



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA PROFISSIONAL

DAEME TELLES GONÇALVES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTO E MAPA CONCEITUAL PARA
CÁLCULO DO CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA**

Caruaru
2020

DAEME TELLES GONÇALVES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTO E MAPA CONCEITUAL PARA
CÁLCULO DO CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em Ensino
de Física da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de
Física.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez.

Caruaru
2020

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

S237s Santos, Daeme Telles Gonçalves dos.
Sequência didática com experimento e mapa conceitual para cálculo do calor específico da água. / Daeme Telles Gonçalves dos Santos. – 2020.
72 f.; il.: 30 cm.

Orientador: Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2020.
Inclui Referências.

1. Calor específico. 2. Didática (Ensino médio). 3. Instrumentos de medição – Recife (PE). 4. Aprendizagem experimental. 5. Mapeamento conceitual. I. Rodriguez, Ernesto Arcenio Valdés. (Orientador). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.) UFPE (CAA 2020-202)

DAEME TELLES GONÇALVES DOS SANTOS

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM EXPERIMENTO E MAPA CONCEITUAL PARA
CÁLCULO DO CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA**

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em Ensino
de Física da Universidade Federal
de Pernambuco, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: 27/11/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Tassiana Fernanda Genzini de Carvalho (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Ramon Enrique Ramayo Gonzalez (Examinador Externo)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho de pesquisa aos meus pais. Os dois maiores incentivadores das realizações dos meus sonhos. Muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

À minha família, aos professores da UFPE e aos colegas por todos os momentos em que me incentivaram a continuar estudando e pesquisando.

Agradeço a Deus por ter me dado condições de chegar até aqui com saúde, discernimento e uma família maravilhosa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez, pela paciência, confiança, ensinamentos e momentos de amizade.

À UFPE/Centro Acadêmico do Agreste (CAA), a Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e a CAPES pela valorosa iniciativa em promover este importante curso. A todos os professores do MNPEF da UFPE/CAA, em que tive o prazer de conhecer e de aprender muito com eles.

À Secretaria de Educação de Pernambuco e à direção da Escola José Mariano, pela concessão da licença parcial

RESUMO

Este trabalho apresenta uma sequência didática em formato de oficina, para ensinar conceitos de calorimetria, especificamente análise do calor específico da água e de outros líquidos. Trata-se de uma proposta onde o aluno não só observa, mas sim vivencia os conteúdos com experimentação através de medidas de temperatura, consumo de energia elétrica, interpretação física da potência elétrica, discussão do conceito de densidade volumétrica e consumo de energia elétrica. O trabalho culminou na elaboração de um produto didático que tem por objetivo fazer os alunos discutirem na prática os resultados encontrados em sala, utilizando recursos didáticos que permitam ao aluno investigar e tirar conclusões, fazendo uso de ferramentas que proporcionem uma aprendizagem mais contextualizada sobre calor específico. A fundamentação teórica está baseada na Teoria da Aprendizagem de David Ausubel, tanto no que diz respeito à concepção e elaboração do material instrucional, quanto à sua aplicação em sala de aula. O produto educacional foi aplicado no Colégio Único em uma turma de 45 alunos do segundo ano do Ensino Médio e na Escola Estadual José Mariano em uma turma de 40 alunos do terceiro ano do Ensino Médio ambas localizadas em Recife-PE. A sequência didática foi aplicada de maneira tranquila e teve muita participação e interesse nas duas turmas onde foram trabalhados a interpretação dos dados utilizados na medida do calor específico da água.

Palavras-chave: Calor específico. Sequência didática. Instrumentos de medição.

ABSTRACT

This work presents a didactic sequence in a workshop format, to teach calorimetry concepts, specifically analysis of the specific heat of water and other liquids. Where the student not only observes, but experiences the contents with experimentation through temperature measurements, electrical energy consumption, physical interpretation of electrical power, discussion of the concept of volumetric density and electricity consumption. The work culminated in the elaboration of a didactic product that aims to complement the Physics classes, using didactic resources that allow the student to investigate and draw conclusions, making use of tools that provide a more contextualized learning about specific heat. The theoretical foundation is based on David Ausubel's Theory of Learning, both with regard to the design and development of instructional material, as well as its application in the classroom. The educational product was applied at Único school in a class of 45 students in the second year of high school and in the State School José Mariano in a class of 40 students in the third year of high school, both located in Recife-PE. The didactic sequence was applied smoothly and had a lot of participation and interest in the two classes where the interpretation of the data used to measure the specific heat of the water was worked.

Keywords: Specific heat. Didactic sequence. Measuring instruments.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Defasagem entre as potências	28
Figura 2 -	Curva característica de diodos de silício comuns	33
Figura 3 -	Transformador usado para obter a corrente de acionamento do circuito indicador	33
Figura 4 -	Diagrama completo de um wattímetro	34
Figura 5 -	Wattímetro digital	34
Figura 6 -	Campo fora e dentro de um fio, gerado por sua corrente	35
Figura 7 -	Campo em um toróide	36
Figura 8 -	Bobina de Rogowski	37
Figura 9 -	Medidor do consumo de energia e potência AC 100 A pzem-061	38
Figura 10 -	Medidor de consumo energia bivolt para tomada	45
Figura 11 -	Aquecedor de água elétrico portátil	45
Figura 12 -	Dimmer regulador de tensão	45
Figura 13 -	Termômetro digital	46
Figura 14 -	Vasilha de vidro transparente	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Calores específicos de algumas substâncias	22
Tabela 2 –	Registro das medidas encontradas	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo principal	14
1.1.2	Objetivo secundário	14
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
2.1	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O CONCEITO DE SUBSUNÇOR	15
2.1.1	Tipos de aprendizagens significativas e a teoria da assimilação	17
2.2	OS MAPAS CONCEITUAIS: UMA TÉCNICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	18
2.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	19
2.4	CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA CALORIMETRIA	20
2.4.1	A capacidade calorífica (C) de um objeto	21
2.4.2	O calor específico (c)	22
2.4.3	O efeito Joule	23
2.4.4	A energia transferida para variação de temperatura	23
2.4.5	Corrente elétrica	25
2.4.6	Intensidade de corrente elétrica	26
2.4.7	Potência ativa, reativa e aparente	27
2.4.7.1	Fator de potência	27
2.4.7.2	Cálculo da potência ativa	28
2.4.7.2.1	<i>Potência elétrica em corrente contínua</i>	28
2.4.7.2.2	<i>Potência elétrica em corrente alternada – monofásica</i>	28
2.4.7.2.3	<i>Potência elétrica em corrente alternada – trifásica</i>	29
2.4.8	Medidores do consumo de energia	32
2.4.8.1	Wattímetro digital - medidor de consumo de energia 2.000 W (220 V)	32
2.4.8.1.1	<i>Especificações do wattímetro digital micro power monitor</i>	32
2.4.8.2	Funcionamento	33
2.4.8.2.1	<i>Medidor do consumo voltímetro amperímetro 6 x 1100 A</i>	35
2.4.8.3	Campo magnético no interior de um toróide	35
2.4.8.3.1	<i>Bobina de Rogowski</i>	36
3	METODOLOGIA	39

3.1	PÚBLICO-ALVO	40
3.2	EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM	41
3.2.1	Primeiro encontro (aula 1)	41
3.2.2	Segundo encontro (aula 2)	42
3.2.3	Terceiro encontro (aula 3)	42
3.2.4	Quarto encontro (aula 4)	42
3.2.5	Quinto encontro (aula 5)	43
4	TRABALHO DE PESQUISA	44
4.1	FORMAÇÃO DE EQUIPES	44
4.2	AULA EXPOSITIVA SOBRE CONCEITOS DE TERMOLOGIA	44
4.3	AULA EXPOSITIVA SOBRE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA	44
4.4	APRESENTAÇÃO DO KIT	45
4.4.1	Apresentação do custo do equipamento	46
4.5	MEDIÇÕES	47
4.6	UTILIZAÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	50
6	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	59

1 INTRODUÇÃO

A busca por práticas diferenciadas de ensino tem motivado professores a atualizar cada vez mais suas metodologias pedagógicas e didáticas. Os professores estão diante de permanente desafio, a motivação do aluno ao aprendizado torna-se imprescindível para que o processo de ensino aprendizagem atinja os objetivos do ensino básico. As novas práticas devem abordar de forma clara, simples e significativa os conceitos da Física. Diante disso, foi elaborada uma atividade experimental que envolve conceitos físicos de Termodinâmica e Eletricidade.

A teoria da aprendizagem de Ausubel propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, para que possam construir estruturas mentais utilizando, como meio, mapas conceituais, que estão inseridos na aprendizagem significativa, para permitir descobrir e redescobrir outros conhecimentos, caracterizando, assim, uma aprendizagem prazerosa e eficaz (AUSUBEL,1982).

O processo de ensino-aprendizagem no ensino de Física apresenta muitas dificuldades para alunos e professores. É muito comum que os professores de Física preparem suas aulas de forma estritamente teórica, enfatizando somente conceitos, leis e memorização de fórmulas. Propor atividades que envolvam experimentos são consideradas estratégias didáticas que podem contribuir para o ensino e a aprendizagem na sala de aula. Estamos em um mundo em que a tecnologia evolui rapidamente, nesse contexto, a escola deve continuar com o papel de proporcionar condições de interação entre professor-aluno-conhecimento.

As atividades experimentais constituem um importante recurso pedagógico que facilita o processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas da área das Ciências da Natureza. Despertam-se nos alunos a curiosidade e o interesse pela ciência, através da experimentação, porque mostra a teoria aplicada à prática e possibilita o desenvolvimento da pesquisa e da problematização em sala de aula. As atividades experimentais fazem com que o estudante se torne sujeito da aprendizagem, possibilitando desenvolver habilidades e competências específicas (FRACALANZA et al., 1986 apud RONQUI, 2009). Segundo Von Linsingen (2010, p. 114) “diferentes abordagens devem ser articuladas de acordo com a situação de ensino”. O uso de teorias de ensino diferentes enriquece o trabalho em sala de aula, por tanto, podemos

somar, por exemplo, a abordagem construtivista e a cognitiva objetivando qualificar o processo de aprendizagem (VON LINSINGEN, 2010).

Nessas perspectivas, as atividades experimentais constituem uma relevante ferramenta, pois permitem ao professor constatar e problematizar o conhecimento prévio dos seus alunos, estimular a pesquisa, a investigação e a busca da solução de problemas. A postura experimental permite a exploração do novo e a incerteza de se alcançar os resultados esperados da pesquisa, além da ideia de tornar o aluno o sujeito da ação (FRACALANZA 1986).

É importante aplicação de atividades experimentais com maior ênfase na questão metodológica e viabilização de atividades experimentais em sala de aula, e através de seus resultados, auxiliar professores, contribuindo para o ensino e aprendizagem dos conteúdos abordados.

O trabalho experimental elaborado verifica uma relação empírica que permite a medição do calor específico da água. A sequência didática proposta calcula o calor específico da água e este resultado é comparado ao apresentado nos livros. Para isso, foi utilizado um sistema composto por aquecedor de imersão, um regulador de tensão, termômetros digitais e um medidor do consumo de energia.

Além de propor uma abordagem mais significativa sobre conceitos utilizados no experimento, nosso trabalho se baseia na ideia de utilizar materiais de fácil aquisição e uma montagem simples. Isso é extremamente importante, levando-se em conta a dificuldade de se montar um laboratório de física com poucos recursos, principalmente nas escolas públicas, onde a maioria não dispõe de recursos nem de laboratórios. Dessa maneira, acreditamos que o próprio professor será capaz de montar o equipamento.

A pesquisa tem por objetivo desenvolver um kit simples e acessível aos professores de física, disponibilizando um guia para montagem e utilização, que servirá de apoio à adoção desta proposta nas aulas de Calorimetria, como elemento motivador e facilitador da aprendizagem por meio da interatividade dos estudantes.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo principal

Desenvolver uma sequência didática utilizando experimentos para o ensino de conhecimentos específicos de calorimetria.

1.1.2 Objetivo secundário

Promover a aprendizagem de conceitos de calorimetria dentro da perspectiva da aprendizagem significativa. Trabalhar conceitos físicos com a utilização de instrumentos de medição.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste trabalho, busca-se abordar conhecimentos de Termologia conciliados aos fundamentos da aprendizagem significativa, adotando-se como principal estratégia de ensino o uso a interpretação dos conceitos experimentais através do experimento. O ensino da termologia faz parte da matriz curricular obrigatória de Física do ensino básico, atendendo aos Parâmetros Curriculares Nacionais para alunos da 2ª série do ensino médio. Os estudantes da segunda série do ensino médio devem possuir o domínio e a compreensão necessários acerca dos recursos matemáticos utilizados nesta proposta didática. Este capítulo dedica-se à discussão dos preceitos da aprendizagem significativa estabelecidos por Ausubel. Os tópicos de termologia necessários ao desenvolvimento deste trabalho encontram-se no produto educacional disposto na íntegra no APÊNDICE A, que acompanha o *kit* de teste que será apresentado posteriormente.

2.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O CONCEITO DE SUBSUNÇOR

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação está ancorada em conceitos relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. A ocorrência da aprendizagem significativa implica o crescimento e modificação do conceito subsunçor. A partir de um conceito geral (já incorporado pelo aluno) o conhecimento pode ser construído de modo a ligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido. As ideias novas só podem ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais (TEIXEIRA, 2015).

Muitas vezes um indivíduo pode aprender algo mecanicamente e só mais tarde percebe que este se relaciona com algum conhecimento anterior já dominado. No caso ocorreu então um esforço e tempo demasiado para assimilar conceitos que seriam mais facilmente compreendidos se encontrassem uma "âncora", ou um conceito *subsunçor*, existente na Estrutura Cognitiva.

O subsunçor é uma estrutura específica à qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz.

Uma grande questão levantada pela Teoria de Ausubel diz respeito à origem dos subsunçores. Se eles não estiverem presentes para viabilizar a Aprendizagem Significativa, devem ser criados. Segundo Ausubel a Aprendizagem Mecânica é necessária e inevitável no caso de conceitos inteiramente novos para o aprendiz, mas posteriormente ela passará a se transformar em Significativa. Para acelerar esse processo, o autor propõe os Organizadores Prévios, âncoras criadas a fim de manipular a Estrutura Cognitiva, interligando conceitos aparentemente não relacionáveis através da abstração.

[...] para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. (MOREIRA, 2011, p.62)

Os subsunçores são apresentados como fundamentais na promoção da aprendizagem significativa, pois representam os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, aptos a se relacionar como novo conhecimento.

Segundo Moreira (2011), armazenar de maneira arbitrária significa associar o novo conhecimento a qualquer aspecto da estrutura cognitiva do aprendiz, não levando em consideração os aspectos mais relevantes que poderiam servir de “âncoradouro”. Armazenar de maneira literal significa armazenar apenas as palavras usadas para expressar a nova informação, de forma que a substância do novo conhecimento não seja incorporada.

Então a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária (MOREIRA, 2011).

2.1.1 Tipos de aprendizagens significativas e a teoria da assimilação

Ausubel apresenta a aprendizagem significativa em 3 tipos:

- A aprendizagem representacional é basicamente uma associação simbólica primária. Atribuindo significados a símbolos como, por exemplo, valores sonoros vocais a caracteres linguísticos.

A aprendizagem significativa representacional é o tipo mais básico de aprendizagem significativa, do qual os demais dependem. Envolve a atribuição de significados a determinados símbolos (tipicamente palavras), isto é, a identificação, em significado, de símbolos com seus referentes (objetos, eventos, conceitos) (MOREIRA, 2011, p.65).

- A aprendizagem de conceitos é uma extensão da Representacional, mas num nível mais abrangente e abstrato, como o significado de uma palavra por exemplo.

A aprendizagem de conceitos é, de certa forma, uma aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares; porém, são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, i. e., representam singularidades e eventos ou objetos. (MOREIRA, 2011, p.63).

- A aprendizagem proposicional é o inverso da Representacional. Necessitando do conhecimento prévio dos conceitos e símbolos, mas seu objetivo é promover uma compreensão sobre uma proposição através da soma de conceitos mais ou menos abstratos. Por exemplo, o entendimento sobre algum aspecto social.

[...] a tarefa não é aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas, sim, aprender o significado de ideias em forma de proposição [...] A tarefa é aprender o significado das ideias expressas verbalmente por meio desses conceitos sob forma de uma proposição, ou seja, a tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados das palavras ou conceitos que compõem a proposição. (MOREIRA, 2011, p. 62)

Ausubel considera que a assimilação de conhecimentos ocorre sempre que uma nova informação interage com outra existente na estrutura cognitiva, mas não com ela como um todo. O processo contínuo da aprendizagem significativa acontece apenas com a integração de conceitos relevantes.

Na teoria de Ausubel, o processo de assimilação é fundamental para a compreensão do processo de aquisição e organização de significados na estrutura cognitiva. Basta o educador primeiramente sondar o repertório do aluno para provocar na criança uma aprendizagem significativa. As assimilações podem ser simples, como dosar os ingredientes para fazer um bolo e utilizar essa mesma experiência com os conceitos de cálculos, grandezas e medidas da matemática. Com isso, os modos de ensinar desconectados dos alunos podem ser modificados para a articulação de seus conhecimentos, no uso de linguagens diferenciadas, significativas, com a finalidade de compreender e relacionar os fenômenos estudados.

2.2 OS MAPAS CONCEITUAIS: UMA TÉCNICA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Os mapas conceituais têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições. Uma proposição é constituída de dois ou mais termos conceituais unidos por palavras para formar uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1988).

O aluno que hoje frequenta a escola infelizmente ainda vê o conhecimento como algo muito distante da sua realidade, pouco aproveitável ou significativo nas suas necessidades cotidianas. Na sua teoria, Ausubel apresenta uma aprendizagem que tenha como ambiente uma comunicação eficaz, que respeite e conduza o aluno a imaginar-se como parte integrante desse novo conhecimento através de elos, de termos familiares a ele. Através da palavra, o educador pode diminuir a distância entre a teoria e a prática na escola, capacitando-se de uma linguagem que ao mesmo tempo desafie e leve o aluno a refletir e sonhar, conhecendo a sua realidade e os seus anseios.

2.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Segundo Freire (1996), a ação docente é a base de uma boa formação escolar e contribui para a construção de uma sociedade pensante. O professor deve atuar como um mediador, ou seja, o professor deve se colocar como ponte entre o estudante e o conhecimento para que, dessa forma, o aluno aprenda a “pensar” e a questionar por si mesmo e não mais receba passivamente as informações como se fosse um

depósito. O professor precisa gerar interesse nos alunos pelas aulas, a condução das aulas deve ser feita de forma agradável para que os alunos tenham uma real propriedade daquilo que será ensinado. Existem vários fatores que devem ser analisados, como currículo escolar, material didático que muitas vezes são impostos pelas escolas, planejamento pedagógico escolar e outros fatores. Entretanto, dentre as várias maneiras de conduzir uma boa aula temos a Sequência Didática.

“Sequência didática é um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.” (ZABALA, 1998, p.18 – grifos do autor).

A sequência didática apresenta-se como uma sugestão da ação pedagógica. O professor pode fazer intervenções, em qualquer momento, para a melhoria no processo ensino e aprendizagem, oportunizando situações para que o aluno assuma uma postura reflexiva, tornando-o o sujeito do processo de ensino e aprendizagem.

As atividades investigativas, não precisam acontecer, necessariamente, em laboratório, devem estar acompanhadas de uma situação problematizadora, questionadora e de diálogo. A colocação de uma questão ou problema aberto no início da investigação é fundamental para a criação de um novo conhecimento. Através das atividades investigativas é que os alunos aprendem, pois fazem os alunos perceberem que precisam agir para assim descobrir todos os seus questionamentos.

Para uma atividade ser investigativa ela precisa estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos. A atuação dos alunos não deve ficar limitar apenas à observação, os alunos devem refletir, discutir, explicar, relatar, isso dará características de uma investigação científica.

O termo Sequência Didática surgiu no Brasil nos documentos oficiais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), editados pelo Ministério da Educação e do Desporto (MEC, 1998), como "projetos" e "atividades sequenciadas" usadas no estudo da Língua Portuguesa. Atualmente, as sequências didáticas estão vinculadas ao estudo de todos os conteúdos dos diversos componentes curriculares da escola básica (MACHADO; CRISTOVÃO, 2006).

A autora Oliveira (2001 e 2005) retrata em suas pesquisas os objetivos de uma Sequência Didática. Cabe ao professor:

- conduzir os discentes a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática;
- almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados à vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação;
- organizar as intenções pedagógicas através de temas, objetivos, conteúdo que atendam às necessidades do projeto didático, dos professores e dos alunos;
- organizar as intenções pedagógicas de tal forma que garanta a transversalidade de seus conteúdos temas e objetivos;
- preparar técnica e academicamente o professor, tornando-o capaz de fomentar e propiciar a construção dos conhecimentos específicos com o grupo alunos sob sua responsabilidade, posto que seja fundamental que se procure, através de pesquisas, ter conhecimentos prévios que ultrapassem o senso comum, o óbvio.

Assim sendo, é de importância que ao se planejar uma sequência didática para conduzir um determinado conteúdo, o docente tenha a real magnitude dele e elabore essa metodologia com critérios bem definidos para que o objetivo do processo ensino aprendizagem seja concreto.

2.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA CALORIMETRIA

O inglês Joseph Black nasceu em Bourdeaux, descendente de irlandeses e escoceses, filho de um comerciante de vinho. Morreu em 1799, em Edimburgo, com 71 anos. Físico, químico e médico, Black foi o responsável pela diferenciação entre calor e temperatura e introduziu o calor sensível e o calor latente no mundo da física.

A sua observação que corpos de massa iguais, mas de substâncias diferentes, necessitavam de quantidades de calor diferentes para alcançarem a mesma temperatura deu origem ao calor específico, área da física que ele criou, com base nesses estudos.

Em termodinâmica, calorimetria é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de calor. Por meio da Calorimetria, é possível saber qual é a temperatura de equilíbrio de um sistema de corpos e qual é a quantidade de energia térmica

necessária para que se observem variações de temperatura ou mudanças de estado físico no sistema.

Quando dois corpos estão em contato térmico, ocorre transferência de calor entre eles até que se estabeleça o equilíbrio térmico. O equilíbrio térmico, por sua vez, é a situação em que os dois corpos atingem a mesma temperatura. Além disso, o calor sempre flui do corpo de maior temperatura para o corpo de menor temperatura. Quando dois sistemas termodinâmicos transferem energia térmica entre si, há entre eles um contato térmico. Essa transferência de energia ocorre por um dos seguintes processos: condução, convecção e radiação.

Como o calor é a energia que é transferida entre um sistema e o seu ambiente devido a uma diferença de temperatura que existe entre eles, em 1948, a comunidade científica adotou a unidade do calor no SI como Joule (J). Historicamente, a definição de calorias era a quantidade de energia necessária para elevar em 1 grau Celsius a temperatura de 1 grama de água.

Com a evolução das técnicas de medida, verificou-se que o calor específico não era constante com a temperatura. Por isso buscou-se padronizá-lo para uma faixa estreita, e a caloria foi então redefinida como sendo o calor trocado quando a massa de um grama de água passa de 14,5°C para 15,5°C.

2.4.1 A capacidade calorífica (C) de um objeto

Quando se aquece massas iguais de água e ferro até uma determinada temperatura T , com ambas partindo da mesma temperatura T_0 , nota-se que o ferro atinge a temperatura T antes que a água. Isso ocorre porque a variação de temperatura (ΔT) de um corpo depende do seu material e da quantidade de calor trocada com o ambiente. A capacidade calorífica C de um objeto é a constante de proporcionalidade entre o calor Q que o objeto absorve ou perde e a variação de temperatura resultante ΔT do objeto:

$$\Delta Q = C \cdot \Delta T \quad (1)$$

A capacidade calorífica C possui unidade de energia por unidade de temperatura. A capacidade calorífica é a grandeza física que informa qual a quantidade de calor (ΔQ) que deve ser trocada com uma substância para que a

mesma sofra uma variação de temperatura (ΔT). A capacidade calorífica, do modo como apresentada, caracteriza o comportamento térmico do corpo, mas não o comportamento térmico do material que o constitui, que é representado pelo calor específico.

2.4.2 O calor específico (c)

O calor específico (c) de uma substância informa qual a quantidade de calor (ΔQ) necessária para que uma unidade de massa (m) dessa substância sofra uma variação unitária de temperatura (ΔT). A capacidade térmica (C) depende da quantidade de matéria envolvida (m) e do calor específico (c). O calor específico (c) é a razão entre a capacidade calorífica (C) e a massa do objeto (m):

$$c = \frac{C}{m} \quad (2)$$

O calor específico se refere não a um objeto, mas a uma massa unitária do material do qual é feito o objeto.

Quanto menor o calor específico de uma substância, mais facilmente ela pode aumentar ou diminuir sua temperatura (esquentar ou esfriar) ou então, quanto maior for o calor específico de uma substância, mais difícil será elevar a sua temperatura.

Tabela 1 - Calores específicos de algumas substâncias

Substância	Calor específico (cal/g°C)
Água	1,000
Alumínio	0,214
Cobre	0,0921
Cloreto de sódio	0,204
Chumbo	0,0306
Etanol	0,581
Gelo	0,502
Areia	0,225
Aço	0,104
Ferro	0,107

Percebemos na tabela 1 que o calor específico da água é bem elevado (1 cal/g°C) quando comparado com a maioria das substâncias conhecidas. A água consegue absorver ou perder muito mais calor que outras substâncias comuns, quando submetida à mesma temperatura. Esta propriedade da água é sempre relacionada à presença das pontes de hidrogênio. A energia térmica, considerada como medida de movimentação molecular, é utilizada para quebrar as ligações intermoleculares, permitindo que as moléculas se movam mais rapidamente, fato que resulta mudança de estado físico das substâncias. Pelo fato do calor específico da água ser muito grande e considerando que a maior parte da superfície do globo é coberta por água, pode-se concluir que a energia de origem solar causa, apenas, pequenas alterações na temperatura do planeta.

Os oceanos controlam o aquecimento ou o arrefecimento do planeta e proporcionam todas as condições fundamentais para tornar possível a vida na Terra. O calor é armazenado pelos oceanos durante o verão e é libertado de volta para a atmosfera no inverno (LALY e PARSONS,1993)

2.4.3 O efeito Joule

Consiste na dissipação de energia elétrica sob forma de energia térmica em um condutor, no qual se estabelece uma corrente elétrica. Esse efeito tem aplicação prática, por exemplo, em aquecedores elétricos. A energia E dissipada em um aquecedor elétrico percorrido por uma corrente elétrica i que está sob uma tensão elétrica V , em um intervalo de tempo Δt , é dada por:

$$\Delta E = V \cdot i \cdot \Delta t \quad (3)$$

em que a tensão elétrica e a corrente elétrica no aquecedor são mantidas constantes.

2.4.4 A energia transferida para variação de temperatura

O processo espontâneo de transferência de calor sempre ocorre do corpo de maior para o de menor temperatura. Desta maneira, dizemos que a temperatura é uma medida da energia interna do corpo. Se a energia trocada pelo corpo de massa

m com a vizinhança na forma de calor Q faz variar a sua temperatura ΔT , existe calor sensível Q e a constante de proporcionalidade é o calor específico:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (4)$$

Estritamente falando, o calor específico depende da temperatura e das condições nas quais a energia é transferida ao sistema. Assim, para elevar a temperatura de certo corpo de massa m e calor específico a pressão constante c_p de T_1 para T_2 deve-se fornecer uma quantidade de energia na forma de calor dada por:

$$Q_p = m \int_{T_1}^{T_2} c_p(T) dT \quad (5)$$

Uma determinada massa de água que está numa temperatura inicial T_0 terá sua temperatura variada para um valor final T ao receber calor de um aquecedor elétrico. A temperatura final será dada por:

$$T = T_0 + \frac{E}{Q} \Delta T$$

Sabendo que a energia E é dada pelo produto da potência (P) pelo tempo (t) e que o calor Q é dado pelo produto da massa (m) com calor específico (c) com a variação de temperatura (ΔT), temos:

$$T = T_0 + \frac{P \cdot t}{m \cdot c \cdot \Delta T} \Delta T$$

Simplificando a variação de temperatura ΔT , temos:

$$T = T_0 + \frac{P \cdot t}{m \cdot c}$$

Sabendo que a potência elétrica (P) é o produto entre a tensão (V) e a intensidade de corrente elétrica (i), concluímos que uma porção de água de massa m, calor específico c, numa temperatura inicial T_0 quando recebe calor por imersão de um aquecedor elétrico sob uma determinada tensão elétrica V e sendo percorrido por

uma corrente elétrica i , demonstra-se que ligando-se o aquecedor durante um certo tempo t , a temperatura final T da água é dada por:

$$T = T_0 + \frac{V \cdot i}{m \cdot c} t \quad (6)$$

Mantendo-se V e i constantes, a temperatura do sistema cresce linearmente com o tempo.

A energia total de um sistema é composta de duas parcelas: a energia externa e a energia interna.

A energia externa do sistema é devida às relações que ele guarda com seu meio exterior — energia cinética e energia potencial.

A energia interna do sistema relaciona-se com suas condições intrínsecas. Num gás, corresponde às parcelas: energia térmica, que se associa ao movimento de agitação térmica das moléculas; energia potencial de configuração, associada às forças internas conservativas; energias cinéticas atômico-moleculares, ligadas à rotação das moléculas, às vibrações intramoleculares e aos movimentos intra-atômicos das partículas elementares.

Não se mede diretamente a energia interna U de um sistema. No entanto, é importante conhecer a variação da energia interna ΔU do sistema durante um processo termodinâmico. Para os gases ideais monoatômicos, essa variação é determinada somente pela variação da energia cinética de translação das moléculas que constituem o sistema.

2.4.5 Corrente elétrica

Um condutor metálico em equilíbrio eletrostático tem os elétrons livres em movimento desordenado, com velocidades em todas as direções, porém sem saírem do condutor, não produzindo, portanto, efeito externo. Todos os pontos do condutor metálico em equilíbrio têm o mesmo potencial elétrico.

Ligando-se esse condutor aos polos A e B do gerador elétrico, ele ficará submetido à ddp ΔU , que origina, no interior do condutor, o campo elétrico $\vec{E}$, orientado do polo positivo para o polo negativo. Nesse campo elétrico, cada elétron fica sujeito

a uma força elétrica $\vec{F}_e = -q \cdot \vec{E}$. Sob ação da força elétrica $\vec{F}_e$, os elétrons livres alteram suas velocidades, adquirindo, na sua maioria, movimento ordenado, cuja velocidade média tem a direção e o sentido da força elétrica. Esse movimento ordenado de cargas elétricas constitui a corrente elétrica. Os elétrons livres, apesar de seu movimento ordenado, colidem continuamente com os átomos do material, seguindo trajetórias irregulares e com velocidades médias muito pequenas.

2.4.6 Intensidade de corrente elétrica

Um condutor metálico ligado aos terminais de um gerador é percorrido por n elétrons que atravessam a seção transversal desse condutor desde o instante t até o instante $t + \Delta t$. Como cada elétron apresenta, em módulo, a carga elementar e . No intervalo de tempo Δt passa por essa secção transversal uma carga elétrica cujo valor absoluto é dado por:

$$\Delta q = \Delta n \cdot e \quad (7)$$

A intensidade I da corrente elétrica, unidade padrão no SI é o ampère (A), é definida como a razão entre o módulo da quantidade de carga Δq que atravessa certa secção transversal (corte feito ao longo da menor dimensão de um corpo) do condutor em um intervalo de tempo Δt .

$$I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta q|}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (8)$$

No início da história da eletricidade definiu-se o sentido da corrente elétrica como sendo o sentido do fluxo de cargas positivas. Esse sentido continua a ser utilizado até os dias de hoje e é chamado sentido convencional da corrente. O sentido real da corrente elétrica depende da natureza do condutor. Nos sólidos as cargas cujo fluxo constituem a corrente real são os elétrons livres, nos líquidos os portadores de corrente são íons positivos e íons negativos, enquanto que nos gases são íons positivos, íons negativos e elétrons livres. O sentido real é o sentido do movimento de das cargas elétricas livres. Esse movimento se dá no sentido contrário ao campo elétrico se os portadores forem negativos, caso dos condutores metálicos e no mesmo sentido do campo se os portadores forem positivos.

2.4.7 Potência ativa, reativa e aparente

Os conceitos de tipos de potências (Ativa, Reativa e Aparente) são importantes serem destacados para que os alunos entendam os erros que aparecem devido aos medidores do consumo de energia, os Wattímetros, apresentarem indutor e Bobina de Rogowski.

A Potência Ativa, também chamada de potência Real é a potência que realmente produz o trabalho na carga. Recebe como notação a letra P e é expressa em Watts (W). Quando a carga possui motores ou outros enrolamentos, aparece no circuito uma outra potência que o gerador deve fornecer, a potência Reativa.

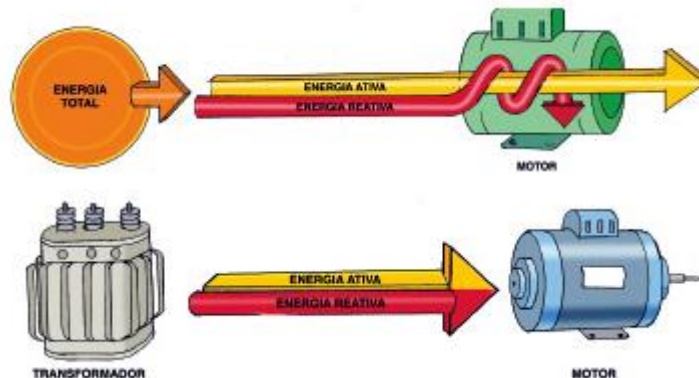
A potência Ativa (P) é a potência dissipada em calor. A potência Reativa (Q) é aquela utilizada para produzir os campos elétrico e magnético necessários para o funcionamento dos motores, transformadores, geradores, reatores, etc. A potência Aparente (S) é a soma vetorial das duas potências Ativa e Reativa.

2.4.7.1 Fator de potência

Uma boa parte dos equipamentos elétricos utilizam campo magnético no seu funcionamento, é o caso dos ventiladores, liquidificadores, máquina de lavar e etc. Esses equipamentos elétricos precisam de energia ativa P (kWh) mas necessitam também de energia reativa Q (kVArh) para funcionarem. Apesar de necessária, a utilização da energia reativa deve ser limitada ao mínimo possível, pois ela não realiza trabalho efetivo, servindo apenas para magnetizar as bobinas dos equipamentos.

Representa-se vetorialmente a potência Reativa (Q) com uma defasagem de 90° em relação à potência Ativa (P). Significa que atinge valores máximos e mínimos com uma defasagem de 90° .

Figura 1 – Defasagem entre as potências.



Fonte: <http://automacenter.com.br/correcao-de-fatores>

O fator de Potência é definido:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (9)$$

2.4.7.2 Cálculo da potência ativa

O cálculo da potência ativa num circuito é feito das seguintes formas:

2.4.7.2.1 Potência elétrica em corrente contínua

A Potência Elétrica dos consumidores em corrente contínua é dada através da relação entre a corrente elétrica e a tensão que circula em seus terminais. A fórmula é dada pelo produto da tensão (V) e a corrente elétrica (i).

$$P = V \cdot i \quad (10)$$

2.4.7.2.2 Potência elétrica em corrente alternada - monofásica

A potência ativa é obtida multiplicando-se a tensão (V) e a corrente elétrica (i) cujo resultado é multiplicado pelo fator de potência (FP) do equipamento que está ligado no circuito.

$$P = V \cdot i \cdot FP \quad (11)$$

2.4.7.2.3 Potência elétrica em corrente alternada - trifásica

No cálculo da potência ativa trifásica é levado em conta outro fator resultante da composição vetorial das três fases que é a $\sqrt{3}$.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot i \cdot FP \quad (12)$$

Um exemplo de cálculo da potência ativa é na transmissão de alta tensão. Para transmitir a potência de 50 MW com fator de potência de 0,85, por meio de uma linha de transmissão trifásica com condutores de alumínio, desde a usina hidroelétrica, cuja tensão nominal do gerador é 13,8 kV, até o centro consumidor situado a 100 km e admitindo-se uma perda por efeito Joule de 2,5% na linha, determinaremos o diâmetro do cabo:

a) Usando linha de transmissão trifásica direta sob tensão de 13,8 kV.

A corrente na linha é calculada pela equação:

$$P(W) = \sqrt{3} \cdot V \cdot i \cdot FP \quad (12)$$

$$i = \frac{50 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 13,8 \cdot 10^3 \cdot 0,85} \text{ A}$$

$$i = 2.461 \text{ A}$$

A perda de 2,5% de potência na linha, por efeito Joule, corresponde a uma potência dissipada de 1.250 kW (2,5% de 50 MW). Considerando a resistência elétrica do cabo r e a intensidade de corrente elétrica i , temos a fórmula da potência dissipada P_d por efeito joule:

$$P = r \cdot i^2 \quad (13)$$

Definiremos a resistência do condutor (cabo de alumínio) pela equação:

$$r = \frac{1.250 \cdot 10^3}{2.461^2} \Omega$$

$$r = 0,2064 \Omega$$

Como a resistividade do alumínio é $0,02688 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, calculamos a seção reta do condutor pela equação:

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{A} \quad (14)$$

$$A = 0,02688 \cdot \frac{100.000}{0,2064} \text{ mm}^2$$

$$A = 13.023,26 \text{ mm}^2$$

Utilizando a fórmula da área do círculo, definimos o diâmetro do cabo utilizado:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (15)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 13023,26}{3,14}} \text{ mm} = 128,8 \text{ mm} \cong 13 \text{ cm}$$

b) Usando linha de transmissão trifásica direta sob tensão de 138 kV.

A corrente na linha é calculada pela equação 12:

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot i \cdot FP$$

$$i = \frac{50 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 138 \cdot 10^3 \cdot 0,85} A$$

$$i = 246,1 A$$

Definindo a resistência do condutor (cabo de alumínio) pela equação 13:

$$P = r \cdot i^2$$

$$r = \frac{1.250 \cdot 10^3}{246,1^2} \Omega$$

$$r = 20,64 \Omega$$

Calculando a seção reta do condutor pelas leis de OHM, onde R é a resistência elétrica, A é a área da seção transversal reta, ℓ é comprimento do cabo e ρ a resistividade do material do cabo:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad (17)$$

$$A = \rho \frac{\ell}{R} \quad (18)$$

$$A = 0,02688 \cdot \frac{100.000}{20,64} \text{ mm}^2$$

$$A = 130,23 \text{ mm}^2$$

Utilizando a fórmula da área do círculo, definimos o diâmetro do cabo utilizado:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (15)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 130,23}{3,14}} \text{ mm} = 12,88 \text{ mm} \cong 1,3 \text{ cm}$$

Verifica-se que ao aumentar em 10 vezes a tensão antes da transmissão (de 13,8 kV para 138 kV) o diâmetro do cabo diminui de 13 cm para 1,3 cm com a mesma potência transmitida.

2.4.8 Medidores do consumo de energia

2.4.8.1 Wattímetro digital - medidor de consumo de energia 2.000 W (220 V)

A potência elétrica exigida por um eletrodoméstico nos permite avaliar seu consumo, pois ele está diretamente ligado a esta potência e ao tempo que o equipamento é usado. Muitos eletrodomésticos possuem a indicação direta de sua potência, entretanto existem muitos dispositivos e mesmo eletrodomésticos que não possuem tal indicação, ou mesmo aqueles que, apresentando problemas podem passar a consumir mais energia do que deveriam. Por exemplo, um liquidificador de 200 W de potência pode apresentar em funcionamento uma potência de 500 W pelo fato do motor estar parcialmente em curto-circuito.

O Wattímetro digital de consumo de energia é uma excelente ferramenta e de fácil aplicação para estabelecer metas pessoais e gerais de redução de consumo e de controle do desperdício de energia em instalações elétricas em casa ou na empresa. Este equipamento incorpora um medidor de energia elétrica a ser instalado em série, através da tomada elétrica do utensílio elétrico, permitindo a indicação em um display eletrônico de diversas grandezas elétricas e de custo em reais do consumo energético em um determinado período.

O produto adota o chip de microcomputador com alta integração e chips especializados para medição de energia, juntamente com sensor de corrente e display LCD com alta precisão, para alcançar um monitoramento abrangente de equipamentos elétricos, pode ser usado para monitorar o ar-condicionado, geladeiras e fornos de micro-ondas e outros aparelhos domésticos.

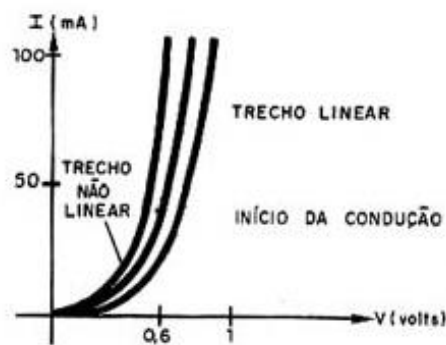
2.4.8.1.1 Especificações do wattímetro digital micro power monitor

- Tensão aplicada: 110 V à 220 V
- Frequência: 50 Hz / 60 Hz
- Corrente elétrica: Max 10A (menos 2.2 kW)
- Potência consumida: < 1 W
- Tamanho da unidade: 119,5 mm x 60 mm x 55,7 mm
- Peso 121,3 g

2.4.8.2 Funcionamento

Um micro amperímetro, como o que normalmente é usado em instrumentos de provas eletrônicos é sensível demais para ser usado com as potências e tensões exigidas pelos eletrodomésticos. Por outro lado, circuitos redutores diretos que usam diodos têm o inconveniente de precisarem de certa tensão para conduzir, e esse acréscimo de tensão produzirá uma distorção na escala. De fato, se ligarmos um diodo comum para obter o acionamento de tais instrumentos, ele tem uma curva como a mostrada na figura 3, começando a conduzir com 0,6 V o que altera a linearidade de uma escala.

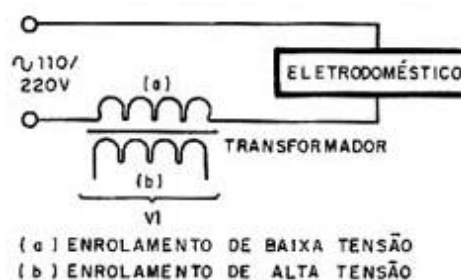
Figura 2 – Curva característica de diodos de silício comuns.



Fonte: <http://www.lsi.usp.br/~eletroni/frames3/poli/labelo1/polariza/polariza.html>

Uma maneira de se contornar a não linearidade da característica de um diodo, e que ao mesmo tempo isola o circuito indicador da rede da energia, é empregar um transformador invertido para o acionamento do circuito. O que se faz é ligar em série com o eletrodoméstico, do qual desejamos saber a potência, o enrolamento de baixa tensão de um transformador, conforme mostra a figura 4.

Figura 3 – Transformador usado para obter a corrente de acionamento do circuito indicador.

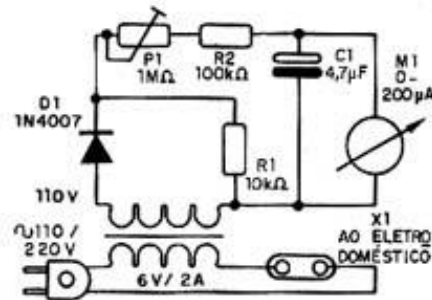


Fonte: http://www.eletr.ufpr.br/p/_media/professores:mateus:te_131_-_capitulo_2.pdf

A baixa resistência apresentada por este enrolamento praticamente não afeta a tensão aplicada ao eletrodoméstico em prova que poderá funcionar de maneira perfeitamente normal.

No entanto, aparece em consequência da corrente de primário, uma tensão no secundário de alta tensão que pode ser usada para acionar o sistema de medição. Como esta tensão é alta, a colocação de um diodo comum de silício, não afeta a linearidade da indicação, pois o circuito não operará na região não linear. O que tem que ser feito é somente oferecer uma carga razoável para a corrente retificada por este diodo não ultrapasse os limites admitidos pelo instrumento. Isso pode ser feito por meio de um resistor de carga, no caso R_2 .

Figura 4 – Diagrama completo de um wattímetro.



Fonte: http://www.eletr.ufpr.br/p/_media/professores:mateus:te_131_-_capitulo_2.pdf

Figura 5 – Wattímetro digital



Fonte: O Autor (2020)

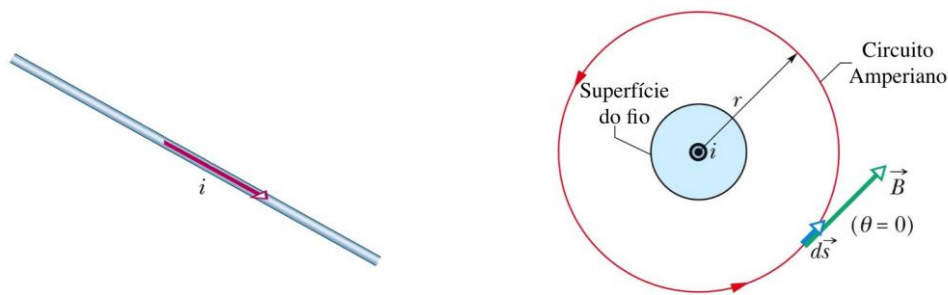
2.4.8.2.1 Medidor do consumo voltímetro amperímetro 6 x 1100 A

O campo magnético ao redor de um condutor reto se obtém utilizando a Lei de Ampère para calcular o campo magnético a uma distância r de um fio reto percorrido por uma corrente uniformemente distribuída em seu interior:

$$\oint_0^{2\pi r} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint_0^{2\pi r} B dl = B \oint_0^{2\pi r} dl = B(2\pi r) = \mu_0 i$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} \quad (17)$$

Figura 6 – Campo fora e dentro de um fio, gerado por sua corrente.



Fonte: http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292_2012/Cap7.pdf

2.4.8.3 Campo magnético no interior de um toróide

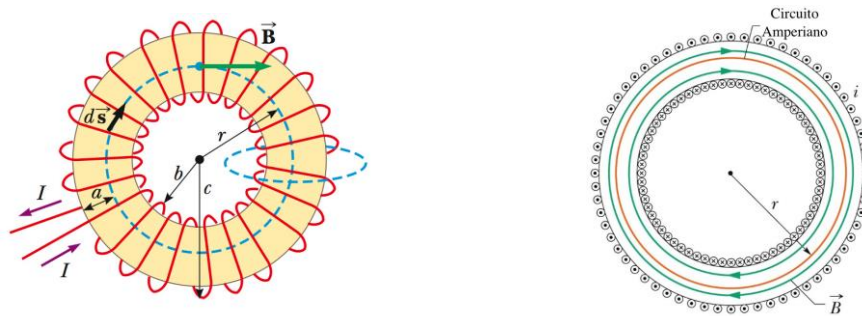
O toróide é basicamente um solenóide curvado e com as extremidades identificadas. Utilizando a Lei de Ampère para calcular o campo magnético no interior do toróide:

$$\oint_0^{2\pi r} \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{in}$$

$$B(2\pi r) = \mu_0 Ni$$

$$B = \frac{\mu_0 Ni}{2\pi r} \quad (18)$$

Figura 7 – Campo em um toróide.



Fonte: http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292_2012/Cap7.pdf

2.4.8.3.1 Bobina de Rogowski

A Bobina de Rogowski é um dispositivo eletrônico para medição de corrente elétrica. A bobina tem um formato de toróide com um enrolamento uniformemente distribuído em um núcleo de material não magnético. A medição de elevadas correntes é uma de suas principais características. Ao contrário dos transformadores de tensão, a bobina de Rogowski normalmente não possui núcleo de material ferromagnético, o que implica num menor custo, em geral.

Sérgio Henrique L. Cabral (FURB) afirma que uma possível razão da preferência pelo transformador de corrente está no fato de que a bobina de Rogowski transduz a corrente primária numa tensão secundária que é proporcional à taxa de variação no tempo dessa corrente. Portanto, a tensão secundária precisa ser integrada para que se torne a imagem da corrente elétrica primária. Embora esse problema não exista com o transformador de corrente, é importante considerar que esse aparente problema relacionado à bobina de Rogowski pode ser facilmente resolvido com uso de um simples capacitor no circuito secundário. Por conta dessa simplicidade, o uso da bobina de Rogowski tem se difundido intensamente, nos últimos anos.

A bobina de Rogowski tem a importante propriedade de medir o valor líquido da corrente, independentemente da geometria do condutor. Seu funcionamento está fundamentado na Lei de Ampère, e na Lei de Faraday-Neumann-Lenz.

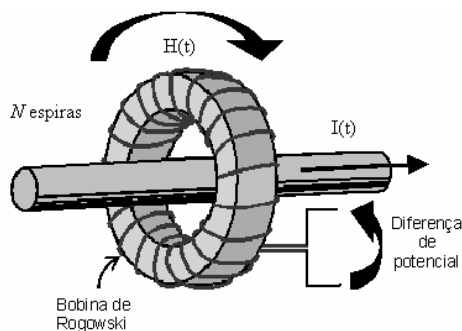
Quando a bobina de Rogowski envolve um condutor por onde passa uma determinada corrente elétrica a medir, o campo magnético produzido por esta induz na bobina uma diferença de potencial entre seus terminais, dada por

$$V_o(t) = -M \frac{di(t)}{dt} \quad (19)$$

Onde M é a indutância mútua entre a bobina e o condutor. A indutância mútua é expressa por $M = \mu_0 n S$, sendo μ_0 a permissividade elétrica no vácuo; n o número de espiras do toróide; S a área da seção transversal da bobina. A tensão induzida nos terminais da bobina é a imagem da taxa de variação da corrente.

Na Bobina de Rogowski, o enrolamento primário é o próprio condutor onde circula a corrente que se quer medir e o secundário é como o de um Transformador de Corrente (TC), porém seu secundário é mantido em aberto ou conectado a uma alta impedância, além de não possuir material ferromagnético em seu núcleo.

Figura 8 – Bobina de Rogowski



Fonte: http://fma.if.usp.br/~mlima/teaching/4320292_2012/Cap7.pdf

A diferença de potencial entre seus terminais será, tal como previsto pela lei de Lenz, diretamente proporcional às seguintes grandezas:

- Taxa de variação, no tempo, da corrente do condutor (corrente primária);
- Número de espiras;
- Área da seção transversal das espiras;

A diferença de potencial entre os terminais da bobina de Rogowski estará defasada em 90 graus elétricos da corrente elétrica. Com isso, é possível se utilizar

fatores de conversão para se obter o comportamento real da corrente ou mesmo se utilizar elementos integradores, para tornar a diferença de potencial diretamente proporcional à função primitiva de corrente do condutor. Por extensão, com a utilização da lei de Ampère e a consideração da geometria da bobina de Rogowski é possível se avaliar o campo magnético ao redor do condutor.

As vantagens de uma bobina de Rogowski para a medida de corrente, em relação aos transformadores de corrente convencionais, são:

- Linearidade: A medida é linear devido a que o núcleo é de material não ferromagnético e, portanto, não se produzem fenômenos de saturação ou histerese.
- Capacidade de medição de grandes correntes. Uma mesma bobina pode ser usada para medir correntes na ordem de 100 A à 100 kA.
- Não há dissipação por Efeito Joule no enrolamento secundário.
- Facilidade de uso, uma vez que não requerem uma montagem especial.

Figura 9 – Medidor do consumo de energia e potência AC 100 A pzem-061



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/voltimetro-analogico-e-digital>

Informações técnicas do medidor de consumo de energia e potência AC 100 A pzem-061:

- Tensão de alimentação: 80 V ~ 260 V AC
- Potência máxima: 22.000 W
- Carga máxima: 100 A
- Frequência de trabalho: 45 - 65Hz
- Precisão de medição 1,0
- Dimensões 9 cm largura x 5 cm de altura x 2,5 cm profundidade.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, abordaremos a metodologia empregada neste estudo, as fases de planejamento, escolha do tema, construção e aplicação do produto educacional com o uso de pesquisa. Foram feitas perguntas a alguns professores que trabalham termologia no 2º ano de algumas escolas sobre o kit para fins de análise da eficiência do experimento. Essas perguntas estão detalhadas nos resultados e discussões.

Considerando que o professor exerce papel fundamental na inserção do ensino de Física em turmas do ensino médio, foi apresentado este kit para 8 professores que trabalham termologia no 2º ano do ensino médio, e foram feitas seguintes perguntas a estes professores:

1. Se utilizaram experimentos de termologia na universidade. Dos oito professores, apenas um não utilizou nenhum experimento, pois era formado em engenharia e havia feito complementação pedagógica para obtenção da licenciatura em Física.
2. Se os experimentos que utilizaram na universidade faziam entender bem os conceitos e se dava para utilizar em sala de aula no ensino médio. Sete professores que utilizaram experimentos na universidade disseram que os experimentos eram esclarecedores, mas que eram complexos e de alto custo e que apresentavam dificuldades de confecção para levarem para sala de aula.
3. Se os colégios que eles trabalham têm laboratório de Física. Dos oito professores, três disseram que algumas escolas que trabalham possuíam laboratório, os outros cinco afirmaram que as escolas que trabalham não têm laboratório.
4. Foi perguntado, por fim, o que eles acharam do experimento, estudo desse trabalho apresentado para eles: Foi unânime a resposta de que o experimento é muito bom e que trabalhava vários conteúdos importantes de Física. Todos concordaram que o experimento, por ser de baixo custo, permitiria aos professores montarem seus kits sem precisar esperar que as escolas o comprem, e que não precisaria, necessariamente de uma sala extra, pois o experimento dá para ser aplicado em sala de aula.

3.1 PÚBLICO-ALVO

Este tema foi trabalhado com os alunos do 2º ano do Ensino Médio. Foram abordados: consumo de energia elétrica, potência elétrica de um aquecedor de imersão, corrente elétrica, calor específico, medidas de temperatura com dois termômetros (um de imersão e outro de radiação térmica).

As Competências e habilidades fundamentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) trabalhadas em sala de aula com os alunos foram:

- **Competência de área 2** – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.
- **Habilidade 5** – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
- **Competência de área 6** – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas.
- **Habilidade 21** – Utilizar leis físicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto do eletromagnetismo.

Antes de aplicação do kit experimental, foram realizados 5 encontros para discussões sobre conceito de termologia, de forma ordenada e sistematizada, com o objetivo de confronto do senso comum com o conhecimento científico, acrescentando gradativamente subsunçores, visando a reconstrução dos conhecimentos e uma mudança conceitual fundamentada cientificamente. Foi apresentado que a matéria é formada por átomos. Apesar de acreditarem na existência dos átomos, surgiram alguns dados interessantes. Quanto ao conceito de calor, foi levantado um questionamento com relação à sensação térmica ao entrar em uma sala quente, a maioria foi capaz de compreender que este fato está relacionado à agitação térmica das moléculas que permeiam o meio externo em contato com as moléculas do nosso corpo. No entanto, houve uma pequena parcela que acredita que essa sensação está no fato de que, as moléculas estão em repouso, e a causa está no atrito entre moléculas do corpo e do meio que possuem tamanhos diferentes. Em outra situação semelhante, as ideias sobre o calor ficaram divididas entre duas concepções antagônicas, a de condição adquirida pelo ambiente e a de energia térmica em

movimento onde um ganha e outro perde quando postos em contato. Segundo os alunos, a temperatura é uma sensação térmica, ou seja, um conhecimento formulado pelo tato, através do contato físico entre os corpos.

O outro questionamento estava relacionado com o aquecimento causado por aparelhos elétricos como o ferro elétrico, chuveiro elétrico e forno de micro ondas. Confirma-se o desconhecimento sobre as causas do aquecimento, a grande maioria confirma a existência de partículas em movimento, porém não associa esse movimento ao calor percebido. Alguns afirmaram corretamente as causas científicas, outros apresentaram um conflito dialético negando a existência dos átomos confirmados anteriormente.

3.2 EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM:

- Entender o conceito de calor específico e de capacidade térmica;
- Diferenciar os conceitos de corrente elétrica e tensão;
- Calcular a potência e a energia elétrica consumida durante o aquecimento;
- Determinar o custo de energia elétrica consumida no aquecimento;

3.2.1 Primeiro encontro (aula 1)

A aplicação da proposta didática teve início em sala de aula. Foram revisados os conceitos relacionados à temperatura e quantidade de calor. Abordando os conceitos com discussões teóricas para melhor aprendizagem. Ainda durante essa primeira aula, foram citados alguns exemplos e aplicações do cotidiano, como por exemplo quem esquentar mais rápido uma panela de barro ou uma panela de alumínio? Todos os alunos responderam que a panela de alumínio aqueceria mais rápido. Perguntamos também por que durante o dia a areia da praia está muito quente, mas a água está fria? Começamos a fazer associação do aquecimento entre a areia e a água para que eles percebam que a água demora mais para esquentar.

3.2.2 Segundo encontro (aula 2)

Esta aula seguiu com as discussões sobre os fenômenos térmicos. Trabalhamos o conceito de calor específico e capacidade térmica. Foram analisados

calores específicos de algumas substâncias e foi mostrado como isto aplica-se no dia a dia.

3.2.3 Terceiro encontro (aula 3)

Esta aula trabalhou os conceitos de eletrodinâmica. Aula expositiva sobre conceitos de eletrodinâmica: corrente elétrica, tensão, potência elétrica e consumo de energia elétrica. Iniciamos perguntando aos alunos o que era corrente elétrica. Discutimos um pouco sobre movimento dos elétrons livres num condutor metálico. Perguntamos por que em Recife a tensão é 220 V e em São Paulo é de 110 V. Fizemos um pequeno experimento para ilustrar a diferença de tensão. Com um cano de PVC na horizontal colocamos 2 bolas de gude e inclinamos em 110 cm um dos lados. Os alunos perceberam que as bolas se movimentaram com certa velocidade e saíram pela outra extremidade. Depois repetimos o experimento agora com um dos lados inclinados em 220 cm. Eles entenderam que quanto maior a tensão maior a velocidade dos elétrons dentro de um condutor.

Foi feita uma explanação sobre potência elétrica e consumo de energia elétrica. O professor deve apresentar algumas potências de aparelhos domésticos e discutir qual o de maior consumo de energia e o que representa a potência comparando com um carro 1.0 e um carro 2.0. O professor pode comparar um ventilador de 50 W com outro de 150 W. Ao ligar os dois o de potência maior vai ventilar muito mais, em compensação também consumirá mais energia elétrica.

3.2.4 Quarto encontro (aula 4)

Nesta aula foi apresentado Kit para determinação do calor específico da água para que os alunos fizessem as medições. Os alunos montaram o kit junto com o professor. Encheram a garrafa pet de 2 litros com água da torneira e a colocaram numa balança para verificar a massa de água que seria utilizada no experimento. Testaram o termômetro com apontador laser neles mesmos verificando a temperatura de vários objetos da escola. Depois de montado todo o kit, os alunos foram divididos em grupos para realizarem as medições.

3.2.5 Quinto encontro (aula 5)

Aula dedicada à análise dos dados encontrados experimentalmente pelos alunos na aula 4. Depois de anotados todos os resultados encontrados utilizando o kit, analisamos e discutimos todos os parâmetros. Comparamos com os resultados apresentados pelos livros.

4 TRABALHO DE PESQUISA

4.1 FORMAÇÃO DE EQUIPES

Para aplicação do material didático, foram selecionados 15 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola particular e 10 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública. Os alunos foram divididos em grupos de 5 alunos. Não se estabeleceram critérios de seleção para a composição do grupo, sendo este formado por estudantes voluntários e cientes de tratar-se de uma atividade extracurricular, em horário extra e sem efeito de pontuação no boletim escolar. Desde o início os estudantes foram conscientizados de que participariam de um laboratório pedagógico para o desenvolvimento de uma atividade acadêmica e se mantiveram cooperativos ao longo de todo o processo.

4.2 AULA EXPOSITIVA SOBRE CONCEITOS DE TERMOLOGIA

Inicialmente foi feita uma explanação sobre os conceitos encontrados no material didático da escola sobre calor específico, variação de temperatura, capacidade térmica e quantidade de calor. A análise era feita lendo os conceitos colocados pelo material. Em seguida o professor faz uma análise desses conceitos. Por exemplo, o livro coloca que o calor específico é a quantidade de calor necessária para fazer variar de 1°C a temperatura de 1 grama de uma substância. O professor apresenta o calor específico da água que é 1cal/g°C. Então explica que para esquentar água em uma panela precisará de uma certa quantidade de calor. E que para esquentar 1 grama de água de 14,5°C para 15°C é necessária 1 caloria.

4.3 AULA EXPOSITIVA SOBRE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA

Foi feita uma explanação sobre potência elétrica e consumo de energia elétrica. O professor deve apresentar algumas potências de aparelhos domésticos e discutir qual o de maior consumo de energia e o que representa a potência comparando com um carro 1,0 e um carro 2.0. O professor pode comparar um ventilador de 50 W com outro de 150 W. Ao ligar os dois o de potência maior vai ventilar muito mais, em compensação também consumirá mais energia elétrica.

4.4 APRESENTAÇÃO DO KIT

Esse modelo é um *kit* experimental que pode ser adquiridos em lojas de eletrônica ou na internet. Em sua versão física, esse *kit* é composto por dois modelos de medidores de energia que medem também a intensidade de corrente elétrica, a tensão, o Fator de Potência e o consumo de energia no aquecimento.

Figura 10 - Medidor de consumo energia bivolt para tomada.



Fonte: O Autor (2020)

Figura 11 - Aquecedor de água elétrico portátil.



Fonte: O Autor (2020)

Figura 12 - Dimmer regulador de tensão.



Fonte: O Autor (2020)

Figura 13 - Termômetro digital.



Fonte: O Autor (2020)

Figura 14 – Vasilha de vidro transparente



Fonte: O Autor (2020)

4.4.1 Apresentação do custo do equipamento

Apresentaremos o custo aproximado do kit experimental. O kit foi comprado parte em sites da internet e outra parte nas lojas do centro da cidade do Recife.

- Wattímetro medidor de consumo energia bivolt para tomada. Custo: R\$ 90,00 (U\$ 15,00) – Comprado no site do mercado livre;
- Wattímetro-voltímetro e amperímetro 100A pzem. Custo: R\$ 89,00 (U\$ 15,00) – Comprado no site do mercado livre.
- Aquecedor de água elétrico portátil de 1.000 W. Custo: R\$ 30,00 (U\$ 5,00) – Comprado no site do mercado livre.
- Dimmer regulador de tensão com controle de velocidade 4.000W. Custo: R\$ 52,00 (u\$ 8,70) – comprado no site do mercado livre.
- Termômetro digital infravermelho com mira laser. Custo: R\$ 189,00 (U\$ 31,50) – comprado no site do mercado livre.

- Multímetro digital com termômetro profissional. Custo: R\$ 150,00 (U\$ 25,00) – comprado no site do mercado livre.
- Plugs de tomada. Custo: R\$ 20,00 (U\$ 4,00) – comprado no centro do Recife.
- Conectores Wago. Custo: R\$ 14,50 (U\$ 2,40) – comprado no centro do Recife.
- Fio cabinho flexível de 2,5 mm² 750 V. Custo: R\$ 30,00 (U\$ 6,00) – comprado no centro do Recife.

Totalizando um valor aproximado de R\$ 654,50 (U\$ 109,00)

4.5 MEDIÇÕES

A equipe faz as medições utilizando os dois modelos propostos de medidores de energia (a) e (b) e os dois termômetros (a) e (b) e preenche a tabela 2 com os dados encontrados.

Tabela 2 - Registro das medidas encontradas

Etapas	
Volume de água na tigela	
Massa da água na tigela	

Etapas		
	Medidas 1 Instrumento (fig. 14)	Medidas 2 Instrumento (fig. 14)
Temperatura da água na tigela antes do aquecimento		
Temperatura da água na tigela depois do aquecimento		

Etapas	
Tensão inicial do aquecedor elétrico de imersão	
Tempo utilizado no experimento	

Etapas		
	Medidor de consumo de energia - Fig 11	Medidor de consumo de energia - Fig 11
Potência do aquecedor elétrico		
Energia consumida no aquecimento		

Fonte: O Autor (2020)

4.6 UTILIZAÇÃO DO KIT EXPERIMENTAL

- a) o professor pediu para os alunos encherem a garrafa pet de 2 litros com água da torneira. Pede-se para a equipe colocar a garrafa na balança para determinação da massa de água. Depois a equipe deve colocar a água numa tigela de vidro e anotar o volume e a massa de água na tigela na tabela 2.
- b) Os alunos mediram inicialmente a temperatura da água utilizando os dois termômetros e anotar na tabela 2.
- c) O professor montou o kit do experimento previamente seguindo as orientações no apêndice A.
- d) O professor ligou o KIT na tomada da extensão que deve estar ligada à rede elétrica. O dimer regulador deve estar desligado (girar o botão para a esquerda totalmente). Com o dimer realmente desligado, os medidores de energia irão marcar zero.
- e) Anotou-se a potência do aquecedor na tabela 2 e Liga-se o aquecedor portátil à tomada final do kit e o coloca imerso em água.
- f) Foi girado o botão do dimer até o medidor marcar 220 V e pede para os alunos marcarem o tempo no celular, anota-se a tensão na tabela 2.
- g) Depois de 5 min mediu-se a temperatura da água e anota na tabela 2.

- h) Aplicou-se a fórmula: $E = P . tempo$ para determinar a quantidade de energia utilizada no aquecimento.
- i) Aplicou-se a fórmula: $Q = m . c . \Delta\theta$ para determinar o calor específico da água da torneira.
- j) Comparou-se o calor específico achado com o calor específico apresentado nos livros. O professor analisa o fato dos valores terem sido diferentes. A água não era pura e sim uma mistura, parte do calor medido foi para o ambiente, efeito Joule nos condutores elétricos, consumo de energia dos wattímetros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos ao longo da aplicação do projeto serão discutidos neste capítulo. As análises foram feitas de forma qualitativa e buscaram evidências de Aprendizagem Significativa.

Percebendo a dificuldade dos professores em trabalhar com alunos os conceitos de Calor Específico, Capacidade térmica e Potência Elétrica, criamos esse kit de ciência. O principal propósito desse experimento é a verificação do calor específico da água. Entretanto, esse experimento possui um grande alcance didático-pedagógico, envolvendo não apenas os conceitos de calor específico, mas também, os conceitos de potência elétrica e de consumo de energia elétrica.

Depois que os alunos fizeram as devidas medições, os dados foram analisados junto com eles tendo o professor como mediador. Os alunos encontraram dois valores para o calor específico da água:

- a) $1,6 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ – Utilizando como valor da energia térmica fornecida à água o valor encontrado aplicando diretamente o produto da potência elétrica fornecida pelo manual do aquecedor elétrico de imersão (1.000W) pelo tempo de aquecimento verificado pelo cronômetro de um celular.
- b) $1,3 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ – Utilizando como valor da energia térmica o valor encontrado pelos medidores de consumo de energia (Fig. 11).

O professor perguntou o porquê dos resultados estarem diferentes do que aqueles apresentados pelos livros. Diante do exposto, os alunos começaram a debater o porquê dos resultados serem diferentes. Foram levantadas várias hipóteses pelos alunos. Uns falaram que a água dissipou calor para o ambiente e que todo calor medido não fora utilizado para seu aquecimento. Falaram também que pelo fato do experimento ser feito numa sala com ar condicionado isso teria influenciado na troca de calor da água com o ambiente. Perguntei pela água que fora utilizada, fomentando no aluno sobre a qualidade da água. Falei que a água era da torneira e que não era pura. Muitos perceberam que os livros tratam da água pura e não da água que utilizamos. Foi mencionado também que os fios e os aparelhos de medição

aqueceram dissipando parte da energia. Ao utilizar o produto da potência fornecida pelo fabricante pelo tempo verificou-se que a potência era a potência aparente e não a potência ativa.

Os subsunçores são conhecimentos relevantes que servem de ancoradouro para a nova informação. A aprendizagem significativa só ocorre se o aluno tiver subsunçores disponíveis em sua estrutura cognitiva. Caso não haja subsunçores para o material de aprendizagem se apoiar, não será possível a aprendizagem significativa. Um exemplo disso é a memorização automática de definições e conceitos. Por exemplo, um aluno aprende que o calor específico é a quantidade de calor necessária para aumentar em 1°C a temperatura de uma substância. Entretanto, para que essa proposição seja aprendida significativamente o estudante precisa ter o significado dos conceitos de calor, massa e temperatura e das relações de proporcionalidade em sua estrutura de conhecimentos, caso contrário, será possível apenas a aprendizagem mecânica (memorização) do conteúdo. Além disso, é preciso que o aluno esteja disposto a aprender e busque relacionar tais conceitos tal como estão expressos na fórmula do calor sensível.

Os mapas conceituais foram utilizados nessa proposta como objeto educacional, possibilitando que os alunos reflitam sobre seus próprios processos cognitivos, resultando em uma aprendizagem significativa.

Para que se efetive uma aprendizagem significativa, devemos levar em consideração pelo menos três condições no preparo das aulas (conforme NOVAK e CAÑAS, 2010):

1. O material a ser utilizado deve ser conceitualmente claro e apresentado com linguagem e exemplos relacionáveis com o conhecimento anterior do aprendiz.
2. O aprendiz deve possuir conhecimento anterior relevante.
3. O aprendiz precisa ter vontade de aprender de modo significativo.

Esses tópicos acima foram inseridos no experimento como mapas conceituais quando permitimos que os alunos expressem suas ideias, oralmente. Eles tomam consciência do que aprenderam, e que o professor por sua vez, é capaz de

compreender se o que os alunos estão transmitindo é resultado de um processo de aprendizagem significativa.

Considerando que o professor exerce papel fundamental na inserção do ensino de Física em turmas do ensino médio, foi apresentado este kit para 8 professores que trabalham termologia no 2º ano do ensino médio, e foram feitas seguintes perguntas a estes professores:

1. Se utilizaram experimentos de termologia na universidade. Dos oito professores, apenas um não utilizou nenhum experimento, pois era formado em engenharia e havia feito complementação pedagógica para obtenção da licenciatura em Física.
2. Se os experimentos que utilizaram na universidade faziam entender bem os conceitos e se dava para utilizar em sala de aula no ensino médio. Sete professores que utilizaram experimentos na universidade disseram que os experimentos eram esclarecedores, mas que eram complexos e de alto custo e que apresentavam dificuldades de confecção para levarem para sala de aula.
3. Se os colégios que eles trabalham têm laboratório de Física. Dos oito professores, três disseram que algumas escolas que trabalham possuíam laboratório, os outros cinco afirmaram que as escolas que trabalham não têm laboratório.

Fotografia 1 - Grupo aplicando o KIT experimental – medindo a temperatura inicial da água.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 2 - Grupo aplicando o KIT experimental – colocando o aquecedor na água.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 3 - Grupo aplicando o KIT experimental – medindo a temperatura final da água.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 4 - Grupo aplicando o KIT experimental – medindo a temperatura final da água.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 5 - Grupo aplicando o KIT experimental – medindo a temperatura final da água.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 6 - Grupo aplicando o KIT experimental – Repetindo o experimento.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 7 - Grupo aplicando o KIT experimental – Finalizando o experimento.



Fonte: O Autor (2019)

Fotografia 8 - Grupo aplicando o KIT experimental – Finalizando o experimento.



Fonte: O Autor (2019)

6 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou refletir sobre as metodologias atuais utilizadas em sala, onde percebemos que o papel do educador é facilitar esse processo através de técnicas que despertem o interesse investigativo e criativo dos educandos.

Há uma expectativa por parte dos alunos em relação às atitudes praticadas no momento da transmissão de informação, pois é esperado, além do conhecimento, a evidência da relação com a prática e a teoria no processo ensino–aprendizagem, ou seja, há o anseio do o aluno em compreender onde será aplicado todo aquele conhecimento que está sendo transmitido.

A interação do professor com os alunos é um fator preponderante no processo de aprendizagem. Quando existe a participação de ambas as partes, as dificuldades são minoradas e mostra-se o quanto a didática e a prática pedagógica precisam ser repensadas. David Ausubel e Joseph Novak foram os idealizadores de uma postura nas ações educacionais, no que se refere especificamente aos estudos sobre uma aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma sequência didática para estudo de Física na área de termologia para o cálculo do calor específico da água. O kit é de fácil aplicação e com excelentes resultados despertando muito interesse nos alunos. Permitiu aos alunos uma visão ampla dos fenômenos da calorimetria, bem como identificar os conceitos mais importantes e relacioná-los na construção do conhecimento dos fenômenos físicos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, 176-194. São Paulo Distribuidora, São Paulo.2003.
- AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes, 1982.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- CABRAL, S.H.L. **Utilização de Bobinas de Rogowski na Detecção de Transitórios[...]** In : VI Seminário Brasileiro sobre Qualidade da Energia Elétrica. Belém,2005, p.195.
- CARVALHO, A. M. P. **Calor e Temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- FARIA, W.D. **Mapas Conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação**. São Paulo: EPU - Temas Básicos de Educação e Ensino, 1985.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.
- FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de ciências no primeiro grau**. São Paulo: Editora Atual,1986.
- HALLIDAY, D., RESNICK, R. e WALKER, J. **Fundamentos de Física**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.
- HEWITT, P. G.; GRAVINA, M. H. **Física Conceitual**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015.
- HODSON, D. **Experimento na ciência e no ensino de ciências. II Educational Philosophy and Theory, Auckland, Nova Zelândia, 1988. (Tradução: Paulo A. Porto)**.53-66. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-812.1988.tb00144.x>. Acesso em: 12 abr. 2020
- KOBASHIGAWA, A.H.; ATHAYDE, B.A.C.; MATOS, K.F. de OLIVEIRA; CAMELO, M.H.; FALCONI, S. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, 2008. p. 212-217. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/smm/_estacaocienciaformacaodeeducadorespa-raoensinodecienciasnasseriesiniciaisdoensinofundamental.trabalho.pdf. Acesso em: 20 jun. 2020

LORENZO, J. G. F. et al. Construindo aparelhagens de Laboratório com materiais alternativos - PIBID/IFPB. *Congresso Norte – Nordeste de Pesquisa e Inovação - 2010*. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/anais/conteudo/anais/files/conferencias/1/schedConfs/1/papers/1183/public/1183-5393-1-PB.pdf>. Acesso em 08 de Julho de 2020.

MACHADO, A.R.; CRISTOVÃO, V.L.L. A construção de modelos didáticos de gêneros: aportes e questionamentos para o ensino de gêneros. *Revista Linguagem em (Dis)curso*. v. 6, n. 3. set/dez., 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M.A. **Mapas Conceituais como Instrumento para Promover a Diferenciação Conceitual[...]** In *Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, v.04: 474-479, Ciência e Cultura, 1980.

MOREIRA, M.A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa** (Advanced organizers and meaningful learning). Porto Alegre, Instituto de Física, UFRGS. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/ORGANIZADORESport.pdf>. Acesso em: 19 fev.2020.

NOVAK, J.D. & GOWIN, D.B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

OLIVEIRA, F. F.; VIANA, D. M.; GERBASSE, R. S. Física Moderna no Ensino Médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 29, n. 3, p. 447 – 454, 2007.

SILVA, M.A. **Física - Termodinâmica**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/Termodinamica.htm>. Acesso em: 15 jul. 2018.

RAMALHO, F. **Os Fundamentos de Física**. São Paulo: Editora Moderna, 2015.

TEIXEIRA, H. **Ciências da aprendizagem: Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**. 2015. Disponível em: <http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-da-aprendizagem-significativa-de-david-ausubel/>. Acesso em 10 jul. 2020.

VON LINSINGEN, L. **Ciências Biológicas e os Parâmetros Curriculares Nacionais**. Centro Universitário Leonardo da Vinci. Indaial, UNIASSELVI, 2010. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=1754>. Acesso em: 20 jul.2020

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 2011.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

INVESTIGANDO O CALOR ESPECÍFICO DA ÁGUA

DAEME TELLES GONÇALVES DOS SANTOS

Orientador:

Profº. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez

APRESENTAÇÃO

Prezados (as) professores (as)

Este apêndice é parte integrante da construção e do estudo investigativo do calor específico da água a fim de promover um aprendizado mais significativo nas aulas de física.

Este material é uma sequência didática destinada a professores de física para aplicação no ensino médio como complemento de sua aula. O experimento é composto com materiais de custo relativamente baixo e de fácil aquisição. Muitas vezes as aulas de Física ficam muito teóricas e abstratas tirando o interesse dos alunos em estudá-la. Com o experimento, o professor conseguirá fazer os alunos terem mais interesse nas aulas, há vários conceitos que podem ser explorados de forma lúdica, trazendo uma matemática acessível.

Espero que através dessa construção você possa se utilizar de forma prazerosa, desde a montagem até a apresentação.

Bom aprendizado!

Daeme Telles Gonçalves dos Santos

SUMÁRIO

1	SEGUIMENTO DIDÁTICO	62
2	O CALOR ESPECÍFICO DA AREIA E DA ÁGUA	65
2.1	INSERINDO UM PROBLEMA	65
2.2	COMPREENDENDO O PROBLEMA	65
2.3	CONCEBENDO UM PLANO	65
2.4	PEÇAS E MONTAGEM	66
3	MATERIAIS PARA MONTAGEM E COMPOSIÇÃO DO KIT	67
3.1	FERRAMENTAS E MATERIAIS NECESSÁRIOS	67
3.2	MEDIDORES NECESSÁRIOS TIPO 2	67
3.3	MONTAGEM DO KIT PASSO A PASSO	68
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	72

1 SEGUIMENTO DIDÁTICO

Tema:	Calorimetria		
Conteúdo:	Determinação do calor específico da água	Área:	Ciências da Natureza
Disciplina:	Física	Nível:	2º e 3º anos

APRESENTAÇÃO

Por meio da Calorimetria podemos estudar as trocas de calor entre os corpos e suas medidas. Quando dois ou mais corpos, com diferentes temperaturas são colocados em contato se pode observar que, após um certo intervalo de tempo, todos atingem o equilíbrio térmico. Durante esse processo, há uma transferência de calor (energia térmica) dos corpos de maior temperatura para os de menor temperatura.

Há unidades específicas para medirmos a quantidade de calor:

Caloria (cal): quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de 1g de água de 14,5°C a 15,5°C, isso sob pressão normal. No Sistema Internacional (SI), a unidade de quantidade de calor é o joule (J) e a relação entre a caloria e o joule é: 1cal = 4,186 J.

A quantidade de calor cedida e recebida é diretamente proporcional à variação de temperatura e à massa dos corpos.

A relação de proporção, chamada de equação fundamental da calorimetria, $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. A constante de proporcionalidade c chama-se coeficiente de calor específico, onde tem-se $c = Q/m \cdot \Delta T$, logo o calor específico de uma substância é a quantidade de calor necessária para que um corpo eleve em 1°C, 1 grama de sua massa, tendo como unidade $[c] = \text{cal/g}^\circ\text{C}$. Quanto maior o calor específico c de um corpo mais “difícil” é elevar sua temperatura.

Temos então que **o calor específico é a quantidade de calor, característica de cada substância, necessária para que 1g de substância sofra variação de temperatura de 1°C em condições normais de pressão.**

OBJETIVOS

- Compreender o significado de algumas características dos materiais, tais como energia térmica, calor específico e capacidade térmica.
- Compreender porque um material esquentar mais que o outro recebendo a mesma quantidade de calor.
- Construir o conceito de calor específico.

RECURSOS

- Datashow;
- Notebook;
- Quadro branco;
- Caneta de quadro branco;
- Mesas para apoio;
- Ponto de energia elétrica.

PROCEDIMENTOS

Momento 1: Trabalhar os conceitos relacionados à temperatura e quantidade de calor fazendo algumas questões teóricas como, o que é calor, para melhor aprendizagem. Mostrar aplicação no dia a dia de alguns exemplos como locais de grandes variações de temperatura e quantidade de calor fornecida a alguns materiais.

Momento 2: Apresentar fenômenos térmicos. Apresentar o conceito de calor específico e de capacidade térmica. Analisar os calores específicos de algumas substâncias.

Momento 3: Apresentar os conceitos de eletrodinâmica: corrente elétrica, tensão, potência elétrica e consumo de energia elétrica.

Momento 4: Apresentar o Kit para determinação do calor específico da água. Fazer a montagem do Kit para iniciar os experimentos.

Momento 5: Discutir com os alunos os resultados encontrados experimentalmente pelos alunos.

AVALIAÇÕES

- Mediante as observações e resoluções das atividades;
- Respostas do questionário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HALLIDAY, D; RESNICK, R; WALKER, J. **Fundamentos de física.** 8. Ed. Rio de Janeiro – RJ: LTC, c2009 vol. 2

2. O CALOR ESPECÍFICO DA AREIA E DA ÁGUA

2.1 INSERINDO UM PROBLEMA

Dia de céu azul. Ao ir à praia, às 9h da manhã, um banhista percebe que a água do mar está muito fria, mas a areia está quente. Retornando à praia, às 21h, nota que a areia está muito fria, mas a água do mar está morna. Explique o fenômeno observado."

2.2 COMPREENDENDO O PROBLEMA

Deve-se ao médico escocês Joseph Black (1728-1799) a definição de calor específico como sendo a quantidade de calor necessária para que 1g de uma substância sofra variação de temperatura de 1°C . Essa grandeza indica a resistência que a substância oferece às bruscas mudanças em sua temperatura. Quanto maior for o calor específico, maior será a dificuldade de provocarmos grandes alterações em sua temperatura. Se fornecermos calor às mesmas quantidades de água e de areia, é fácil observar que a areia se aquece muito mais rapidamente do que a água, pois o calor específico da água ($1 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$) é maior do que o da areia ($0,2 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$). Esses valores indicam que, para elevarmos em 1°C a temperatura da mesma massa de água e de areia, devemos fornecer cinco vezes mais energia para a água. Vale ressaltar que a substância com o maior calor específico, no caso a água, também sofre um resfriamento mais lento do que a areia.

2.3 CONCEBENDO UM PLANO

Vamos com base na ideia de que a água tem um calor específico maior que a areia fazer um experimento que determine o calor específico da água, e a partir deste experimento, analisar as seguintes situações:

- Determinar o valor da energia fornecida à água.
- Descobrir qual massa de água está sendo utilizada para o experimento.
- Determinar a variação de temperatura sofrida pela água.
- Determinar o calor específico da água.

Faça sua análise em sala e discuta com sua equipe, veja quais resultados foram encontrados e verifique por que o calor específico da água apresentou um valor diferente do que é apresentado pelos livros.

2.4 PEÇAS E MONTAGEM

Para construção do Kit experimental, utilizaremos a lista de instrumentos, peças e ferramentas apresentados a seguir, selecionando-as de acordo com o passo a passo da montagem do nosso modelo experimental.

3 MATERIAIS PARA COMPOSIÇÃO E MONTAGEM DO KIT

3.1 Ferramentas e materiais necessários

- a) Alicate de corte;
- b) Desencapador de fios;
- c) Tigela de vidro com capacidade mínima de 2 litros;
- d) 02 - conectores de fio para emendas de 3 polos;
- e) Balde de no mínimo 5 litros;
- f) Chave de fenda pequena;
- g) Extensão elétrica de 5 metros com cabo de 2,5 mm²
- h) Cabo ou fio elétrico de 20 m (10 m de uma cor e 10 m de outra cor).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)



(h)

3.2 Medidores necessários tipo 2

- i) Wattímetro digital (micro power monitor);
- j) Medidor de consumo de energia e potência AC 100 A pzem-061
- k) Dimmer regulador de tensão e controle de velocidade 4.000 W src

- l) Aquecedor de água elétrico portátil 1.000 W 220 V (tipo rabo quente)
- m) Termômetro digital infravermelho com mira laser - 50°C a 380°C
- n) Multímetro digital com termômetro profissional + cabos e capa
- o) 02 plugs machos para tomadas de 2 pinos de 10 A 250 V
- p) 01 plug fêmea para tomada de 2 pinos de 10 A 250 V
- q) 01 plug fêmea para tomada de 2 pinos de 20 A 250 V
- r) Fita isolante



(i)



(j)



(k)



(l)



(m)



(n)



(o)



(p)



(q)



(r)

3.3 MONTAGEM DO KIT PASSO A PASSO

Primeiro passo: cortar pedaços do fio com o alicate de corte (a).



Figura (s)

- pedaços de fio de 2,0 m cada. (i)
- 2 pedaços de fio de 1,0 m cada. (ii)
- 2 pedaços de fio de 30 cm cada. (iii)
- pedaços de fio de 0,5 m cada. (iv)

Segundo passo: com o alicate desencapador (b), desencapar as extremidades de cada pedaço de fio.



Figura (t)



Figura (u)

Terceiro passo: conectar as extremidades dos fios de 2,0 m (i) em um plug de tomada macho (o) e as outras extremidades conectar nos parafusos *input* do dimer regulador (k).

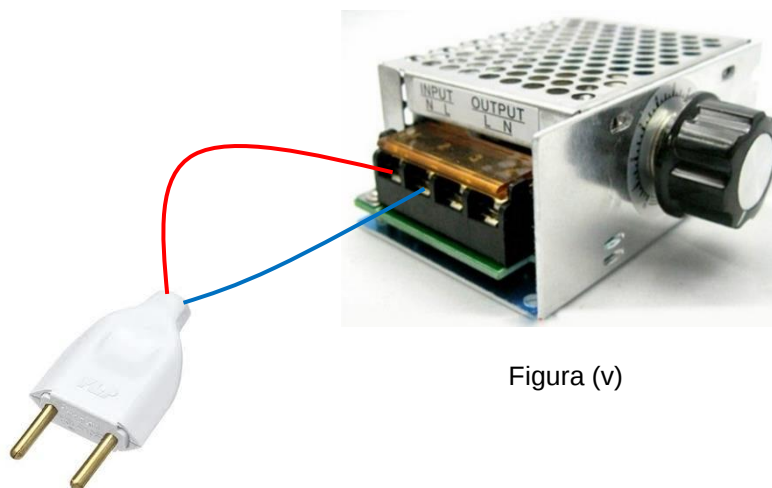


Figura (v)

Quarto passo: conectar dois pedaços de fio (ii) nos parafusos *output* do dimer regulador (k) e as outras extremidades conectar no plug de tomada fêmea (p).

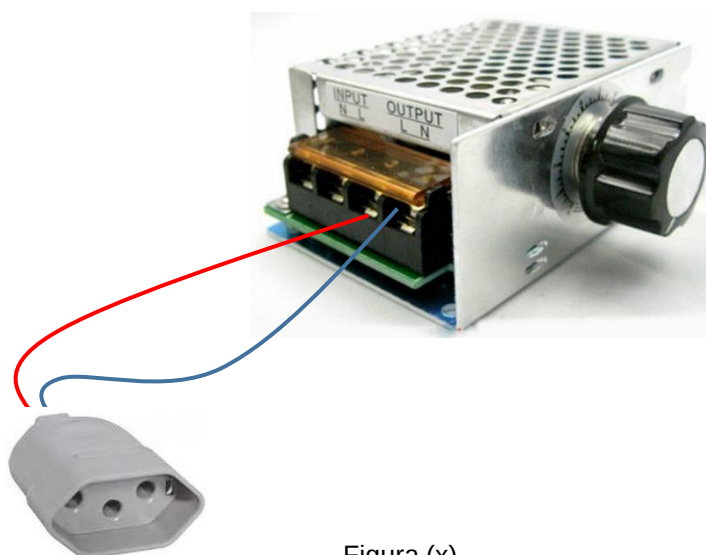


Figura (x)

Quinto passo: conectar dois pedaços de fio (iii) no plug macho de tomada (o). As outras extremidades colocar cada fio em cada conector de fio (d).

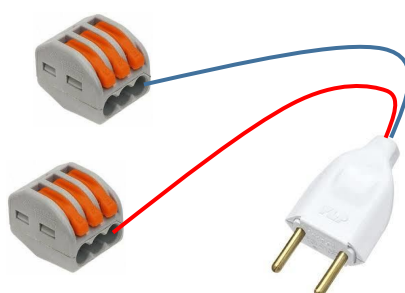


Figura (y)

Sexto passo: conectar dois pedaços de fio (iv) nos conectores de fio (d) e as outras extremidades conectar no medidor de consumo de energia e potência (j).

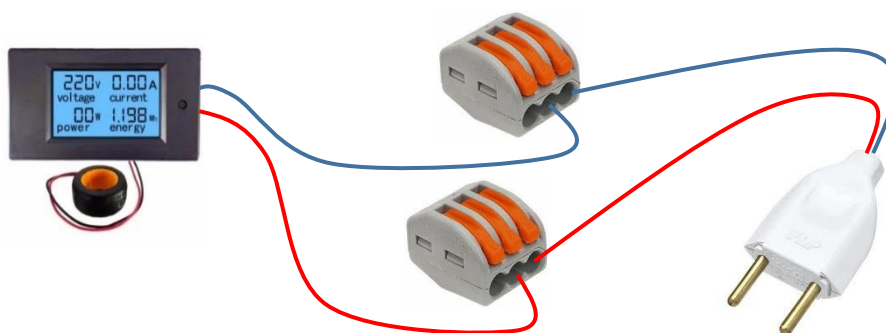


Figura (w)

Sétimo passo: conectar dois pedaços de fio (iv) nos conectores de fio (d). Depois, uma dessas extremidades conectar no plug de tomada fêmea (q). A outra extremidade que sai do conector (d) deve passar por dentro da toróide do medidor de consumo de energia e potência (j) e depois conectar no plug de tomada fêmea (q).

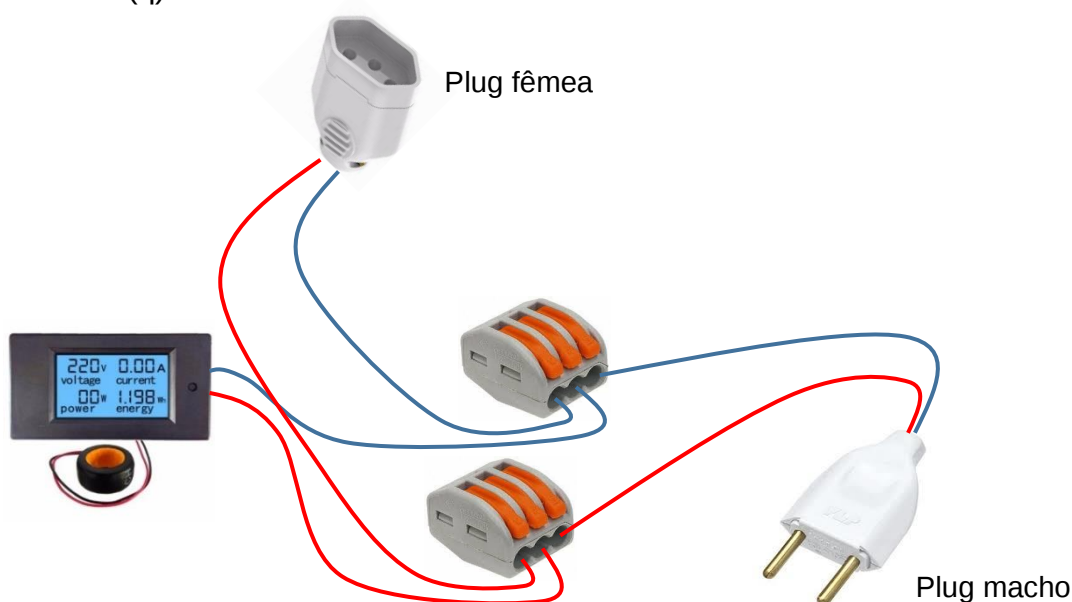


Figura (z)

Oitavo passo: conectar o plug macho (Figura z) na rede elétrica. Conectar o wattímetro digital (i) no plug fêmea (Figura z). Conectar o aquecedor de água elétrico portátil (figura l) no wattímetro digital. Zerar os medidores. O kit está pronto para ser utilizado.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre os diversos aspectos que merecem ser observados, destaca-se o fato das atividades de demonstração possibilitarem ilustrar um determinado fenômeno, podendo contribuir para a compreensão de diversos aspectos relacionados ao mesmo. Em geral, tais atividades demandam um pequeno tempo de realização e podem ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva, sendo utilizadas como um fechamento da aula, procurando despertar o interesse do aluno para o tema que será abordado. Para que seja ampliada a eficiência do processo de aprendizagem, acredita-se que estas atividades devam ser conduzidas de modo que seja permitido o questionamento por parte dos alunos, incentivando-os a buscar explicações para os fenômenos estudados, possibilitando assim a elaboração de novas ideias a partir da vivência de situações capazes de propiciar o desenvolvimento de sua capacidade de abstração e de aprendizagem.