UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

POLO 58

JOSÉ FELIPE LEAL BATISTA

PRODUTO EDUCACIONAL

Título: **A utilização de experimentos orientados na construção das competências no ensino da eletrodinâmica no Ensino Médio**

RECIFE

2023

JOSÉ FELIPE LEAL BATISTA

Título: **A utilização de experimentos orientados na construção das competências no ensino da eletrodinâmica no Ensino Médio**

Dissertação apresentada ao Polo 58 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Uso de tecnologias no ensino de física .

Orientador: Dr. ALEXANDRO CARDOSO TENÓRIO

RECIFE
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas pessoas que colocou no meu caminho e me permitiram ter a oportunidade de alcançar este objetivo.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela promoção e realização do curso através da gestão do programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.

A todos os professores do programa, pelo conhecimento compartilhado, que muito contribuíram no meu desenvolvimento profissional. Em especial agradeço a Prof. Dr. Alexandro Cardoso Tenório, pela sua parceria na inestimável orientação durante a elaboração deste trabalho.

E finalmente a todos que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de financiamento 001.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 39

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 39

2.1. Aula experimental de circuitos elétricos uma ferramenta envolvente 39
2.2. Proposta de construção de circuito elétrico voltado para o ensino 40
2.3. Sequência de ensino de alguns conceitos básicos de eletrodinâmica 42

3. METODOLOGIA 49

3.1. Desenvolvimento das atividades em grupo com experimentos orientados 49
3.2. O trabalho em grupo 51
3.3. Aplicações da sequência didática e uso do circuito elétrico 51

4. RESULTADOS 53

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 56

REFERÊNCIAS 60

1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Não é preciso ir muito longe, para perceber que o ensino tradicional ainda é muito comum na educação básica brasileira. Apesar dos avanços tecnológicos, que nas últimas décadas, vem transformando a sociedade de forma acelerada e tremenda, o professor, na sala de aula, ainda costuma centralizar a exposição do conteúdo, dando pouco espaço para a participação do alunado. No caso específico da física, que é o nosso interesse aqui, no trabalho, o professor costuma se preocupar muito com a apresentação das leis físicas, fórmulas matemáticas e repetição de exercícios de fixação. Os alunos ficam assim em uma situação muito passiva, com pouco espaço para interação entre os alunos, para reflexão sobre o próprio progresso e aprendizagem e para questionar.

O professor, posicionado no centro do processo, tem poucas condições de saber se o aluno esta acompanhando, aprendendo o que é esperado. Afinal, o feedback costuma se restringir a hora da avaliação, nas provas, quando muitas vezes não há mais tempo para correção de rumos. Tendo essa problemática, como elemento inquietador, o presente trabalho busca contribuir com a atualização do ensino de física.

Nossa preocupação aqui não esta no ensino de toda a física, mas voltamos nossa atenção para o aprendizado da Eletrodinâmica no ensino médio em particular aos circuitos elétricos simples associados a situações do nosso cotidiano. A proposta aqui busca promover um ambiente de aprendizagem mais participativo e colaborativo, onde os alunos sejam mais ativos, protagonistas, na direção de uma aprendizagem potencialmente significativa (MOREIRA, 2010).

Para tanto, o presente material propõe uma abordagem do ensino da eletrodinâmica, buscando uma conexão entre os conceitos físicos envolvidos e as aplicações práticas na vivência dos alunos. A estratégia segue os princípios do ensino por investigação no qual consti-

tui uma abordagem que promove o questionamento, o planejamento, a escolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação, conforme sugerido por Carvalho (2013), no sentido de engajar o estudante por meio de uma abordagem contextualizada, na busca por um aprendizado mais reflexivo e investigativo.

Em geral, a abordagem aqui descrita se inicia com o estudo da teoria que fundamenta o conhecimento científico que se pretende ensinar. Em seguida, em uma nova etapa, iniciamos o processo de ensino por investigação. Aqui, o processo faz uso da estratégia da problematização, pautada em atividades experimentais investigativas. O intuito seria assim aprofundar os conhecimentos prévios e impulsionar a aprendizagem para uma ênfase potencialmente significativa, avançando no detalhamento do campo de estudo.

Na presente proposta, aqui defendida, os estudantes realizam atividades práticas investigativas, utilizando um modelo de circuito elétrico de baixo custo (DOS SANTOS; DE CARVALHO PIASSI; FERREIRA, 2004), especialmente desenvolvido, para esta dissertação, com vistas a subsidiar a aprendizagem de elementos da eletrodinâmica e de conceitos subjacentes ao tema proposto. Para tanto, enfatizamos que o professor precisa assumir o papel de orientador dos alunos, em suas dúvidas e questionamentos, ao propor uma sequência investigativa. O objetivo é assim envolver os alunos na problematização e estimular discussões em pequenos grupos, que são essenciais no desenvolvimento reflexivo dos conceitos científicos envolvidos, em uma perspectiva colaborativa e participativa dos estudantes.

Nesse contexto, o circuito elétrico é utilizado como instrumento de ensino, permitindo que os alunos apliquem na prática o que foi previamente abordado, verificando a capacidade de aplicar os conceitos aprendidos em situações mais próxima do real. Por fim, para consolidar o aprendizado e o desenvolvimento de competências da área das ciências naturais e suas tecnologias, entramos na fase do “projeto” e incentivamos que os alunos desenvolvam atividades práticas experimentais escolhidas, pelos próprios estudantes, conforme os seus próprios

interesses. Para a presente proposta, a turma foi dividida em dois grupos e os estudantes iniciam o processo de pesquisa e seleção de um experimento ou projeto que sejam de seu interesse e estejam relacionados ao tema estudado. De maneira geral, alguns fatores, como a questão financeira, disponibilidade de tempo e interesse ou curiosidade, podem afetar as escolhas dos alunos. E novamente, ressaltamos que o professor se posiciona como orientador no desenvolvimento do projeto escolhido, sem interferir nas escolhas dos alunos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Foi desenvolvido em sala de aula e outros ambientes escolares alguns procedimentos e ações metodológicas. Tais procedimentos são descritos a seguir para viabilizar a execução de um trabalho dentro das ideias expostas anteriormente.

O trabalho traz uma proposta que permita ao educador pavimentar a construção de conhecimento, pautado na interação do aluno com o mundo real bem como ampliar a interação dos estudantes com o professor e os colegas, neste caso, relacionando-o com circuitos elétricos.

2.1 Aula experimental de circuitos elétricos: uma ferramenta envolvente

O trabalho com atividades experimentais no ensino de física habitualmente é apresentado como uma estratégia de ensino que possui maior motivação para o estudo, segundo a visão dos educadores (GIORDAN, 2009; ARAÚJO; ABIB, 2003 e FORÇA; LABURÚ, 2011), devido sua potencialidade em reproduzir e simular fenômenos da natureza, mesmo que no ambiente de sala de aula, além de promover a visualização e a concepção de conceitos abstratos e difíceis.

As atividades experimentais ganharam evidência (BARRETO, 2019), por permitir que os alunos evoluam, por abrir a possibilidade de desenvolverem habilidades analíticas cognitivas imprescindíveis para o crescimento como investigador, como: analisar, identificar, eleger, estabelecer e testar teorias e modelos, cooperando assim para a exercício da autonomia (TAVARES, 2008), virtude pujante de hierarquia na linha graduada de competências.

Atividades experimentais como essa, por exemplo, não pode ser considerada somente uma experiência de averiguação e aquisição de um valor experimentalmente previsto. O docente deve ter clara consciência da sua importância na construção da consciência cognitiva. Ao concretizar a atividade, o aluno irá apreciar um método característico para verificar a variação de pequenas medidas, normalmente imperceptíveis a olho nu. O uso de instrumentos adequados para aferição de valores é de extrema importância e na maioria das vezes provocam a socialização de estudantes excluídos e ou desmotivados (CARNEIRO; FIGUEIREDO; LADEIRA, 2020)

Nesta seção indicaremos a atividade experimental de circuitos simples a ser implantada em sala de aula ou em ambientes não formais de ensino, que possa ser administrada mesmo em escola que não dispõem do laboratório de física experimental.

2.2 Proposta de construção de circuito elétrico voltado para o ensino

A sugestão de atividade experimental em questão é a construção de um circuito elétrico de baixo custo. Nele os alunos terão a possibilidade de desenvolver o conhecimento sobre conceitos da eletrodinâmica com a realização de testes experimentais, que podem ter como início, a demonstração do acendimento de uma lâmpada em sua residência, verificação de fenômenos e leis, sempre realizando as atividades de forma investigativa, partindo de uma observação, o aluno é instigado a analisar, estabelecer hipóteses, argumentar e enfim explicar o fenômeno.

No entanto, uma atitude mais cuidadosa na execução das tarefas é importante, sobretudo no início, alertando dos perigos e cuidados, pois muitos dos alunos têm pouca ou nenhuma vivência de trabalhos em laboratório ou práticas experimentais, especialmente no que tange os cuidados que se deve ter ao lidar com eletricidade (SOUZA FILHO, 2004.). Assim,

para esta proposta, as atividades investigativas são realizadas pelos alunos com a assistência e supervisão do professor (ARAÚJO; ABIB, 2003 e BORGES, 2002), sempre com a perspectiva de promover a autonomia dos sujeitos no manejo das práticas experimentais e investigativas.

O ensino de conceitos de Eletrodinâmica e suas aplicações de uma maneira contextualizada são de crucial importância, pois circuitos elétricos estão em qualquer tipo de situação em nosso cotidiano (RAMIREZ, 2019 e NETO, 2018). Os estudantes têm no seu cotidiano contato com a eletrodinâmica por todos os lugares onde vivem, nas suas casas, escolas, igrejas, prédios públicos, entre outros.

Apesar do constante contato com diversos circuitos elétricos no dia-a-dia, os alunos frequentemente não sabem como funcionam seus elementos e fazem muita confusão com os nomes ou conceitos relativos aos circuitos. Embora, os livros tragam ilustrações, a associação da simbologia com situações reais pode não ser tão simples e direta. Muitos alunos, até mesmo os adultos, tem uma concepção prévia dos conceitos de física e dos elementos que constituem um circuito elétrico, mas é muito natural que tais concepções não estejam completamente claras.

Normalmente, os conhecimentos populares são transmitidos sem termos e descrições dentro do que estabelece a comunidade científica, apenas baseados no senso comum (NASCIBEM; VIVEIRO, 2015). No entanto, essas perspectivas populares não devem ser desprezadas e o conhecimento deve ser construído valorizando cada questionamento e a resposta dada (XAVIER; FLÔR, 2015.).

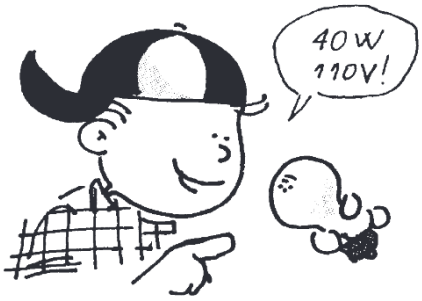
2.3 Sequência de ensino de alguns conceitos básicos de eletrodinâmica

Geralmente, a sala de aula é onde a maioria dos alunos tem contato mais formal com os conceitos científicos. Entretanto, no ensino de física, muitos não conectam a sua vivência cultural ao seu conceito intuitivo prévio, principalmente quando não se usa material concreto como apoio ao ensino. Com o propósito de construir efetivamente um conhecimento significativo capaz de modificar a consciência cognitiva dos alunos, apresentaremos a seguir algumas sugestões para a organização de uma sequência didática dentro da perspectiva de um ensino ativo, participativo e colaborativo.

a) Tensão elétrica/ddp - medida em volts (V)

Tensão elétrica é a força elétrica que provoca a circulação de corrente, que faz as cargas elétricas entrarem em movimento. Quando entre dois corpos, ou entre dois pontos, existe uma diferença de quantidade de cargas, então dizemos que temos uma diferença de potencial elétrico (d.d.p) ou uma tensão elétrica. (INBRAEP, 2020) Ela representa a força impulsionadora que causa o movimento das cargas elétricas através de um condutor e está relacionada ao trabalho necessário para transportar uma carga elétrica de um ponto a outro contra a resistência elétrica. A maioria dos alunos tem dificuldades em diferenciar o conceito de tensão e potência, o que se deve a falta de compreensão da aplicação desses conceitos, como no exemplo da (figura 1) abaixo na tirinha, é muito comum os estudantes confundirem tensão elétrica com potência.

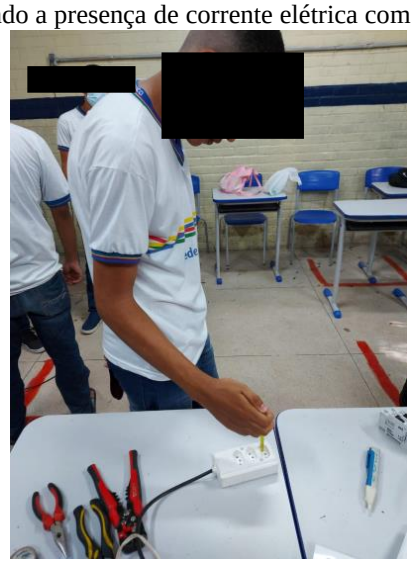
Figura 1: Criança lendo com autonomia as especificações técnicas de uma lâmpada residencial comum. COPELLI, C. 1993.



fonte: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/blocos/eletro1.pdf

Por exemplo, o professor pode realizar a medida na entrada do circuito e apresentar o resultado e estimular discussões. Sabemos que existem diferenças entre as tensões que efetivamente chegam nas casas, isso varia de estado em estado, e em cada residência. Usando uma chave de teste (figura 2) o professor pode mostrar que em um dos fios tem um determinado potencial e que o outro fio não tem potencial, e que por esse motivo tem-se entre eles uma diferença de potencial.

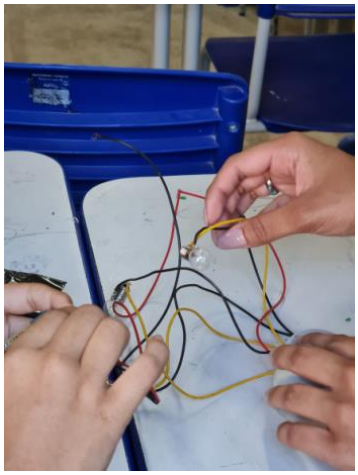
Figura 2: Verificando a presença de corrente elétrica com chave teste



fonte: (arquivo pessoal)

Pode-se aqui abordar sobre o processo de transmissão de energia no país e comentar sobre a função dos transformadores ressaltando informar os devidos cuidados para analise de um equipamento desses.

Figura 3: Lâmpada ligada ao circuito



fonte: (arquivo pessoal)

Com uma lâmpada ligada no circuito (figura 3), os alunos sob a supervisão do professor podem efetuar a medida da tensão na lâmpada, e explicar que sem a diferença entre os potenciais não haveria corrente elétrica no circuito. Vale também comentar que em cada aparelho vem uma especificação técnica informando a tensão na qual o aparelho foi projetado para funcionar. Apesar de popularmente as tensões mais conhecidas serem a de 110 V e 220 V, podendo ser menor em outros equipamentos como brinquedos a bateria por exemplo.

b) Potência elétrica - medida em watts (W)

A potência elétrica pode ser definida como a conversão de energia elétrica em outra energia útil ao ser humano. No caso de um chuveiro elétrico, por exemplo, quanto maior a potência elétrica, maior a quantidade de calor que ele gera para aquecer a água. Em um elemento consumidor de energia, a potência elétrica representa a taxa de consumo de energia elétrica em determinado tempo, ou seja, a sua velocidade de consumo. A unidade de medida da potência elétrica é o watt, simbolizado pela letra W. (INBRAEP, 2020).

Do ponto de vista físico, o conceito de potência elétrica está diretamente relacionado com o consumo de energia em um determinado intervalo de tempo. Ela é a taxa na qual a

energia elétrica é convertida, transferida ou consumida em um circuito elétrico. Os aparelhos elétricos têm sua potência nominal específica, para ligações em tensões especificadas para o seu funcionamento normal conforme podemos ver na figura 4.

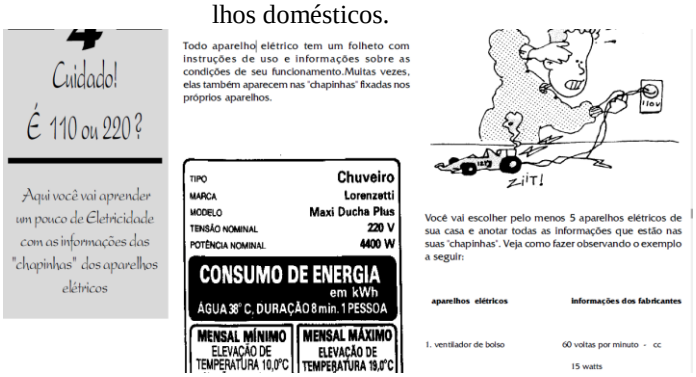
Figura 4: Imagem representando que tensão e potência estão presentes em nosso cotidiano.

Fonte: Livro GREF > http://www.if.usp.br/gref/

Normalmente, as embalagens e etiquetas dos aparelhos contêm informações sobre a potência elétrica e a diferença de potencial (ddp) necessária para a operação correta do dispositivo (figura 5). Em outras vezes, as informações fornecidas incluem a tensão e corrente nominais, pois a potência é obtida a partir do produto desses dois valores.

É importante o professor apresentar aos alunos, dentro da própria escola alguns aparelhos de potências diferentes, e ainda pode ensiná-los a identificar a onde estão informações de corrente, voltagem ou potência nos produtos. Levar o aluno a compreender que quanto maior a potência de um aparelho, maior será a energia consumida no funcionamento dele, num mesmo intervalo de tempo.

Figura 5: Imagem representando a etiqueta indicando as especificações de tensão e potência em aparelhos domésticos.



fonte: Livro GREF > http://www.if.usp.br/gref/

c) Corrente elétrica - medida em Amperes (A)

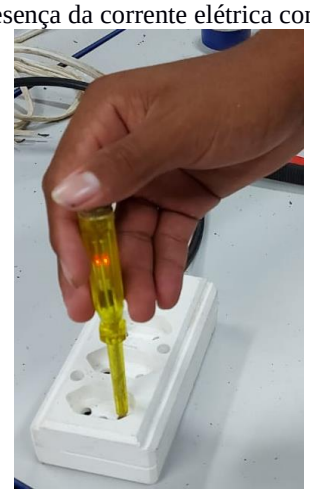
Corrente elétrica, expressa em Amperes (A), é o movimento direcionado de elétrons em um condutor ou circuito elétrico. Ou seja, é o fluxo/intensidade de cargas elétricas. (INBRAEP, 2020)

Figura 6: Os fenômenos da eletricidade estão presentes em vários aspectos da vida cotidiana. COPELLI, C. 1993

fonte: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/gref/blocos/eletro1.pdf

A corrente elétrica também é um grande enigma para os alunos, uma vez que diversas dúvidas nos mais diferentes fenômenos (figura 6) são apresentadas sobre ela, de acordo com decorrer das aulas ministradas sobre os conceitos da eletrodinâmica.

Figura 7: Verificando a presença da corrente elétrica com auxílio de uma chave teste



fonte: arquivo pessoal

Normalmente existe uma confusão entre energia e corrente. O ideal é iniciar o estudo de corrente com uma atividade bem simples como a de acender uma lâmpada como podemos ver na figura 7.

Quando um circuito elétrico é submetido a uma diferença de potencial elétrico, surge no condutor uma corrente elétrica. A corrente elétrica nada mais é que o movimento dos elétrons, que são os portadores de carga responsáveis pela corrente elétrica. A corrente elétrica é proporcional ao número de elétrons que atravessam uma secção transversal do condutor num intervalo de tempo.

Figura 8: análise de equipamentos pelos alunos em grupos

(fonte: arquivo pessoal)

Além de efetuar algumas medidas de corrente elétrica com os alunos (figura 8), o professor pode comparar a corrente medida com a corrente teoricamente esperada para o funcionamento de um determinado equipamento elétrico por exemplo.

3. METODOLOGIA

Neste capitulo teremos a apresentação da metodologia abordada na construção do conhecimento bem como as etapas processuais utilizadas como: desenvolvimento de atividades em grupo, o trabalho em grupo e as aplicações das sequencias didáticas.

3.1Desenvolvimento das atividades em grupo com experimentos orientados

Segundo Katzenbach e Douglas (1993), o desempenho de um grupo de trabalho é resultado da soma dos desempenhos individuais. O desempenho de uma equipe, além de incluir os resultados individuais, inclui o chamado resultado do trabalho coletivo. (KATZENBACH; SMITH, 1999)

O trabalho em equipe de forma colaborativa é uma estratégia pedagógica fundamentada nos conhecimentos prévios dos alunos e na necessidade de promover o interesse pelo aprendizado. Uma das justificativas para a adoção dessa abordagem é o fato de que o trabalho em grupo é naturalmente mais atrativo para os jovens, uma vez que a socialização é uma expectativa comumente presente na idade escolar.

Um trabalho em equipe bem organizado e planejado pelo professor tem o potencial de gerar interações significativas, nas quais os alunos sejam desafiados a expor suas ideias e, por meio das discussões, aprimorar seus entendimentos e construções relacionados aos circuitos abordados. Nessas situações, os conhecimentos prévios dos alunos se tornam evidentes e compreensíveis para o professor, que, de posse dessas informações pode direcionar o trabalho de forma a possibilitar a reformulação de conjecturas corretas em relação aos fenômenos e aos conceitos subjacentes às teorias.

Na estratégia do trabalho em equipe (MAIA, 2013), fundamentada nas teorias de Piaget e Vigotsky, a aprendizagem, concebida como um processo ativo, os alunos constroem suas próprias representações e seu interesse é fundamental para o sucesso do processo para o desenvolvimento da aprendizagem. Essa estratégia pedagógica possui os seguintes elementos (NASCIMENTO; GARCIA, 2014):

- Protagonismo do aluno: O trabalho em grupo tem como principal objetivo permitir que os alunos se tornem autônomos em sua aprendizagem. Nesse sentido, busca-se desenvolver a habilidade do educando em aprender por si mesmo, o que se costuma chamar de “aprender a aprender”;
- Relevância do tema: O tema abordado no trabalho em grupo deve ser escolhido de forma a se relacionar com a realidade do grupo de alunos, buscando conectar as vivências individuais e coletivas dos estudantes;
- Diálogo mediado pelo professor: O professor precisa assumir um papel de gestor de todo o processo, facilitando o diálogo entre os participantes do trabalho em grupo. Sua função é mediar as interações, promover discussões e orientar os alunos no desenvolvimento de todos o processo.

Aproveitamos o momento para destacar aqui a importância da discussão dos conceitos científicos entre os alunos durante o trabalho em grupo, uma vez que esse processo traz um benefício adicional ao suavizar a assimetria de conhecimento entre o professor e o aluno. Em outras palavras, o fato do professor possuir um conhecimento mais profundo e complexo sobre o tema pode, muitas vezes de forma indesejada, ser entendido pelo aluno como intimidação ou um indicativo de menor competência por parte do aluno, o que pode dificultar a abertura necessária para a transformação e a aceitação do novo. Portanto, reforçamos a importân-

cia do trabalho em grupo em todo o processo escolar, pois isso permite o desenvolvimento das habilidades necessárias para a vida adulta.

3.2 O trabalho em grupo

Esta parte da sequência didática proposta é a etapa que consideramos de grande importância para a promoção de capacidades associadas as inteligências interpessoal e intrapessoal (GARDNER, 1983) . Portanto, diversos aspectos podem e devem ser considerados no processo de desenvolvimento e ponderação dos trabalhos e seus resultados.

No momento da construção do experimento os grupos se reúnem para efetivamente fazer seu trabalho, mas o professor permanece com a função de orientar as montagens.

Para o momento de apresentação do trabalho é sugerido uma feira de ciências ou mostra científica. Este pode ser um momento importante de troca de saberes entre os estudantes e comunidade com exposições e apresentação dos experimentos de eletrodinâmica realizados pelos grupos envolvidos.

3.3 Aplicações da sequência didática e uso do circuito elétrico didático

A proposta de ensino da eletricidade apresentada neste estudo mostra-se uma abordagem eficiente e envolvente para o ensino de física. A utilização de recursos tecnológicos, a realização de aulas experimentais e a produção de trabalhos pelos alunos resultaram em diversas oportunidades de aprendizagem. (CATELAN, RINALDI, 2018). Grande parte do conhecimento adquirido e o desenvolvimento do processo foram resultados da experiência docente, de nossos estudos, de tentativas, erros, questionamentos e execuções adaptadas às circunstâncias. Embora não seja um método infalível, essa abordagem tem se revelado extremamente

benéfica no contexto educacional de nossa escola, e acreditamos que pode servir como fundamento para que outros professores possam aprimorá-la e contribuir para a melhoria do ensino de ciências na atualidade.

De acordo com o andamento das turmas e o envolvimento dos grupos de alunos, ou mesmo de um único aluno, o direcionamento do que se pretende ensinar pode-se adotar caminhos não esperados, encaminhando novas discussões e possibilitando diferentes caminhos de aprendizagem. Neste estudo, apresentamos apenas algumas sugestões de como dar início a discussão de determinados conceitos ou temas relacionados à eletrodinâmica. Afinal, não foram exploradas todas as possibilidades que o uso desse recurso oferece para o ensino de física, o que significa que há espaço para o desenvolvimento de novos experimentos e a realização de trabalhos inéditos, incentivando a liberdade de exploração dos circuitos pelos alunos com mediação do professor.

4. **RESULTADOS**

O desenvolvimento dos experimentos foi realizado de forma autônoma pelos alunos, por meio da mediação do professor, para avançar no passo a passo do processo. Os alunos foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo ficou responsável pela construção de uma miniatura de uma bomba de água (figura 9) com aplicação prática no cotidiano, e o segundo grupo ficou encarregado de montar um circuito em série de lâmpadas (figura 10 e 11). Esses trabalhos foram desenvolvidos como culminância de um projeto de disciplina eletiva no ensino médio intitulada, “construção de circuitos elétricos”.

O objetivo do grupo da minibomba de água era demonstrar o funcionamento de uma cisterna, enquanto o grupo do circuito de lâmpadas concentrou-se em apresentar o modo de acionamento e as possibilidades de funcionamento de um circuito de lâmpadas em série.

Figura 9: Imagem da minibomba de água construída pelo grupo 1

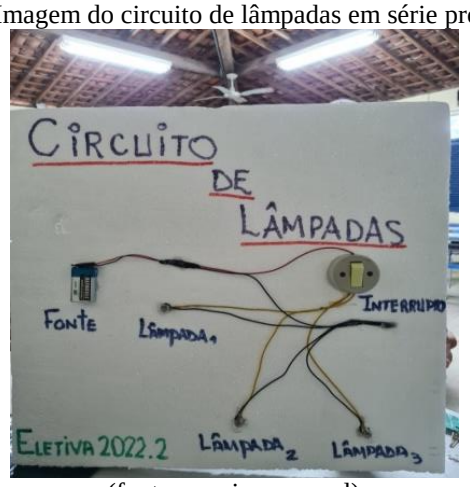
(fonte: arquivo pessoal)

O grupo 1 (bomba de água) após o momento inicial que abordou os conceitos físicos que seriam analisados, decidiu reproduzir o funcionamento de uma bomba de água em uma cisterna. Para tanto, utilizaram um isopor como base para fixar uma bateria de 9V, como fonte de energia, e um copo com água representando a cisterna. Um motor de 12V foi acoplado a uma hélice feita de material plástico, presa por duas tampinhas de garrafa PET. Ao ligar o

motor, a água era retirada do fundo do copo e lançada para o outro copo descartável, demonstrando efetivamente o bombeamento da água. Durante o desenvolvimento do experimento e sua apresentação, os alunos destacaram e distinguiram bem os conceitos de corrente elétrica, tensão e potência elétrica.

O grupo 2 (circuito de lâmpadas em série) depois de receber a explicação teórica e interativa do conteúdo, concentrou-se em demonstrar o funcionamento de um circuito de lâmpadas em série. O grupo construiu um modelo simples de circuito em série em uma base de isopor, utilizando uma bateria de 9V como fonte de energia, fios de 0,5mm de espessura, lâmpadas automotivas de 12V e um interruptor simples. Após as instruções de montagem durante as aulas teóricas e práticas, os alunos se reuniram e conseguiram fazer a conexão do circuito sem grandes dificuldades.

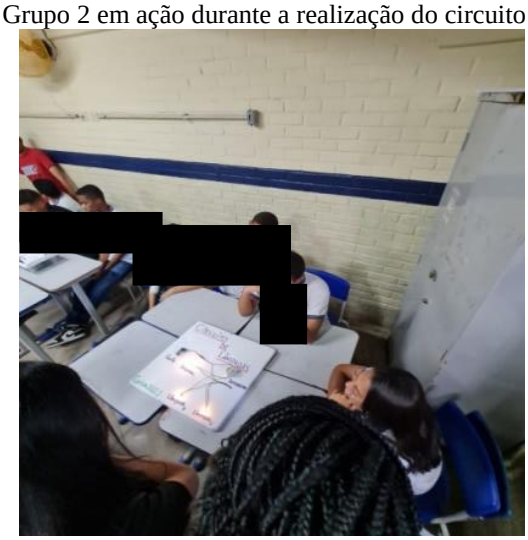
Figura 10: Imagem do circuito de lâmpadas em série produzido pelo grupo 2



(fonte: arquivo pessoal)

Durante a apresentação dos experimentos, surgiram algumas dúvidas, como a perda de potência do motor ou a redução do brilho das lâmpadas. Após uma rápida discussão, eles chegaram a conclusão que se tratava de uma queda geral de energia no circuito devido ao uso contínuo da fonte, as baterias de 9V, que fornecem corrente contínua. Com o uso prolongado, a carga da bateria se esgotava, resultando em uma menor quantidade de energia fornecida ao sistema da bomba de água e ao circuito de lâmpadas.

Figura 11: Grupo 2 em ação durante a realização do circuito de lâmpadas em série



(fonte: arquivo pessoal)

Devido às limitações de tempo e ao esquema de aulas semanais da disciplina eletiva, não foi possível realizar uma variedade de experimentos. Entretanto, de forma geral, a proposta apresentada foi bem recebida pelos estudantes.

De um modo geral, a proposta apresentada para o produto foi muito bem aceita pelos estudantes, o que indica que o tema central abordado, relacionado à utilização de experimentos orientados na construção dos conceitos de eletrodinâmica no ensino médio, pode ser efetivamente tratado com essa abordagem. O empenho e a dedicação dos estudantes merecem destaque, pois eles prontamente concordaram em participar da disciplina eletiva e se envolveram de forma ativa no desenvolvimento e aplicação do produto.

A confecção dos experimentos foi se dando por etapas, primeiro os estudantes recordaram a relação entre os conceitos discutidos em aula com a realização prática de alguns experimentos norteadores para despertar nos estudantes o interesse a respeito dos temas que seriam abordados nas próximas semanas de aula. Os estudantes colocaram a “mão na massa” (IMBERNON, 2009) e foram pouco a pouco confeccionando e realizando testes juntamente com a supervisão do professor orientador sanando possíveis erros ou ajustes a serem feitos nos utensílios dos experimentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscando alternativas de um ensino de ciências excessivamente expositivo, centralizador, no qual os alunos ficam em uma posição muito passiva, na relação professor-aluno, a decisão por escolher a realização de atividade aqui proposta e que serviu de base para a produção de produto educacional para o Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física foi um desafio, um caminho extremamente diferente e inovador para mim.

Apesar de exercer a prática da docência por cerca de 20 anos, nunca tinha me atinado para como pudesse desenvolver um esquema de aula que despertasse a curiosidade e fascínio do estudante. Trabalhar conceitos de tensão, corrente e potência elétrica de forma que o protagonismo estudantil esteja a frente do modelo de aula proposto foi determinante para perceber a diferença no processo de ensino-aprendizagem e na forma a qual os estudantes compreendem melhor os conceitos e aplicações.

As contribuições significativas da aplicação do produto educacional foram de um impacto extremamente positivo aos estudantes. Conforme já mencionado ao longo do texto a mudança de postura dos estudantes foi um fator primordial no qual através da própria identificação dos elementos investigados na construção e produção do trabalho proposto puderam reduzir em quantidade significativa as arestas de questionamentos do tipo: como a corrente elétrica circula no circuito? Por qual motivo a bateria de 9V fica fraca com uso contínuo? Qual a funcionalidade de um interruptor elétrico? Dúvidas que existiam antes do processo de ensino – aprendizagem.

O produto educacional estruturado com base na teoria física se coloca como uma estratégia interessante para estimular o interesse e o envolvimento dos alunos no estudo da física.

A abordagem utilizada incluiu o uso de tecnologias a baixo custo, visto que os itens que foram utilizados foram objetos de sucata recolhidos em uma loja autoelétrica. Atividades experimentais e trabalhos em grupo mostraram-se assim capazes de promover uma aprendizagem mais significativa e motivadora.

Durante o processo de desenvolvimento e implementação do produto, foi possível constatar o protagonismo dos alunos em sua própria aprendizagem, enfatizando a maior autonomia, capacidade de expor as suas ideias e participar ativamente das discussões contribuindo para o aprimoramento de suas construções conceituais, argumentação na exposição das ideias e resolução de dúvidas. Os estudantes mostraram-se mais engajados, participativos e demonstraram um melhor domínio dos conceitos abordados.

Foi possível perceber um maior desenvolvimento de habilidades, como pensamento crítico, capacidade de resolver problemas inesperados e a aplicação dos conhecimentos em situações do cotidiano, fora do contexto da sala de aula. Isso foi percebido durante as conversas com os estudantes ao final da culminância da eletiva, já que eles perceberam que a aplicabilidade da prática dos experimentos pode se dar de diversas formas e contextos em nosso cotidiano.

Podemos destacar a importância do engajamento e da criatividade tanto dos professores quanto dos alunos como elementos fundamentais para a adequação e atualização constante do material, visando sempre a aprimoramento do ensino de física. E possível também afirmar que o aprimoramento contínuo e a expansão das atividades podem ser analisadas a fim de expandir e abrilhantar o tema sugerido com produto educacional, levando em consideração as necessidades específicas de cada contexto educativo vivenciado em seu domínio.

A importância de um ensino de física dinâmico, contextualizado e que promova a participação ativa dos estudantes em seu próprio processo de aprendizagem, tem um significado

de grande relevância. Pois enfatiza todo o processo de aprendizagem e aplicação do produto educacional que foi discutido e defendido nesse trabalho.

O desenvolvimento e a implementação do produto didático podem representar um passo significativo nessa direção, contribuindo para a melhoria do ensino de física e preparando os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, onde o conhecimento científico e tecnologia desempenham um papel fundamental.

Outro ponto a ser analisado é a continuidade da realização do trabalho para avaliar a eficácia do produto didático em diferentes contextos educacionais, considerando diferentes perfis de alunos, além de realizar parcerias com outras disciplinas ou áreas de conhecimento, explorando a interdisciplinaridade e integrando o produto didático em projetos educacionais mais abrangentes.

A colaboração entre professores, incentivando a troca de experiências e a construção coletiva de novos materiais didáticos para o ensino de física, é de um teor valiosíssimo, pois a interação didático-pedagógica pode tornar o trabalho mais denso e consolidado.

Buscando o aprimoramento e a validação dos resultados obtidos, pode-se apontar a importância de se avaliar continuamente o impacto do produto no aprendizado dos estudantes, por meio de instrumentos de avaliação (de feedbacks) sistemáticos, sejam eles através de instrumentos avaliativos ou momentos de troca de experiências vividas pelos estudantes em diálogo com o professor. Outra forma de potencializar o uso do produto didático seria adapta-lo com o uso de tecnologias inovadoras, como o uso de tecnologias versáteis, a exemplo do Arduíno, ou ambientes virtuais de aprendizagem e plataformas interativas (VISCOVINI, 2015), (PEREIRA, 2022) e (ALMEIDA, 2015).

A importância do engajamento e da participação ativa dos estudantes no processo de desenvolvimento e implementação do produto didático, foi o ponto norteador. Durante todo o trabalho ficou-se evidenciado que o estudante seria o protagonista do seu aprendizado, tendo

o professor como um condutor, um guia para o decorrer da aprendizagem ressaltando a importância do tema ora defendido nesse trabalho, encorajando a construção coletiva do conhecimento e a autonomia dos alunos na construção e formação do saber individual e coletivo. Me sinto realizado de forma profissional, pois a ideia proposta foi colocada em prática e realizada com sucesso, mostrando que se pode tornar o ensino de física mais atraente, dinâmico, inovador e eficaz.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Marcio Serafim de. **O uso da Educação a Distância como complemento ao ensino presencial nos cursos de Física do ensino médio**. 2015.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades**. Revista Brasileira de ensino de física, v. 25, p. 176-194, 2003.

BARRETO, Diêgo Souza, 1986- **Eletrodinâmica no ensino médio : uma construção de conhecimentos por meio de experimentos orientados** / Diêgo Souza Barreto. – Viçosa, MG, 2019

BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé; BLINI, Ricardo Brugnolle. **Reflexões sobre a importância da experimentação no ensino de Física**. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 31, n. 1, p. 43-49, 2009.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno **Brasileiro de ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313**, 2002.),

CARNEIRO, Auner Pereira; FIGUEIREDO, Ismérie Salles de Souza; LADEIRA, Thalles Azevedo. **A importância das tecnologias digitais na Educação e seus desafios.** ***Revista Educação Pública***, v. 20, nº 35, 15 de setembro de 2020

CARVALHO, A. M. P., **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**, Cengage learnig, São Paulo, 2013.

CATELAN, RINALDI. **Experiências em Ensino de Ciências** V.13, No.1 2018

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; NASCIMENTO, Tiago Belmonte. **Resolução de Problemas no ensino de física baseado numa abordagem investigativa.** ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 4, p. 1-13, 2003.

COPELLI, C. et al. **O cotidiano na estruturação do conteúdo de Física: um pressuposto da proposta GREF. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, v. 10, p. 188-189, 1993.

DELIZOICOV, Demétrio. **Problemas e problematizações. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 125-150, 2001.

DEPONTI, Maria Aparecida Monteiro; BULEGON, Ana Marli. **UMA REVISÃO DE LITERATURA SOBRE O USO DA METODOLOGIA SALA DE AULA INVERTIDA PARA O ENSINO DE FÍSICA.** Vidya (ISSN 2176-4603), 2018.]

DOS SANTOS, Emerson Izidoro; DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo; FERREIRA, Norberto Cardoso. **Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada**. 2004

FORÇA, Ana Claudia; LABURÚ, Carlos Eduardo; DA SILVA, O. H. M. **Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas.** VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, v. 7, 2011.

GARDNER, H. Inteligências Múltiplas: A teoria na prática. 1983

IMBERNON, Rosely Aparecida Liguori et al. **Experimentação e interatividade (hands-on) no ensino de ciências: a prática na praxis pedagógica. Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, p. 74-85, 2009

INBRAEP - INSTITUTO BRASILEIRO DE ENSINO PROFISSIONALIZANTE (Brasil). **O que é Tensão elétrica?**. Santa Catarina: Equipe INBRAEP, 21 de outubro de 2020.

KATZENBACH, Jon; SMITH, Douglas K. **A disciplina das equipes**. HSM-Management. São Paulo, n. 17, p. 56-60, 1999

MARTINS, J **Didática Geral**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1990

MAIA, Juliana de O. et al. **Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de Química. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas,** n. Extra, p. 1002-1006, 2013.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, p. 73-80, 2018.

MOREIRA, Michele Paulino Carneiro et al. **Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 35, n. 3, p. 721-745, 2018.

MÜTZENBERG, Luiz André; VEIT, Eliane Angela; DA SILVEIRA, Fernando Lang. **Trabalhos trimestrais: uma proposta de pequenos projetos de pesquisa no ensino da Física. Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 2, p. 11-22, 2007.

NASCIBEM, Fábio Gabriel; VIVEIRO, Alessandra Aparecida. **Para além do conhecimento científico: a importância dos saberes populares para o ensino de ciências**. Interacções, v. 11, n. 39, 2015

NASCIMENTO, Lucy Mirian Campos Tavares; GARCIA, Lenise Aparecida Martins. **Promovendo o protagonismo juvenil por meio de blogs e outras redes sociais no Ensino de Biologia**. RENOTE, v. 12, n. 1, 2014.

NETO, José Augusto Pereira. Uma proposta experimental e lúdica para o ensino de conceitos de eletrodinâmica em circuitos elétricos. 2018. **Tese de Doutorado**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. **Aprendizagem baseada em projetos no Ensino de Física: uma revisão da literatura**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, p. 551-577, 2017.

PEREIRA, Josiane Cristina Peres et al. **Proposta didática de atividades práticas de eletrodinâmica utilizando o simulador PHET colorado**. 2022. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RAMIREZ, Fernando Cezar Rivarola et al. **Aplicação de sequência de ensino sobre eletrodinâmica: compreendendo o funcionamento de circuitos: understanding how circuits function**. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. Especial, p. 93-94, 2019.

SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. **Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 41, 2019.

SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. **Livros didáticos de física para o ensino médio: uma análise de conteúdo das práticas de eletricidade e magnetismo**. 2004

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Ciências & cognição, v. 13, n. 1**, p. 94-100, 2008.

TAVARES, Cristina Zukowsky et al. **Formação em avaliação: a formação de docentes no enfrentamento de um processo de avaliação a serviço da aprendizagem**. 2008.

TAVARES, Romero. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Ciências & cognição,** v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.

VISCOVINI, Ronaldo Celso et al. **Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 32, n. 3, p. 856-869, 2015;

XAVIER, Patrícia Maria Azevedo; FLÔR, Cristhiane Carneiro Cunha. **Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 308-328, 2015