtidos:
- ✓ Calcular a eficiência energética de cada um dos experimentos realizados para cada uma das faixas de potências utilizadas, utilizando a equação:

$$Ef = \frac{Q}{E_{cons}}$$

Onde: Ef é a eficiência energética do aparelho; Q é a quantidade de energia na forma e calor absorvida pela massa de água durante o respectivo aquecimento; E_{cons} é a energia elétrica, em joules, consumida em cada um dos processos realizados.

- ✓ Calcular a eficiência energética média para cada uma das respectivas faixas de potência utilizada através da equação:

$$Ef_{média} = \frac{Ef_1 + Ef_2 + Ef_3}{3}$$

Onde Ef_1 , Ef_2 e Ef_3 são as eficiências energéticas calculadas para cada uma das respectivas medições em cada uma das faixas de potências utilizadas no experimento.

- Cada equipe em ordem A, B, C, D, comentam com as demais as informações, obtidas através da pesquisa, sobre eficiência energética e rendimento.
- Fazer comparações entre o que foi comentado sobre a pesquisa e os resultados obtidos nos cálculos e quais foram às conclusões.

ESPAÇO PARA REALIZAÇÃO DOS CÁLCULOS:

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to perform calculations. It occupies most of the page's width and height.

COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES REFERENTES AOS RESULTADOS OBTIDOS NOS CÁLCULOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:

LEMBRETE...



"Se eficiência é fazer o trabalho com a menor quantidade de energia possível, então quando apagamos a luz, fechamos a geladeira ou tomamos um banho frio, não estamos sendo eficientes, na verdade, estamos sim poupando energia elétrica".

FORTE: <http://www.mundoelctrico.com.br/o-que-e-eficiencia-energetica/>

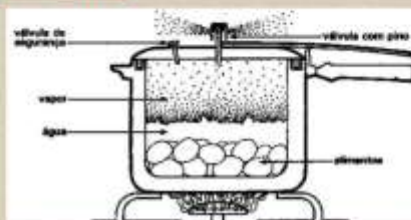
LEMBRETE...



Quando se cozinha com a panela tampada, mais rápido é o tempo de cozimento. O ideal mesmo é que evite as panelas com a boca muito grande, pois isso faz com que aumente a sua conta.

FORTE: <http://www.10minutos.com.br/2012/02/>

LEMBRETE...



Depois que a água ferve (na panela convencional), sua temperatura não aumenta mais, apenas produz vapor, por isso deve-se diminuir a fonte de calor pois não fará diferença no cozimento, apenas no consumo de gás ou energia e na evaporação da água. Em seguida a pressão interna atinge o limite que a panela suporta e o vapor que se forma consegue levantar o peso e escapar um pouco pela válvula estabilizando seguramente a pressão interna.

FORTE: <http://www.fuvest.br/materia/panela-pressurizada.html>

OBSERVAÇÃO: Procure verificar se as informações anteriores são importantes para continuar seu aprendizado. Faça uma reflexão sobre: Faz sentido todas as informações obtidas? Consegue fazer a relação entre fogão a gás e o micro-ondas? O que aprendeu pode ser utilizado fora da escola? O que aprendeu nesta aula?

TABELA 2 (Confeccionada na residência da Professora)

t (seg)	% Pmáx	Utilizada (W)	T (inicial) (°C)	T (final) (°C)	ΔT (°C)	Q (cal)	Q (J)	E (total) (J)	Eficiência (%)	Eficiência média
90 seg	10%	120	20,6	21,6	1	250	1045	10800	10%	12%
	10%	120	19,8	21,3	1,5	375	1567,5	10800	15%	
	20%	240	20,6	27,4	6,8	1700	7106	21600	33%	32%
	20%	240	20	26,6	6,6	1650	6897	21600	32%	
	30%	360	20,9	32,1	11,2	2800	11704	32400	36%	36%
	30%	360	19,8	30,8	11	2750	11495	32400	35%	
	40%	480	21,1	37	15,9	3975	16615,5	43200	38%	38%
	40%	480	19,9	35,5	15,6	3900	16302	43200	38%	
	50%	600	20,6	40,8	20,2	5050	21109	54000	39%	38%
	50%	600	19,9	39,4	19,5	4875	20377,5	54000	38%	
	60%	720	20,6	47,3	26,7	6675	27901,5	64800	43%	42%
	60%	720	19,9	44,9	25	6250	26125	64800	40%	
	70%	840	20,7	51,7	31	7750	32395	75600	43%	42%
	70%	840	20,3	50,4	30,1	7525	31454,5	75600	42%	
	80%	960	20,7	55	34,3	8575	35843,5	86400	41%	41%
	80%	960	20	53	33	8250	34485	86400	40%	
	90%	1080	20,6	58,1	37,5	9375	39187,5	97200	40%	41%
	90%	1080	20,6	59,1	38,5	9625	40232,5	97200	41%	
	100%	1200	20,6	62,7	42,1	10525	43994,5	108000	41%	41%
	100%	1200	19,8	63,4	43,6	10900	45562	108000	42%	

Fonte: A Autora (2019)

OBSERVAÇÃO: Este é um momento de você perceber o quanto evoluiu. Perceba se consegue fazer uma leitura e interpretação da tabela acima. Se sua resposta for sim, parabéns! Você consegue fazer uma análise quantitativa e isso mostra que está aprendendo. Caso sua resposta for não, tenha calma, reveja onde esta sua dificuldade e converse com seu (sua) professor (a). Tire todas as suas dúvidas, pois só assim poderá dar continuidade a seu aprendizado. Caso você não exponha sua dificuldade, a levará consigo e poderá vir a prejudicar o andamento da tua aprendizagem. Pergunte, questione, comente! Lembre-se aprender é um processo.

ANEXO 1**TESTE SEUS CONHECIMENTOS ⁷**

1. Por que a panela de pressão cozinha alimentos mais duros de forma mais rápida e eficiente?
2. Qual a forma mais rápida de descongelar um alimento? É colocando num recipiente de metal ou em outro de vidro?
3. Por que as carnes congeladas mudam de aspecto ao serem descongeladas?
4. Qual seria a melhor maneira de se retirar uma travessa quente de um forno? É com um pano seco ou com um pano molhado?
5. Por que a preferência no aquecimento de alimentos colocados em recipientes de vidro pirex, ao invés do vidro comum?
6. Qual a diferença, entre o forno de micro-ondas e o forno elétrico, no aquecimento dos alimentos?
7. Por que não devemos colocar objetos de metal no forno de micro-ondas?
8. Quando colocamos um sanduíche de queijo para esquentar no forno elétrico sobre papel-alumínio até que o queijo derreta, sabemos que o forno está bem quente e, ao retirar o sanduíche, podemos nos queimar. Porém, puxar o sanduíche pelo papel-alumínio é mais seguro, uma vez que este parece estar mais frio. Por que isso acontece?

⁷ REBELLO, A. L. (2016 Niterói -RJ). Cozinhando com a Física. *Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza Universidade Federal Fluminense*, pp. 1-21.

ANEXO 2

TESTE SEUS CONHECIMENTOS

Os aparelhos abaixo são conhecidos pela maioria das pessoas, e alguns deles são utilizados diariamente em nossas cozinhas. Com base em seus conhecimentos dos conceitos físicos descreva, de forma detalhada, como podemos identificar a presença da Física em cada um deles.



Fonte: A Autora (2019)



Fonte: A Autora (2019)



Fonte: A Autora (2019)

ANEXO 3

HISTÓRICO RESUMIDO DA EVOLUÇÃO DA FÍSICA

480 a.C. - O grego Leucipo chega a conclusão de que a matéria de todos os corpos é composta por partículas microscópicas chamadas de átomos.

260 a.C. - O grego Arquimedes descobre que os corpos flutuam, pois deslocam um pouco de líquido para os lados.

1269 - O francês Pélerin de Maricourt descobre o funcionamento dos dois pólos magnéticos de um ímã.

1589 - O Galileu Galilei, cientista italiano, chega a conclusão de que todos os corpos caem numa mesma velocidade independente de seu peso. É o princípio da física moderna e da lei de queda livre dos corpos.

1643 - Blaise Pascal faz importantes pesquisas sobre a pressão gerada pelo peso dos gases e da água.

1666 - O pesquisador inglês Isaac Newton chega a conclusão que a luz é formada pela junção de várias cores.

1678 - O físico holandês Christiaan Huygens é o primeiro a defender a idéia de que a luz se propaga como se fosse uma onda.

1687 - O físico Isaac Newton publica *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*. Neste livro, Newton define as principais leis da mecânica e demonstra que os corpos se atraem pela força de gravidade.

1752 - O pesquisador norte-americano Benjamim Franklin divulga suas pesquisas sobre raios, demonstrando que existem dois tipos de cargas elétricas, a negativa e a positiva.

1800 - O astrônomo inglês Wilham Herschel faz uma importante descoberta sobre o Sol. O astro emite raios infravermelhos.

1822 - O matemático francês Jean-Baptiste Fourier desenvolve várias fórmulas sobre o fluxo de calor.

1847 - O físico Joule desenvolve a Primeira Lei da Termodinâmica, comprovando que a energia não pode ser criada, nem destruída.

1859 - O físico inglês James Clerk Maxwell desenvolve a Teoria Cinética dos Gases, demonstra como calcular a velocidade dos átomos de um gás.

1865 - O pesquisador inglês James Clerk Maxwell descobre a força eletromagnética, estudando a ação da energia elétrica e da magnética.

Fonte: Blog "Ciências Exatas Contemporâneas", de autoria de Álaze Gabriel. Disponível em <http://cienciasexatascontemporaneas.blogspot.com.br/>, Acesso em 10 de abr. de 2018.

ANEXO 4

EVOLUÇÃO DA FÍSICA

Os conhecimentos que temos hoje sobre o mundo físico resultaram de um longo processo histórico de experiências, descobertas, acertos e erros. Na luta pela sobrevivência o homem foi aprendendo a conhecer a natureza e desvendar seus segredos. Quando o homem pré-histórico usou uma pedra para abrir o crânio de um animal ou fez um arco para atirar uma flecha, ele estava incorporando conhecimentos de Mecânica.

Os primeiros povos civilizados, na Mesopotâmia e no Egito, aprenderam, entre outras coisas, a bombear água para as plantações, a transportar e levantar enormes blocos de pedra, a construir monumentos.

Mais tarde, com os gregos, nasceu a Filosofia. Herdeiros de um longo processo de desenvolvimento cultural ocorrido nas regiões próximas do Mediterrâneo, eles tentaram explicar o mundo através unicamente da razão. Os conhecimentos anteriores aos gregos foram obtidos na tentativa de resolver problemas práticos. Confundiam-se ainda com os mitos e a religião.

Os gregos deram um enorme salto ao formular racionalmente os princípios explicativos do movimento, da constituição da matéria, do peso do comportamento da água, etc. Como na sociedade grega todo trabalho físico era realizado por escravos, os gregos não se preocupavam em resolver problemas práticos. Valorizavam muito as ideias e muito pouco a experimentação.

A decadência do Mundo Antigo e o advento da Idade Média representaram um enorme retrocesso para a ciência. Uma sociedade basicamente rural, dominada pela religião, e fazendo uso restrito da escrita e de livros, poucas possibilidades ofereciam ao desenvolvimento científico.

O renascimento do comércio e da vida urbana, no final da Idade Média, criou um ambiente próprio para a renovação cultural que lançou as bases da ciência moderna. Foi nesse universo urbano em formação que viveu, no século XVI, o personagem símbolo dessa ciência: Galileu Galilei.

Galilei introduziu um procedimento fundamental para o cientista: a necessidade de testar, com experiências concretas, as formulações teóricas. Além disso, o genial italiano mostrou, com sua prática, que o cientista precisa criar situações favoráveis de observação, eliminando fatores que interfiram ou prejudiquem a análise do fenômeno a ser estudado.

Fonte: Blog "Ciências Exatas Contemporâneas", de autoria de Álaze Gabriel. Disponível em <http://cienciasexatascontemporaneas.blogspot.com.br/>, Acesso em 10 de abr. de 2018.