

CIRCUITOS ELÉTRICOS DE ASSOCIAÇÃO COM LÂMPADAS

UM KIT EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA ELETRODINÂMICA



Frank Herik Valente Silva

Produto Educacional

Mestrado Profissional em Ensino de Física

Autor:

Frank Herik Valente Silva

Orientador:

Prof. Dr. Edson Firmino Viana de Carvalho

Capa:

Pedro Fontes

Figura da capa:

Frank Herik Valente Silva

São Luís - MA

2021

© Frank Herik Valente Silva e Edson Firmino Viana de Carvalho – 2021.

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Por favor, contate os autores caso constate que houve violação de seus direitos autorais. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

Apresentação

Prezados (as) professores (as),

Este material tem como proposta de ensino estudar e contextualizar os conceitos de alguns conteúdos em eletrodinâmica, como corrente elétrica, resistores, potência elétrica, energia elétrica e associação de resistores elétricos. Para isso elaboramos a construção de um experimento, que serve de melhoria quanto à sua didática, sendo que o mesmo foi baseado em associação de lâmpadas incandescentes em série, paralelo e mista, conteúdo geralmente abstrato e complexo para nossos alunos. O mesmo foi construído a partir de materiais de fácil acesso e com uma proposta metodológica que promove a participação ativa do nosso alunado.

Este material foi desenvolvido e aplicado no ambiente de sala de aula das turmas do 3º ano do ensino médio regular de uma escola pública do estado do Maranhão, tendo iniciadas suas atividades no segundo semestre. Este material além de ser didático tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Eletrodinâmica, em que o professor poderá utilizar como base pedagógica a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e na aprendizagem significativa de Marco Antônio Moreira.

Sugere-se ao docente que os experimentos devam ser executados em horários alternativos, pois verificamos que em sala de aula leva um tempo bem superior ao da carga horária de aulas semanais, pois o interessante é que os alunos possam interagir entre si trabalhando em pequenos grupos a fim de desenvolver a montagem experimental, compreendendo todos os fenômenos envolvidos.

Prof. Frank Herik Valente Silva

SUMÁRIO

1	A Teoria da Aprendizagem Significativa Aplicada ao Ensino de Física.....	6
1.1	Campo de estudo.....	6
1.2	Participantes da pesquisa.....	7
2	Conceitos de Eletrodinâmica para o Produto Educacional	8
2.1	Circuitos elétricos	8
2.2	Lâmpadas	8
2.2.1	Associação de lâmpadas em série	8
2.2.2	Associação de lâmpadas em paralelo	10
2.3	Dispositivos de segurança	11
2.4	Curto circuito	12
2.5	Interruptor three way	12
3	Desenvolvimento, Aplicação e Avaliação das Sequências Didáticas.....	18
3.1	Apresentação das sequências didáticas aos estudantes	23
3.2	Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes	23
3.3	Construção e apresentação de experimentos	24
3.4	Avaliação da aprendizagem.....	25
4	Instrumento de Coleta de Dados.....	27
5	Detalhes da Aplicação das Sequências Didáticas	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
	APÊNDICE I: Questionário pós teste aplicado via <i>Google Forms</i>...	35
	APÊNDICE II: Resumo das sequências didáticas propostas.....	38

1 A Teoria da Aprendizagem Significativa Aplicada ao Ensino de Física

Este capítulo descreve a metodologia utilizada para o desenvolvimento, aplicação e avaliação dos resultados alcançados através de duas sequências didáticas envolvendo conteúdos de eletrodinâmica, feitas com base nos pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa e nas recomendações para elaboração de uma UEPS proposta por Moreira.

Para a verificação de evidências da ocorrência de aprendizagem significativa devido a aplicação das sequências didáticas propostas neste trabalho, foi utilizada uma abordagem qualitativa descritiva, visto que a sala de aula, ambiente de trabalho do autor desta dissertação, foi utilizada como fonte direta dos dados, em que a atenção maior foi voltada ao processo e não simplesmente aos resultados e ao produto, sendo o significado a preocupação essencial nessa abordagem.

Os dados obtidos da abordagem qualitativa através de um questionário aplicado foram organizados em tabelas e gráficos, e os dados estatísticos usados para enfoque exclusivamente descritivo e interpretativo.

Lüdke e André (2013) definem que quando a abordagem de uma pesquisa é qualitativa, o pesquisador coleta e transforma dados ao mesmo tempo que investiga, interpretando os significados que os indivíduos investigados atribuem às suas ações na convivência social, incluindo o próprio pesquisador.

1.1 Campo de estudo

A aplicação das sequências didáticas propostas foi realizada no tempo destinado às aulas de Física em uma turma do terceiro ano do ensino médio, turno matutino de uma escola pública estadual de ensino fundamental e médio denominada Centro de Ensino Estado do Rio Grande do Norte (CEERGN), localizada no bairro Conjunto Radional, no município de São Luís – Maranhão, que atende, em sua maioria, estudantes de bairros adjacentes.

Essa escola possui uma comunidade que apresenta um bom convívio social, em que casos de riscos são raros, além do mais, pelo fato dela oferecer ensino fundamental, a maioria dos estudantes que frequenta o ensino médio, já era da escola, o que contribui para o baixo índice de evasão escolar. É importante observar que,

desde 2012, por iniciativa do autor deste trabalho, ocorre uma **Mostra Científica** que envolve a apresentação de experimentos referentes a conteúdo de Física do terceiro ano do ensino médio. Esse trabalho é executado em sala de aula durante todo o ano e exposto para toda comunidade escolar em uma data estabelecida em comum acordo com a direção da escola.

O CEERGN apresenta as seguintes médias obtidas no Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) de 2018: **Redação:** 459, **Linguagens e Códigos:** 497, **Ciências Humanas:** 535, **Matemática:** 488, e **Ciências da Natureza:** 451. Esses números estão abaixo da expectativa almejada e este baixo desempenho atingido é um indicativo que existem fatores que influenciam negativamente no processo de ensino e aprendizagem. Assim, para atender as especificidades dos estudantes dessa escola, as sequências didáticas propostas neste trabalho foram elaboradas respeitando as limitações apresentadas por eles.

1.2 Participantes da pesquisa

As sequências didáticas foram aplicadas em uma turma formada por 42 (quarenta e dois) estudantes, sendo 21 (vinte e um) meninas e 21 (vinte e um) meninos. A faixa etária da maioria dos estudantes é de 17 anos. Essa turma foi escolhida dentro de um universo de quatro turmas, o que permitiu o desenvolvimento das atividades relacionadas de forma mais eficiente, em um tempo relativamente curto da hora-aula (50 minutos).

Antes de ser iniciada a implantação das sequências didáticas foi solicitada anuência da coordenação da escola para que as intervenções necessárias fossem realizadas (Anexo I).

2 Conceitos de Eletrodinâmica para o Produto Educacional

2.1 Circuitos elétricos

Denominamos circuito elétrico ao conjunto de aparelhos com os quais se pode estabelecer uma corrente elétrica.

Segundo (HEWITT, 2015), qualquer caminho por onde os elétrons possam fluir é chamado de um circuito elétrico.

De acordo com Young (2009, p. 135):

Um circuito elétrico fornece, basicamente, um caminho para transferir energia de um local para outro. À medida que as partículas carregadas fluem através do circuito, a energia potencial elétrica é transferida de uma fonte (tal como uma bateria ou um gerador) até um dispositivo no qual essa energia é armazenada ou então convertida em outras formas de energia: em som de um sistema estéreo, em calor de uma torradeira ou em luz de uma lâmpada.

De acordo com (HEWITT, 2015, p. 441): A maior parte dos circuitos possui mais do que um dispositivo que recebe energia elétrica. Esses dispositivos em geral são conectados a um circuito de uma entre duas maneiras possíveis, ou em série ou em paralelo.

2.2 Lâmpadas

Os experimentos realizados nesse produto educacional foram todos com lâmpadas incandescentes. Sugerimos que façam o mesmo.

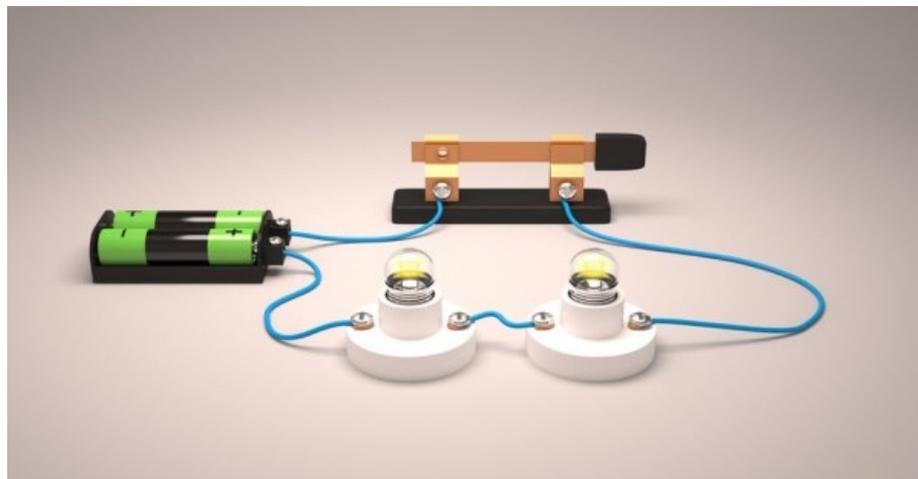
O brilho de uma lâmpada incandescente está relacionado com a potência elétrica que a envolve. Isso é verificado quando comparamos uma lâmpada de 120 W brilhando mais do que uma de 60 W. Porém a maior parte dessa potência é dissipada sob a forma de calor e não de luz.

2.2.1 Associação de lâmpadas em série

Associar lâmpadas em um circuito elétrico em série significa colocá-las a disposição uma após a outra formando uma única passagem por onde os elétrons

possam fluir. As lâmpadas são ligadas a uma fonte de tensão, como exemplo, uma bateria. A chave tem a função de abrir¹ e fechar o circuito, de tal forma que, quando a chave é fechada a corrente elétrica imediatamente percorre as lâmpadas e a bateria também. Quanto maior for a quantidade de corrente elétrica fornecida a uma lâmpada, o seu brilho também será mais intenso. Quando a chave é aberta, ou seja, o circuito é aberto ocorre uma interrupção na passagem da corrente. O mesmo acontece quando o filamento de uma lâmpada queimar.

Figura 1 - Circuito elétrico em série



Fonte: Disponível em: <https://blog.multcomercial.com.br/circuito-eletrico-tudo-que-voce-precisa-saber/>, (2021).

As características do circuito elétrico da Figura 1 de associação de lâmpadas em série são as seguintes:

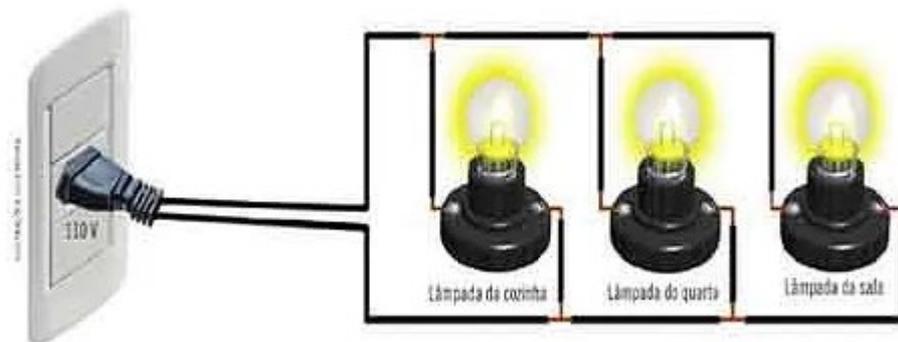
- A diferença de potencial total fornecida pela fonte é igual à soma das diferenças de potencial individual em cada dispositivo;
- A corrente elétrica é a mesma em cada dispositivo, pois percorre um só caminho ao longo do circuito;
- A resistência equivalente de um circuito em série, é determinada pela soma das resistências individuais;
- A corrente elétrica no circuito é igual à tensão fornecida pela fonte dividida pela resistência total do circuito. Em conformidade com a lei de Ohm.

¹ Abrir: o termo abrir significa dizer que a corrente elétrica que passa pelos componentes do circuito elétrico é interrompida.

2.2.2 Associação de lâmpadas em paralelo

Associar lâmpadas em um circuito elétrico em paralelo significa colocá-las conectadas aos dois pontos A e B conforme mostra a Figura 2. Os dispositivos elétricos conectados a esses dois pontos, no caso as lâmpadas, são ditas em paralelo quando percorrem mais de um caminho e a corrente elétrica tem tantos caminhos para fluir quantos forem os números de lâmpadas. Nesse tipo de ligação quando ocorre a interrupção da passagem da corrente por uma das lâmpadas não impede o fluxo de carga que passam pelos outros caminhos.

Figura 2 - circuito elétrico em paralelo



Fonte: Disponível em: <https://planetabiologia.com/associacao-de-resistores-mista-em-paralelo-e-em-serie/>, (2021).

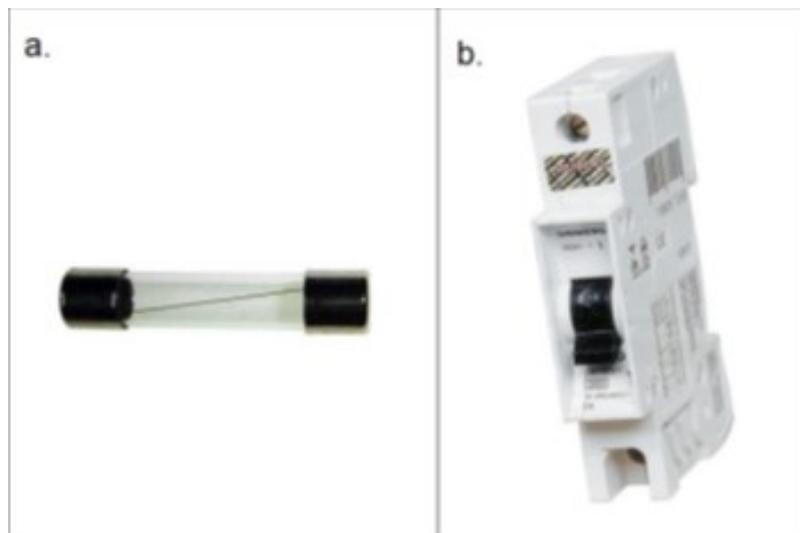
As características do circuito elétrico da Figura 2 de associação de lâmpadas em paralelo são as seguintes:

- As lâmpadas ou os dispositivos são conectadas aos pontos A e B, cada uma, logo a diferença de potencial fornecida pela fonte é igual em cada uma das lâmpadas ou dispositivos;
- A corrente elétrica total que percorre o circuito fica dividida entre os vários ramos ou caminhos paralelos. A lei de Ohm se aplica separadamente à cada ramo;
- A corrente elétrica total é a soma das correntes em cada lâmpada ou dispositivo, pois percorre vários caminhos ao longo do circuito. Esta soma é igual à corrente da bateria ou de outra fonte de tensão que alimenta o circuito.

2.3 Dispositivos de segurança

Em circuitos elétricos é bastante comum o uso de dispositivos de segurança, pois atuam no sentido de proteger os aparelhos quando por eles passarem um fluxo de corrente com intensidade maior do que o circuito suporta. Os fusíveis e os disjuntores são exemplos de dispositivos de segurança mais usados e mais conhecidos (Figura 3).

Figura 3 - Dispositivos de segurança elétrica residencial



Legenda: a) Fusível, b) disjuntor. Fonte: Próprio autor (2021).

Segundo Ferraro; Torres; Penteado (2012), os fusíveis permitem limitar a intensidade de corrente que atravessará determinado trecho de circuito que se deseja proteger. Naquele trecho do circuito, os fusíveis são instalados em série.

Ramalho Junior (2009) diz que o fusível deve ser colocado em série com os aparelhos do circuito, de modo que, ao ocorrer a fusão de seu condutor, haja interrupção da passagem da corrente elétrica. Deste jeito os aparelhos não sofreriam nenhum dano ao ser atravessados por correntes de intensidade elevada.

Quando se trata de instalações elétricas residenciais, edifícios e industriais, os fusíveis são substituídos por disjuntores na maioria das vezes. Pois, diferente dos fusíveis que quando o filamento condutor se rompe tem que ser trocado, os disjuntores não tem a necessidade de substituí-lo por um novo. Uma vez corrigido o problema o disjuntor pode ser religado.

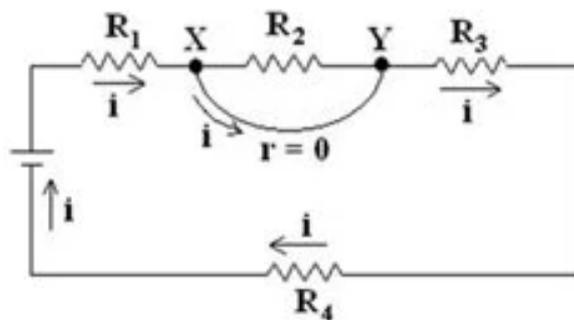
O disjuntor nada mais é que uma chave magnética que se desliga, ou se dispara, quando a intensidade da corrente ultrapassa determinado valor.

2.4 Curto circuito

Muitas vezes escutamos falar em incêndios provocados por um curto-circuito em uma rede de instalação elétrica. No entanto, faz-se necessário descobrir e entender como ocorre esse fenômeno.

Dizemos que, entre dois pontos de um circuito elétrico, ocorre um curto-circuito quando é conectado um resistor sem resistência elétrica ou com resistência desprezível. Nessa situação os pontos que antes tinham uma ddp passam a ter ddp praticamente nula. A ilustração da Figura 4 mostra tal comportamento.

Figura 4 - Pontos A e B com mesmo potencial ligados por um fio de resistência desprezível



Fonte:

Disponível

em:

<<http://educacao.globo.com/fisica/assunto/eletromagnetismo/associacao-de-resistores.html>>, (2021).

2.5 Interruptor three way

Os interruptores são também conhecidos como dispositivos de controle de segurança. Na Física sua função básica é ligar ou desligar um determinado circuito elétrico quando acionada a chave, desta forma ele permite ou não a circulação de energia elétrica, ou seja, sua principal função é interromper a passagem da energia elétrica.

Para Silva (2015) os interruptores simples são utilizados em motores de baixa potência:

Estes elementos de controle são mais utilizados e difundidos, devido a sua simplicidade e confiabilidade. Usualmente são empregados no controle de cargas de pequenas potências, entretanto é possível encontrar estes dispositivos dimensionados apropriadamente para cargas trifásicas e de média potência. (SILVA. 2015, p, 91).

Existem vários tipos de interruptores como, por exemplo, simples, duplo, paralelo também conhecido como *three way* e interruptor intermediário como o *four-way*. Em nosso trabalho, estudamos somente o simples, o duplo e o *three way*.

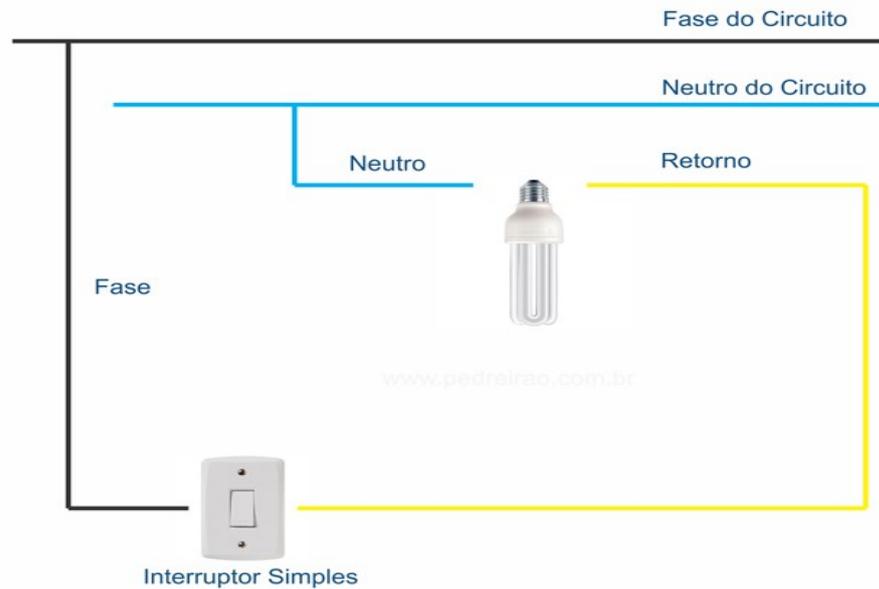
O interruptor simples é o que possui o tipo de ligação interna com apenas uma seção (Figura 5), por isso sua denominação. Com o interruptor simples é possível acionar uma única lâmpada ou conjunto de lâmpadas, este tipo de interruptor é usado em áreas pequenas como banheiros e quartos.

Figura 5 - Interruptor simples



Fonte: Próprio autor (2021).

A Figura 6 mostra o layout de instalação de uma lâmpada a partir de um interruptor simples, em que podemos observar a ligação correta dos condutores fase, neutro e retorno.

Figura 6 - Instalação de um interruptor simples

Fonte: Disponível em: <https://pedreiro.com.br/interruptores-simples-duplo-e-three-way-passo-a-passo/>, (2021).

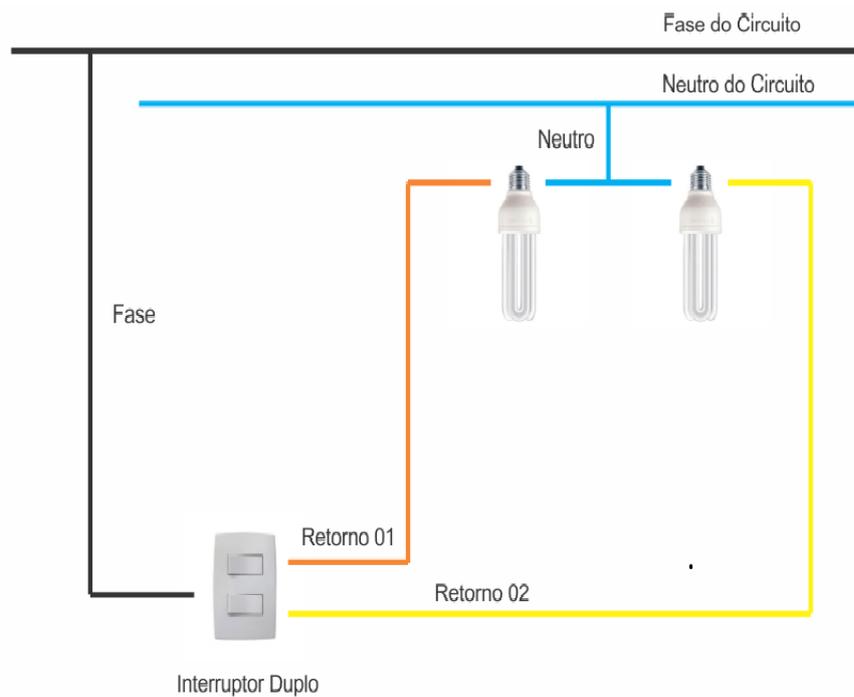
Já o interruptor duplo (Figura 7) é indicado para ambientes maiores, geralmente tem somente uma porta de acesso, com isso pode ter iluminação separada e é muito utilizado em salas de aula de escolas, áreas externas e outras. Esse interruptor torna possível acionar duas lâmpadas ou conjunto de lâmpadas em momentos diferentes, ou seja, cada tecla do interruptor é responsável por acender e apagar uma lâmpada ou conjunto de lâmpadas diferentes, pois os condutores de retorno encontram-se separados.

Figura 7 - Interruptor duplo

Fonte: Próprio autor (2021).

A Figura 8 mostra uma instalação de um interruptor duplo associado a duas lâmpadas.

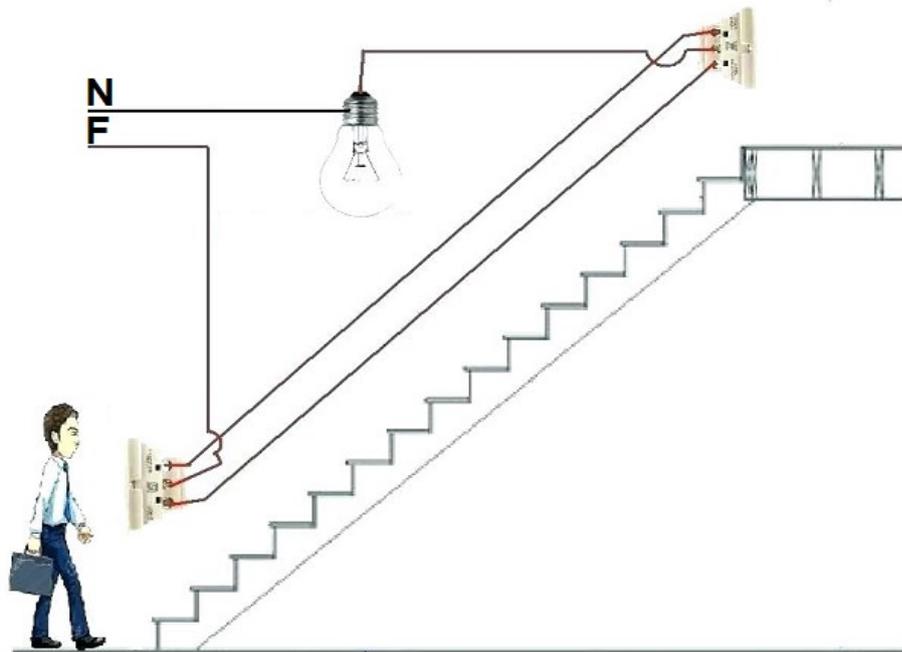
Figura 8 - Instalação elétrica de um Interruptor duplo



Fonte: Disponível em: <https://pedreiroa.com.br/interruptores-simples-duplo-e-three-way-passo-a-passo/>, (2021).

Existe também a possibilidade de acionar um ponto de iluminação de dois lugares distintos, para isso basta utilizar um interruptor *three way* que se trata de um interruptor ligado em paralelo. O interruptor *three way* é muito usado em corredores e escadas, é indicado também para grandes ambientes como salas conjugadas como estar, jantar e nos quartos, pois nos dar a comodidade de poder ligar/desligar em cada extremidade do ambiente. Na Figura 9 vemos a aplicação do interruptor *three way* em uma casa com dois compartimentos e uma escada.

Figura 9 - Ilustração de uma ligação *three way*



Fonte: Disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-interruptor-paralelo-three-way>, (2021).

Já sabemos que o interruptor *three way* é uma ligação paralela, conteúdo da eletrodinâmica, dentro da associação de resistores em paralelo, mas apesar do termo interruptor paralelo, ele recebe essa definição porque são conectados dois cabos ao interruptor, de forma com que fique um cabo paralelo ao outro, mas não se caracteriza um circuito ou ligação paralela, pois estes dois cabos não possuem dois pontos em comum e a corrente não se divide entre os cabos. O interruptor para a ligação *three way* deve ser obrigatoriamente de 03 pinos, conforme mostra Figura 10, e a forma de instalação tem que obedecer às normas específicas. Na Figura 11, podemos observar que o condutor fase e o retorno são ligados no pino do meio dos interruptores paralelos. Nunca o condutor fase deve chegar no ponto de luz, pois o motivo é evitar choque ao fazer a substituição de uma lâmpada. O condutor fase é sempre ligado no interruptor.

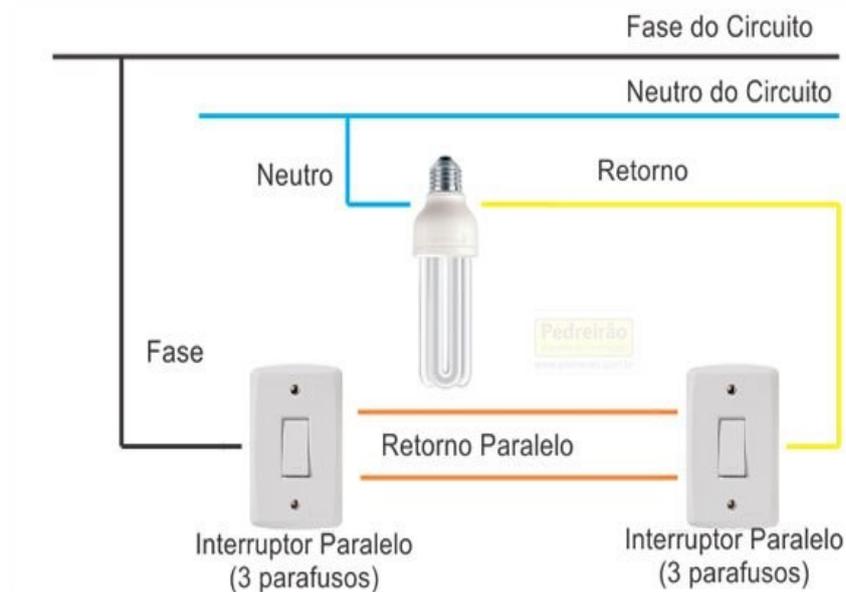
Figura 10 - Vista traseira de interruptor three way



Fonte: Silva (2015).

Na Figura 11 temos o modelo de instalação de uma ligação com interruptor paralelo ou interruptor *three way*.

Figura 11 -Instalação de interruptor *three way*



Fonte: Disponível em: <https://pedreira.com.br/interruptores-simples-duplo-e-three-way-passo-a-passo/>, (2021).

3 Desenvolvimento, Aplicação e Avaliação das Sequências Didáticas

Uma técnica de ensino muito usada para a absorção de um conteúdo ou de um conjunto de conteúdos é a sequência didática, é onde o professor através dos objetivos que pretende alcançar com seus alunos, vai organizar de forma sistêmica uma série de atividades para atingir a aprendizagem dos conteúdos selecionados para uma determinada unidade didática.

Sequências didáticas são:

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, p 18, 1998).

Assim podemos verificar que a sequência didática tem como seu princípio um conjunto de atividades entrelaçadas a um conteúdo, e tem como finalidade o aprendizado dos alunos, sempre focado nos objetivos já definidos no planejamento. Vale aqui ressaltar a importância de um bom planejar para que o professor consiga se organizar e se orientar em relação aos discentes. A partir desse conceito, esperamos que os alunos tenham uma aprendizagem significativa com essas atividades propostas, sendo a aprendizagem o alvo final e não o ensino.

De acordo com Zabala (1998, p. 21), em primeiro lugar, encontramos um referencial que está ligado ao sentido e ao papel da educação, sendo responsáveis para responder as duas perguntas chave: “Para que educar? Para que ensinar?”, denominadas pelo autor como perguntas capitais que justificam a prática educativa. Esse seria o ponto de partida para a organização do trabalho pedagógico de maneira reflexiva.

Na sequência didática que elaboramos o tema escolhido para esse trabalho foi o de Eletrodinâmica, que pode ser trabalhado somente um conteúdo, porém decidimos trabalhar vários conteúdos dentro da Eletrodinâmica, aproveitando assim os conhecimentos prévios dos alunos.

Após a definição do conteúdo, escolhe-se o modelo de sequência didática a ser utilizada, levando-se em consideração os objetivos que o professor pretende alcançar. Neste caso a sequência didática escolhida tem uma correlação com a sequência sugerida ou proposta por Moreira, uma vez que ela tem seu tópico específico bem

definido e preciso, é levado em conta os conhecimentos prévios dos alunos, através de questionários, redações e pesquisas. Essa sequência apresenta situações problemas para o aluno, aonde o mesmo é sujeito ativo, pois participa de suas etapas, fazendo com que o alunado tenha um progresso em seu conhecimento cognitivo, e por fim esta sequência didática está alinhada com a sequência proposta por Moreira, quando verificamos o bom desempenho do aluno através da avaliação da aprendizagem e da construção do conhecimento feito exclusivamente por eles, pois os mesmos tiveram capacidade de produzirem e aplicarem seus experimentos e responderam de forma precisa os questionários a eles aplicados.

Tanto o desenvolvimento como a aplicação das sequências didáticas, objeto desta investigação, foram fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nos princípios das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, propostos por Moreira, e tem como objetivo principal potencializar a aprendizagem significativa de conteúdos de eletrodinâmica. Esquemas gerais dessas sequências didáticas são mostrados nas Quadros 1 e 2, que expõem etapas, atividades, tempo previsto e objetivo de cada item destacado.

Quadro 1 - Sequência didática I

Disciplina: Física
Período: Dois meses.
Número de encontros: 10 encontros com 12 horas-aula.
Tema gerador: Eletrodinâmica – 3º ano do ensino médio
Subtemas: Corrente Elétrica, Resistores, Potência Elétrica e Energia Elétrica.
Objetivos
• Comentar sobre conteúdos de eletrostática;
• Descrever o conceito de corrente elétrica e seus efeitos;
• Reconhecer os tipos de corrente elétrica;
• Relacionar a lei de ohm e os seus efeitos nos circuitos elétricos;
• Definir potência elétrica e relacioná-la com outros tipos de potência;

<ul style="list-style-type: none">• Definir energia elétrica;
<ul style="list-style-type: none">• Inferir sobre o cálculo e redução do consumo de energia elétrica;
<ul style="list-style-type: none">• Produzir circuitos elétricos usando o efeito químico;
<ul style="list-style-type: none">• Pesquisar os fenômenos referentes aos efeitos de corrente elétrica.
Estrutura das aulas
1ª parte (duas horas-aula) <ul style="list-style-type: none">• Informação sobre a aplicação das sequências didáticas e seus objetivos; Solicitação de resumos sobre conteúdos de eletrostática, visando o levantamento de conhecimentos prévios;• Discussão dos conteúdos apresentados nos resumos e outros, complementados pelo professor; Solicitação de um trabalho escrito individual sobre os efeitos da corrente.
2ª parte (cinco horas-aula) <ul style="list-style-type: none">• Entrega e correção de trabalhos;• Ministração de aula expositiva sobre corrente elétrica e discussão; Ministração de aulas expositivas de resistores, potência e energia elétrica e discussão;• Solicitação de um trabalho escrito individual sobre quais os elementos que constam na conta de energia elétrica e como é feito os cálculos do valor dela.
3ª parte (duas horas-aula) <ul style="list-style-type: none">• Elaboração de experimentos simples utilizando material de fácil acesso e baixo custo para exemplificar a passagem de corrente elétrica – efeito químico;• Apresentação em sala de aula dos experimentos e discussão sobre os conteúdos envolvidos.
Estratégias de Avaliação
Conceitual: <ul style="list-style-type: none">• Realizar discussão diagnóstica sobre conhecimentos prévios;• Realizar discussões sobre os assuntos vistos;• Realizar avaliação com perguntas abertas para verificar se ocorreu a aprendizagem dos conceitos das aulas.

<p>Procedimental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aula prática construindo circuitos elétricos envolvendo o efeito químico, apresentação e discussão.
<p>Atitudinal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fazer pesquisas bibliográficas sobre corrente elétrica e efeitos da corrente elétrica para posterior discussão em aulas.
<p>Referência:</p> <p>Kazuhito, Yamamoto e FUKU, Luís Felipe. Física para o ensino médio. v. 3, 4 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.</p>

Fonte: Próprio autor (2021).

Quadro 2 - Sequência didática II

Disciplina: Física
Período: outubro, novembro e dezembro.
Número de Encontros: 10 encontros com 16 horas- aula.
Tema gerador: Eletrodinâmica – 3º ano do ensino médio
Subtemas: Associação de Resistores em Série, Paralelo e Mista.
Objetivos
<ul style="list-style-type: none"> • Descrever a aplicação das leis de Ohm nos circuitos elétricos; • Conhecer quando um circuito elétrico é produzido por uma ligação em série e ou paralelo e ou mista; • Construir uma montagem experimental de um circuito elétrico com lâmpadas ligadas em série e em paralelo; • Construir uma montagem experimental de um circuito elétrico <i>three way</i>; • Pesquisar o que é uma ligação <i>three way</i> e sua importância dentro das construções elétricas, e sobre o brilho das lâmpadas nos circuitos elétricos em série e em paralelo.
Estrutura da aula

1ª parte (seis horas-aula)

- Ministração de aula expositiva sobre associação de resistores em série e em paralelo, e discussão;
- Resolução de exercícios abertos;
- Solicitação de um trabalho escrito individual sobre ligação *three way* e sobre o brilho das lâmpadas em circuitos elétricos em série e em paralelo. Revisão de conteúdo.

2ª parte (três horas-aula)

- Entrega e correção de trabalhos;
- Aula experimental com demonstração de circuito misto (em série e em paralelo);
- Informação sobre um questionário que deverá ser aplicado contendo questões envolvendo conteúdo das duas sequências didáticas;
- Divisão das equipes para a construção de experimentos.

3ª parte (sete horas-aula)

- Discussão sobre a construção, pelos estudantes, de experimentos contendo circuitos elétricos em série e em paralelo, e *three way*;
- Aplicação do questionário na forma online; Verificação e discussão dos resultados dos questionários;
- Ministração de aula expositiva sobre associação de resistores em série e em paralelo, e *three way* (kit desenvolvido pelo professor);
- Discussão e exposição dos experimentos produzidos pelos alunos para a turma.

Estratégias de Avaliação**Conceitual:**

- Realizar discussões sobre os assuntos vistos;
- Realizar avaliação com perguntas abertas para verificar se ocorreu a aprendizagem dos conceitos das aulas;
- Aplicar um questionário com perguntas prontas (fechadas) contendo todos os conteúdos das sequências didáticas.

Procedimental:

- Aulas práticas de demonstração com a utilização de kits experimentais desenvolvidos pelo professor;
- Exposição de experimentos desenvolvidos pelos estudantes em equipe, para a turma.

Atitudinal:

- Fazer pesquisas bibliográficas sobre o brilho das lâmpadas em circuitos em série e em paralelo, e *three way*;
- Fazer pesquisa sobre a construção de circuitos elétricos.

Referência:

Kazuhito, Yamamoto e FUKU, Luís Felipe. **Física para o ensino médio**. v. 3, 4 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

Fonte: Próprio autor (2021).

3.1 Apresentação das sequências didáticas aos estudantes

Na aula introdutória – na primeira sequência didática – foi informado à turma sobre a utilização das sequências didáticas e seus objetivos. Para esse momento buscamos motivar a participação ativa dos estudantes nas atividades futuras e estimular o interesse dos estudantes pelo conteúdo a ser aprendido, e que serão comunicados por meio dessa metodologia.

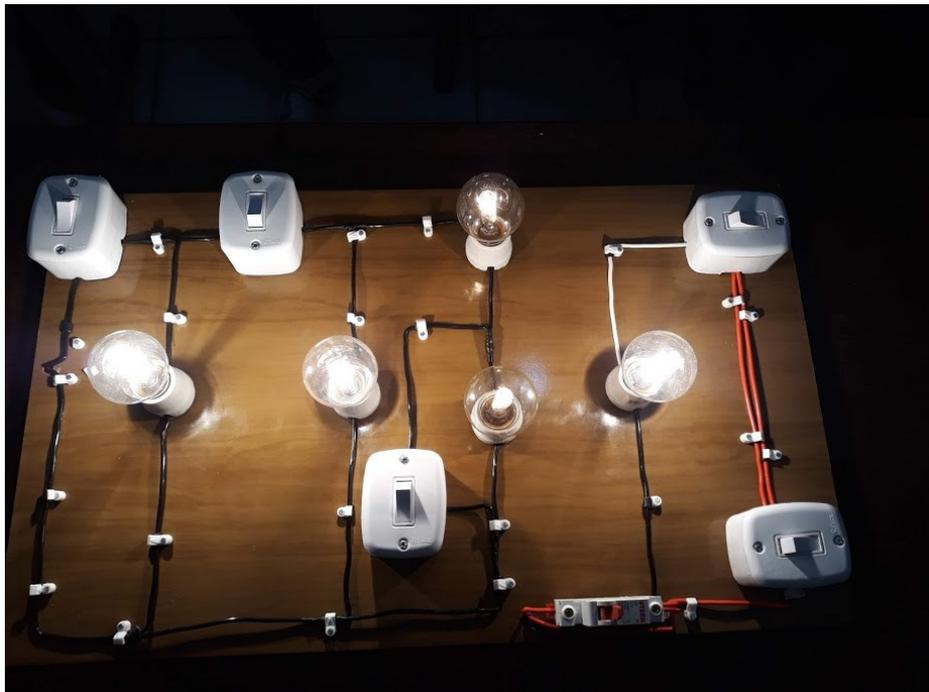
3.2 Levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes

A TAS prever que os conhecimentos prévios dos estudantes são os requisitos mais importantes, inicialmente, para que ocorra a aprendizagem significativa. Durante a aula inaugural da primeira sequência foi solicitado aos estudantes que externalizassem seus conhecimentos prévios sobre eletrostática por meio de um resumo, a fim de verificarmos quais conteúdos os alunos conseguiram aprender e assim reforçarmos aquilo que ficou vago em seu cognitivo. Esse instrumento serviu também para compor a avaliação de desempenho dos estudantes bem como da sequência didática.

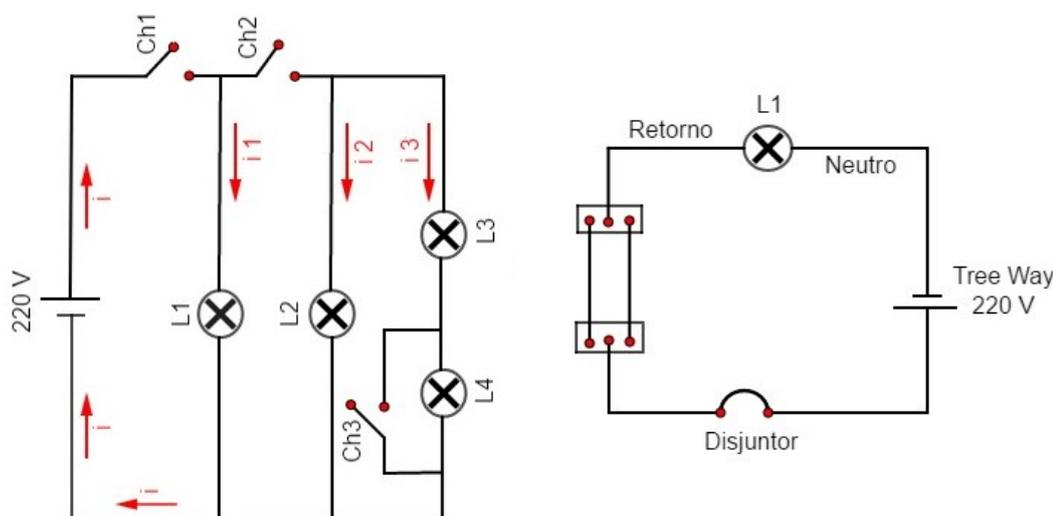
3.3 Construção e apresentação de experimentos

O professor fez uso de demonstrações experimentais, utilizando um kit experimental, inicialmente com lâmpadas incandescentes em série e paralelo, criado pelo professor e disponível na sala de laboratório da escola, e posteriormente experimentos construído por eles, para abordar conceitos sobre circuitos elétricos visando dinamizar e contextualizar a sua prática pedagógica, nas quais pôde-se relacionar conceitos tidos como abstratos e sem significado, a um objeto físico, permitindo aos estudantes a visualização direta de fenômenos. A Figura 12, mostra o experimento apresentado pelo professor e a Figura 13, o *layout* com a análise sistemática feita para compreensão de uma instalação elétrica com interruptor *three way*.

Figura 12 - Circuito desenvolvido pelos alunos para análise de uma instalação elétrica residencial



Fonte: Próprio autor (2021).

Figura 13 - Layout do circuito elétrico desenvolvido pelos alunos

Fonte: Próprio autor (2021).

Para aprimorar a participação dos estudantes, foi solicitado que se dividissem em grupos de cinco a seis integrantes e que criassem e desenvolvessem seus experimentos. Nessas atividades, os estudantes foram incentivados a fazerem pesquisas bibliográficas, e tiveram orientação para a construção e manipulação dada pelo professor. Esses experimentos foram posteriormente expostos em sala de aula/escola para toda a turma.

A exposição dos experimentos foi necessária para provocar a externalização de conhecimento por integrantes de grupos e o professor usando o potencial desta prática pedagógica para facilitar a diferenciação progressiva e ou reconciliação integrativa.

3.4 Avaliação da aprendizagem

Foram realizadas avaliações individuais tradicionais mensais, bimestrais e atividades avaliativas. Além disso, no final da aplicação da segunda sequência didática, foi aplicada uma avaliação individual (questionário final) composta por questões de múltipla escolha com apenas uma opção correta. Todas essas avaliações foram utilizadas para investigar como os conceitos relacionados aos conteúdos abordados ao longo das sequências didáticas iam sendo assimilados.

Para compor uma nota dessas avaliações, a cada questão correta foi atribuído um ponto e, para questões incorretas ou em branco, nenhum ponto. A rede estadual

de educação do Maranhão estabelece como critério mínimo 60 % de aproveitamento nas avaliações para obter aprovação.

Os estudantes também foram avaliados por meio dos instrumentos: resumo (investigativo dos conhecimentos prévios), produção e apresentação de experimentos, bem como exercícios no quadro e desafios “perguntas e respostas”.

A análise dos resumos foi realizada por meio de uma leitura de verificação dos escritos, sendo imputados conceitos satisfatório, regular e insuficiente. O primeiro foi atribuído para os estudantes que externaram conhecimentos suficientes para dar suporte a novas aprendizagens relacionadas às sequências didáticas. O segundo, para aqueles que apresentaram conhecimentos regularmente consolidados com relação ao tema e o último conceito, para aqueles que externaram muito pouco ou nenhum conhecimento.

A análise da produção e apresentação dos experimentos foi realizada por meio das solicitações requeridas ao professor pelas equipes de trabalho durante a confecção dos experimentos, pelo produto apresentado, pelo nível de organização e a concatenação dos conceitos apresentada durante a exposição. Para essas atividades, foram dados conceitos satisfatório, regular e insuficiente. O primeiro foi atribuído para a equipe que externou conhecimentos consolidados relacionados à sequência didática. O segundo, as equipes que apresentaram parte dos conhecimentos consolidados e o último, para as equipes que externaram muito pouco ou nenhum conhecimento consolidado relacionado às sequências didáticas.

4 Instrumento de Coleta de Dados

Neste trabalho foram utilizados alguns instrumentos de coleta de dados com o objetivo de identificar conhecimentos prévios, registrar eventos relevantes, identificar a ocorrência de aprendizagem significativa e, por fim, para avaliar as sequências didáticas, verificando se elas são potencialmente significativas.

Durante a aplicação foram anotadas, pelo professor, impressões sobre o desenvolvimento das atividades, atentando para as reações, ações e interações provocadas pelas atividades. São importantes, por exemplo, as dificuldades apontadas pelos estudantes, se o tempo gasto na execução de cada atividade foi adequado, pontos positivos e negativos indicados pelos estudantes e pelo professor, entre outros aspectos. Devido ao tempo de aula ser reduzido o registro de todas as impressões importantes observadas no transcorrer das aulas foram registradas após a finalização das atividades. Esse instrumento serviu para compor a avaliação do desempenho das sequências didáticas. Além disso, a análise dessas impressões foi realizada por meio de uma leitura posterior, objetivando avaliar e orientar possíveis alterações nas sequências didáticas.

Ademais, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados as pesquisas, as avaliações objetivas, a confecção e a exposição de experimentos.

5 Detalhes da Aplicação das Sequências Didáticas

No início do ano letivo de 2019, conversamos com os alunos de determinada turma e com a direção da escola sobre a possibilidade de construção e validação de um material didático e instrucional a ser desenvolvido no ambiente de sala que iria acontecer no segundo semestre do corrente ano. Os alunos ficaram empolgados e ao longo do ano demonstraram bastante interesse com relação à atividade a ser desenvolvida. A escola também acreditou em nosso trabalho e aceitou que o desenvolvesse – no Anexo I se encontra o termo de anuência assinado pela direção da escola e pela coordenação do Programa de Mestrado em Ensino de Física da UFMA.

Descreveremos agora a mediação de todo nosso trabalho. Com relação aos objetivos propostos, conseguimos alcançar nossa meta e todos foram realizados com êxito, sendo importante ressaltar que tivemos a aceitação e participação de todos os alunos da turma que escolhemos para desenvolver nosso trabalho.

No quesito referente à estrutura da aula, a primeira parte iniciou na segunda semana de agosto, no dia 08, com uma breve explicação das atividades que realizaríamos e depois começamos a aula com uma discussão livre em sala de aula e um resumo, a fim de verificarmos os conhecimentos adquiridos sobre eletrostática, conteúdo visto anteriormente e pré-requisito para o conteúdo de eletrodinâmica, do qual nossas atividades foram desenvolvidas. O desempenho dos alunos até então foi satisfatório, pois quase a totalidade da turma demonstrou ter aprendido os conteúdos.

Depois apliquei um questionário prévio através de duas perguntas que as coloquei no quadro de sala. Ambas as perguntas foram referentes à associação de lâmpadas em série e paralelo e sobre um circuito *three way*, a fim de saber qual conhecimento nível eles tinham a respeito do conteúdo que iríamos trabalhar. As perguntas foram:

- 1) O que você conhece sobre um circuito elétrico de associação de lâmpadas em série e paralelo?
- 2) Você já ouviu falar de ligação *three way*? Sabe sua finalidade?

Para a primeira pergunta, os 41 alunos presentes, de um total de 42, foram unânimes respondendo que sim, que já tinham visto, em experimentos feitos em anos anteriores com exposições na própria escola. Porém, somente 8 alunos conseguiram

explicar a fenomenologia em questão envolvida no experimento de forma correta. Já na segunda pergunta dois alunos já tinham ouvido falar e somente um explicou de forma razoável sobre o funcionamento de um interruptor *three way*. No Quadro 3, apresentamos algumas respostas dos alunos às duas perguntas lançadas como análise dos conhecimentos prévios dos alunos.

Quadro 3 - Resumo das respostas dos alunos ao questionário prévio

<p>Respostas adequadas referente a 1ª questão.</p>	<p>“Oito alunos responderam de forma clara e precisa que um circuito elétrico é um caminho por onde a corrente elétrica irá passar. E falaram que as lâmpadas em série não acendem quando uma queima e as em paralelo acendem”.</p>
<p>Respostas inadequadas referente a 1ª questão.</p>	<p>“Já vi essas experiências, mas não sei explicar agora não”.</p> <p>“Vi aqui na escola ano passado, mas a física não sei como é”.</p> <p>“Uma região por onde passa energia”.</p>
<p>Respostas adequadas referente a 2ª questão.</p>	<p>“É uma ligação que tem a finalidade de ligar e desligar uma lâmpada em lugares diferentes, por exemplo, uma casa de andar, liga no começo da escada e desliga no segundo andar”.</p>
<p>Respostas inadequadas referente a 2ª questão.</p>	<p>“Já ouvir falar sobre uma ligação <i>three way</i>, mas não lembro como é”.</p>

Fonte: Próprio autor (2021).

Na segunda parte da aula solicitamos que fizessem uma pesquisa sobre os efeitos da corrente elétrica. Para tal pesquisa foi dado um prazo de uma semana, que após a entrega e correção, verificamos que dos 42 alunos somente um aluno não apresentou, ou não realizou a pesquisa.

Na aula do dia 15, iniciamos o conteúdo de corrente elétrica e para nossa surpresa, constatamos uma participação marcante dos alunos quando comparada a outras aulas que foram realizadas sem essas estruturas, isso sem contar que os conhecimentos prévios que eles tinham sobre corrente elétrica foram de suma importância para o bom andamento da aula. Debates sobre os tipos de corrente, sobre os sentidos e os efeitos da corrente elétrica. Como os alunos já tinham realizado a pesquisa sobre efeitos da corrente elétrica, deixamos livre para que explicassem a importância desses efeitos no nosso cotidiano e depois os dividimos em equipes para que apresentassem alguns experimentos. Nessa etapa ficou evidente a mudança de ânimo dos alunos quando são valorizados ao se sentirem parte integrante do processo ensino aprendizagem, uma vez que essa prática pedagógica associada a aulas experimentais não é adotada com frequência pela escola.

Na aula seguinte, terceiro encontro, dia 21, comentamos sobre os resistores e sua finalidade em um circuito elétrico. Nesta aula abordamos os conteúdos das leis de Ohm, resistência e potência elétrica. Finalizamos todo esse conteúdo na aula do dia 22 com exercícios teóricos e um prático, que foi entender a conta de energia elétrica de suas residências. Para esta última seguimos um exemplo do livro texto aplicando a fórmula de consumo:

$$\text{Consumo [kWh]} = \frac{\text{Potência do equipamento [W]} \times \text{nº de horas utilizadas [h]}}{1000}.$$

Para avaliarmos o desenvolvimento da aprendizagem de nossa prática pedagógica até este momento, realizamos um debate sobre situações problema que envolviam discussões sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula e verificamos que houve a participação neste debate de todos os alunos, sem exceção. Essa participação ativa dos alunos demonstra o bem estar gerado em sala de aula, que é uma condição fundamental para a construção do conhecimento.

Uma vez que eles já teriam fixado o conteúdo em seu cognitivo sobre corrente elétrica, circuito elétrico entre outros assuntos, nós partimos para a parte

procedimental. Nessa etapa, eles produziram um experimento simples, para explicar a passagem da corrente elétrica, feito com materiais alternativos de fácil acesso e de baixo custo como limão, moedas de cobre, pregos, cliques de zinco, fios e uma pequena lâmpada de LED. Em seguida dividimos a turma em 10 equipes compostas por 4 ou 5 alunos cada e fizemos algumas perguntas para os componentes a fim de avaliarmos e os bonificarmos. No que tange a avaliação das respostas, verificamos um bom nível de domínio de conteúdo de forma tal que pudemos evidenciar indícios de aprendizagem dos estudantes. E como bonificação pelo sucesso até então da aplicação de nossa prática pedagógica, deixamos outras opções de experimentos para verificarem a passagem da corrente elétrica em um circuito.

Assim, finalizamos a aplicação de nossa primeira sequência didática e podemos avaliá-la como positiva, pois os alunos atingiram o rendimento esperado, o que nos permite seguir com a segunda sequência didática proposta.

A primeira parte da segunda sequência didática foi realizada em dia 05 de setembro, na qual fizemos a apresentamos os seguintes conteúdos: associação de resistores em série e em paralelo juntamente com exercícios de fixação. No dia 12 fizemos uma atividade de associação de resistores no quadro para os alunos discutirem em grupos, mas que somente um deveria responder. No dia 26 passamos uma pesquisa sobre a intensidade do brilho das lâmpadas num circuito em série e em paralelo e sobre ligação *three way* de interruptores.

No dia 09 de outubro, demos continuidade a sequência didática com uma aula experimental com lâmpadas num circuito misto e explicamos cada fenômeno existente nesta prática experimental. Aqui não explicamos nada sobre a ligação *three way*.

Devido à proximidade da prova do ENEM e de simulados elaborados da Secretaria de Educação do Estado, interrompemos as atividades da sequência, tendo a retornado somente em novembro.

Em 20 de novembro retomamos as atividades e comentamos sobre um questionário que eles iriam responder sobre todos os conteúdos vistos nas duas sequências didáticas, além de os dividirmos em equipes para que escolhessem suas experiências.

Nos dias 27 e 28 de novembro, os alunos se reuniram para desenvolver um experimento com lâmpadas num circuito misto, ou seja, um circuito com ligações em série e em paralelo, com interruptores em ligação *three way*. Nesse momento separamos as equipes e as deixamos livre com relação as escolhas dos

experimentos. Esta etapa é de extrema importância que o professor atue como mediador entre o grupo e a tarefa, pois como esta atividade compreende uma investigação orientada, os alunos se deparam com diversas situações que favorecem a aprendizagem através da elaboração de estratégias experimentais que atestam a teoria estudada nas aulas anteriores.

Concluídos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais proposta nesta sequência didática, os alunos responderam nos dias 27 e 28 de novembro um questionário online enviado pelo professor via *Google Forms*.

Ainda no aspecto procedimental de nossa prática pedagógica, apresentamos nossa primeira proposta de produto educacional no dia 04 de dezembro a turma. O produto compreende em um kit experimental em eletrodinâmica. Na exposição do kit nos preocupamos em demonstrar todos os estágios de sua construção, possíveis análises das etapas de seu funcionamento e onde podem ser encontradas suas características no cotidiano. Como era de se esperar em relação a receptividade do kit pelos alunos, eles se impressionaram e consensualmente argumentaram que “se as aulas fossem assim antes eles teriam aprendido mais do que com as aulas teóricas”.

Essa experimentação foi realizada pelo professor nas 4 turmas, porém toda a sequência didática foi realizada somente em uma sala. No dia 10 de dezembro ocorreu a demonstração dos alunos referentes as experiências, no tocante a participação dos alunos, somente dois alunos não apresentaram, sendo assim de um universo de 42 alunos, 40 apresentaram seus experimentos em equipe. Percebemos que o aprendizado através das experiências feitas por eles, seguindo um dos pilares da educação que é o aprender fazendo, deixa o aluno com um maior interesse em aprender Ciências, em aprender a Física. Eles se empolgaram nas apresentações e sugeriram que nos anos seguintes os professores seguissem essa linha de aprendizado.

Portanto, nesta segunda sequência didática o desempenho dos alunos foi melhor do que na anterior, como era de se esperar, pois segundo Ausubel (2003), os alunos tiveram uma aprendizagem por recepção significativa, que acontece quando temos uma relação lógica entre uma nova ideia e algumas outras já existentes na estrutura do cognitivo.

Após a análise das respostas dos alunos feitas no questionário online, externei a eles que o resultado foi animador, pois percebi que eles absorveram todos

os conteúdos e se empenharam em participar de todas as etapas das sequencias propostas. No Apêndice II encontra-se o questionário aplicado aos alunos e as respectivas respostas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. 1 ed. Lisboa: Paralelo, 2003.

HEWITT, Paul G. **Física Conceitual**. 12 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

LÜDKE, Menga. ANDRE, Marli E.D.A. **A Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

SILVA, Marcelo Freitas da. **Eletricidade**/Marcelo Freitas da Silva. – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2015.

YOUNG, H. D. **Física III**: Eletromagnetismo/Young e Freedman [colaborador A. Lewis Ford], São Paulo, Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE I: Questionário pós teste aplicado via *Google Forms*

Questionário 1.

Com base nas aulas e no seu conhecimento prévio, responda as questões referentes ao questionário em Física sobre um "kit Experimental em Eletrodinâmica".

***Obrigatório**

1 Eu gosto da disciplina Física? *

- O sim
- O não
- O mais ou menos

2 No que diz respeito as aulas experimentais, elas contribuem para melhorar o aprendizado da Física? Por que? *

- O sim, pois essas aulas são ferramentas que auxiliam o aprendizado do aluno.
- O tanto faz, pois o objetivo é a aprovação na disciplina Física.
- O não, pois a Física é uma disciplina complexa tanto com aulas tradicionais ou experimentais.

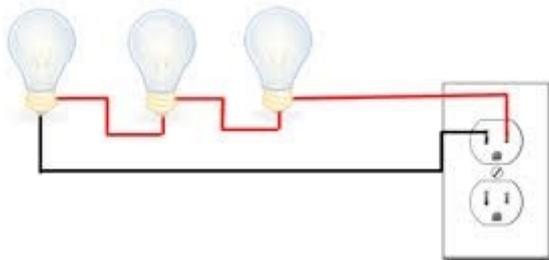
3 Com relação as aulas experimentais que tivemos ao longo do ano letivo, qual a sua opinião? *

- O foram interessante, pois resgataram o interesse em aprender Física.
- O foram interessantes, pois contribuíram para melhoria de minha nota.
- O foram normais.

4 Qual sua concepção sobre o que é um circuito elétrico? *

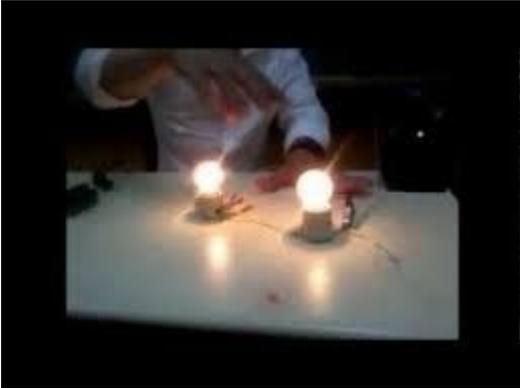
- O não tenho ideia do que seja.
- O são caminhos para a transmissão da corrente elétrica, ou seja, da eletricidade.
- O um círculo por onde passa energia elétrica.

5 Em um circuito em série com duas ou mais lâmpadas iguais e ligadas, o que acontece com a corrente elétrica se uma das lâmpadas queimar? *



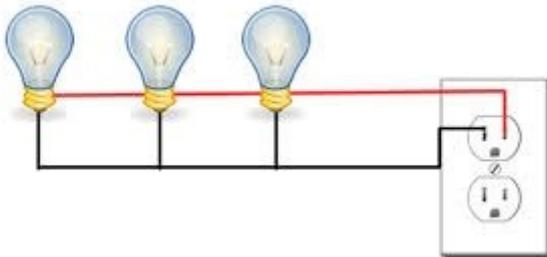
- O a corrente passa e acende as outras lâmpadas, pois o circuito está fechado.
- O a corrente passa e acende só uma lâmpada, pois para as outras, o circuito abriu.
- O a corrente não passa, pois o circuito só tem um caminho e o mesmo se abriu.

6 Em um circuito em série com duas ou mais lâmpadas iguais e ligadas, o que acontece com o brilho das lâmpadas se adicionarmos outras lâmpadas? *



- O o brilho aumenta, pois aumentou a resistência elétrica
- O o brilho permanece o mesmo
- O o brilho diminui, pois com adição de lâmpadas a tensão fica menor.

7 Em um circuito em paralelo com duas ou mais lâmpadas ligadas, o que acontece com a corrente elétrica se uma das lâmpadas queimar? *



- O a corrente passa e acende as outras lâmpadas, pois o circuito tem outros caminhos.
- O a corrente não passa e não acende as outras lâmpadas.
- O a corrente passa e acende só próxima lâmpada.

8 Em um circuito em paralelo com duas ou mais lâmpadas ligadas, o que acontece com o brilho das lâmpadas se adicionarmos outras lâmpadas? *



- O o brilho aumenta, pois aumentou a ddp.
- O o brilho permanece o mesmo, pois a ddp não muda, não modificando a potência.
- O o brilho diminui, pois a corrente diminui.

9 você já tinha ouvido falar em ligação three way, antes da fala do professor de

Física? *

sim e sei pra que serve.

sim, mas não lembro.

não, nunca tive conhecimento.

APÊNDICE II: Resumo das sequências didáticas propostas

Perguntas	Respostas
Quais as situações problemas que utilizamos?	Os experimentos.
Como foram expostos os conteúdos?	Aulas expositivas, experimentos, pesquisas, vídeo aula.
Como foi o aumento da complexidade do conteúdo?	Através de exercícios voltados para eles. Aumentando gradativamente o nível de dificuldades.
Na avaliação, quais as evidências de aprendizagem significativas?	Os exercícios, as provas, as pesquisas e os experimentos.
Como fiz para saber os conhecimentos prévios?	Um questionário com duas questões.

Frank Herik Valente Silva
Professor de Física e autor deste e-book
E-mail: fherik@hotmail.com

CIRCUITOS ELÉTRICOS DE ASSOCIAÇÃO COM LÂMPADAS

UM KIT EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA ELETRODINÂMICA

“Não temo dizer que inexistirá validade no ensino de que não resulta um aprendizado em que o aprendiz não se tornou capaz de recriar ou de refazer o ensinado, em que o ensinado que não foi aprendido não pode ser realmente aprendido pelo aprendiz”.

(Paulo Freire)