

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO PIAUÍ



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ATIVIDADES TEÓRICO-PRÁTICAS SOBRE O
ESTUDO DE CICUITOS ELÉTRICOS SIMPLES**

BRUNO MACEDO DOS SANTOS

**ORIENTADOR (A): PROFA. DRA. HILDA MARA
LOPES ARAÚJO**

TERESINA
2021

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	03
2 PÚBLICO ALVO.....	03
3 OBJETIVO GERAL.....	04
4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	04
5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA	04
5.1 Conteúdos.....	07
5.2 Desenvolvimento metodológico.....	07
5.3 Recursos didáticos.....	35
5.4 Avaliação da aprendizagem	35
REFERÊNCIAS.....	41

1 APRESENTAÇÃO

Esta Sequência Didática é um material didático destinado aos professores de Física do Ensino Médio das diferentes redes de ensino, resultado de uma dissertação do Mestrado Profissional de Ensino de Física, realizada na Universidade Federal do Piauí, sob orientação da Profa. Dra. Hilda Mara Lopes Araújo.

Tal material refere-se a uma Sequência Didática para abordar conceitos relacionados à eletrodinâmica, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003), que objetiva uma aprendizagem que vai além da mera memorização, mas que se baseia na realidade do educando e busca suporte em seus conhecimentos prévios.

Destaca-se que o ensino de Física nas escolas tem se fundamentado exaustivamente na oratória do professor, tendo-se pouco espaço para metodologias que envolvam os educandos, que muitas vezes, comportam-se reprodutores de informações (REZENDE et al., 2004). Nesse sentido, a justificativa da construção dessa proposta de desenvolver uma “Sequência Didática com Atividades Teórico-Práticas sobre o Estudo dos Circuitos Elétricos Simples”, surgiu da necessidade de oportunizar uma reflexão sobre a prática docente, de modo a proporcionar uma aprendizagem mais eficiente, resgatando a motivação dos educandos em aprender.

Para tanto, a elaboração dessa Sequência Didática buscou utilizar variados recursos tais como: demonstração de um experimento de circuito elétrico, questionários ilustrativos e contextualizados, situações-problemas, atividades experimentais em laboratório virtual e montagem de circuitos elétricos. Essas atividades, seguem uma lógica sequencial de compartilhamento e evolução do conhecimento. Com isso, objetiva-se que a Sequência Didática aqui proposta, possa auxiliar os professores no ensino dos conteúdos relativos à eletromagnetismo e enriquecer as aulas de Física.

2 PÚBLICO ALVO

- Alunos do oitavo ano do ensino fundamental II, podendo ser utilizada em outros níveis de ensino.

3 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver uma Sequência Didática com atividades teórico-práticas para o estudo de circuitos elétricos simples.

4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir uma Sequência Didática para mediar o processo de ensino aprendizagem no estudo de circuitos elétricos simples, com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental;
- Evidenciar os aspectos físicos do Eletromagnetismo para a construção do circuito elétrico;
- Correlacionar a Teoria da Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel (2003) com estudos dos conteúdos da Física;
- Propor desafios que despertem a curiosidade e possibilite aos alunos a buscar por soluções nas atividades desenvolvidas na Sequência Didática;
- Analisar as contribuições na utilização da Sequência Didática para o processo ensino-aprendizagem.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA

Nesta Seção será detalhado como foi produzida e desenvolvida a Sequência Didática e os seus elementos, com o objetivo de esclarecer ao professor/mediador que fará uso deste produto como utilizá-lo em sala de aula, mas também deixando claro que ele tem toda liberdade para adaptá-lo conforme sua realidade escolar, visto que o objetivo da SD é promover a compreensão dos conceitos de carga elétrica e explorar os fenômenos de repulsão e atração eletrostática, assim como os processos de eletrização por atrito, indução e contato.

Compreender significativamente com atividades propostas têm uma abordagem prática, por meio da criação de circuitos elétricos e verificação

experimental das relações qualitativas e de proporcionalidades entre os componentes do circuito, como a corrente elétrica, gerador/fonte, resistência e dispositivo consumidor.

Segundo Legey, *et al* (2021) sequência didática é a maneira de organizar de forma metodológica e sequencial, a execução das atividades que serão apresentadas na sala de aula. A SD proporciona uma melhor qualidade na educação e na relação do educador e discentes durante o processo de ensino aprendizagem.

A busca por melhorias no processo de aprendizado é um dos fatores que incentivam os estudos na área da educação, haja vista, que essas pesquisas não buscam somente inovações de ferramentas, mas também em metodologias e estratégias de ensino, portanto, a sequência didática é o exemplo mais amplo dessas estratégias.

Conforme Meirelles (2014) faz-se necessário criar situações didáticas variadas, em que seja possível retomar os conteúdos abordados em diversas oportunidades. Para isso é necessário um planejamento que contenha diferentes modalidades organizativas: projetos didáticos, atividades permanentes e sequências didáticas.

O que diferencia a sequência didática enquanto estratégia de melhoria do aprendizado dos alunos é que essas atividades são elaboradas e desenvolvidas seguindo uma lógica sequencial de compartilhamento e evolução do conhecimento. A partir dessa sequência, os docentes buscam obter mais resultados e ao mesmo tempo, aumentar o nível de compreensão dos seus educandos nas atividades pedagógicas (RUSSO, 2019).

Russo (2019, p. 89) corrobora as seguintes etapas para uma sequência didática:

[...]

1) Apresentação da proposta aos alunos: o professor precisa apresentar aos alunos a proposta dessa estratégia e justificar sua importância no processo de ensino e aprendizagem. Ainda, é necessário alinhar com os alunos os **resultados esperados** e como essa sistemática será executada.

2) Definição dos objetivos: é necessário que os alunos conheçam não só as tarefas, mas também, e principalmente, seus objetivos e finalidades. Para isso, é preciso ouvir os alunos. Nesse momento vale colocar em prática a criatividade, pois é hora de abrir espaço para que os alunos possam expressar o que sabem e o que pensam sobre o tema. Esse momento pode ser feito por meio de **roda de conversa**,

produção textual, dinâmicas pré-determinadas. Após isso, o professor terá clareza sobre as **dificuldades dos discentes**, com isso, será possível definir os objetivos da sequência didática e planejar as atividades mais adequadas.

3) Definição da sequência: o professor deve pensar as atividades e os exercícios que gostaria que os alunos executassem de acordo com os objetivos traçados. Para que as estratégias sejam efetivas, é preciso que as atividades sejam **diversificadas**, mas sequenciadas de forma lógica e organizadas de maneira que fique clara a sua continuidade.

4) Produção final: essa etapa visa analisar o que foi aprendido ao longo da execução das atividades da sequência didática proposta. De forma alguma essa fase deve ser ignorada, pois nela é atestada a eficácia ou não das ações propostas de acordo com os objetivos pretendidos. Portanto, é necessário comparar os resultados da produção final dos alunos com a produção inicial, aquela que demonstrou quais eram as dificuldades que precisavam ser combatidas para **melhorar o aprendizado dos alunos**.

Consoante Russo (2019) a SD é um método que valoriza os conhecimentos prévios dos educandos, isso porque ajuda os educadores no trabalho com o currículo escolar, uma vez que, não terão que ensinar tudo que o PPP sugere, contudo aquilo que é mais relevante para os alunos compreenderem sobre determinado conteúdo. Outro fator importante a ser destacado, é que a SD na educação auxilia os alunos a expandir diversas habilidades e competências, ou seja, dá ao discente, um papel mais ativo no seu processo de aprendizagem, já que todo o processo dessa estratégia é baseado exclusivamente a partir da sua participação.

Para Godoy (2016) planejar suas aulas cuidadosamente é o ato de sucesso e bons resultados de suas ações. O autor ainda cita alguns questionamentos a serem pensados antes do professor ministrar suas aulas, tais como: Quais são as expectativas de desempenho dos alunos? Que estratégias utilizar? Como abordar o tema? De que maneira envolver os alunos e torná-los parte ativa no processo de ensino-aprendizagem? O que fazer caso a aula caminhe para tal direção? Como avaliar?

Dessa forma, o autor, diz que cada momento da aula deve ser pensado minuciosamente antes que de fato ocorra, pois, cada aula deve ser encarada como parte de uma sequência de propostas com começo, meio e fim, para se obter de fato sucesso nos seus resultados. Sendo assim, essa sequência de atividades metodicamente planejadas, com seus objetivos específicos, materiais e estratégias, é nomeada de sequência didática.

Godoy (2016) evidencia que, em pleno século XXI, não é preciso atividades complexas para ser uma boa sequência didática, porém, é necessário

trabalhar com o educando diversas habilidades que contribuam para a construção de sua autonomia. Assim sendo, é importante trabalhar diversos aspectos como: habilidades relacionadas ao uso de ferramentas tecnológicas como instrumento de produtividade, sejam eles (*tablets*, celulares, *notebooks*...); habilidades ligadas a leitura e escrita; habilidades específicas de determinadas matérias, como planejamentos e condução de investigação científicas, argumentação baseada em evidências entre outros; habilidades relacionadas à correta compreensão de comandos e realização de tarefas; habilidades para trabalhar em grupo, como a capacidade de distribuir tarefas e responsabilidades, sintetizar ideias da equipe, comunicar resultados.

Desta maneira, observa-se que uma boa sequência didática, contribui de maneira inegável para um excelente resultado no processo de ensino aprendizagem, fazendo com que os alunos e os professores alcancem resultados satisfatórios.

Oliveira (2001) relata em seus estudos as finalidades de uma sequência didática, na visão dos alunos e do educador, que nesse cabe o professor:

[...]

- Conduzir os discentes a uma reflexão e apreensão acerca do ensino proposto na sequência didática;
- Almejar que estes conhecimentos adquiridos sejam levados à vida dos estudantes e não somente no momento da aula ou da avaliação;
- Organizar as intensões pedagógicas através de temas, objetivos, conteúdo que atendam às necessidades do projeto didático, dos professores e dos alunos;
- Organizar as intensões pedagógicas de tal forma que garanta a transversalidade de seus conteúdos temas e objetivos;
- Preparar técnica e academicamente o professor, tornando-o capaz de fomentar e propiciar a construção dos conhecimentos específicos com o grupo alunos sob sua responsabilidade, posto que seja fundamental que se procure, através de pesquisas, ter conhecimentos prévios que ultrapassem o sensu comum, o óbvio (OLIVEIRA, 2001, p. 74).

Consoante Zabala (1998) as sequências didáticas são projetadas e desenvolvidas para a concretização de objetivos educacionais, com início e fim conhecidos tanto pelos docentes, quanto pelos educandos. No entanto, depreender o valor pedagógico e os motivos que justificam uma sequência didática é crucial identificar suas fases, as atividades que a constitui e as relações que estabelecem com o objeto de conhecimento, visando compreender as principais necessidades dos discentes.

[...] As sequências são uma ferramenta muito importante para a construção do conhecimento: Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p. 21).

Desta forma, é de grande relevância que ao se planejar uma sequência didática para ministrar um conteúdo, o professor tenha total domínio dele e faça essa metodologia com critérios bem definidos para que o objetivo do processo ensino aprendizagem seja de fato concretizado.

5.1 Conteúdos

Corrente elétrica, sentidos da corrente elétrica, intensidade de corrente elétrica, efeitos da corrente elétrica, energia elétrica.

5.2 Desenvolvimento Metodológico

Esta sequência será desenvolvida ao longo de 8 aulas (4 semanas) com 50 minutos cada, organizada da seguinte forma:

1º encontro (1 aula): Neste encontro, o objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos circuitos elétricos simples, por meio da aplicação de questionário, resgatando os conhecimentos prévios (AUSUBEL, 2003) dos estudantes, a partir das respostas do questionário, realizado individualmente, para que se possa ter noção de suas concepções acerca do tema e assim, nortear a abordagem das demais atividades do processo de execução da sequência didática.

2º encontro (2 aulas): Neste encontro, o objetivo foi expor um circuito elétrico, com demonstração de todas as etapas de montagem correta do experimento, e suas principais propriedades. Em seguida aplicação de questionários com textos ilustrativos e contextualizados, para serem respondidos pelos alunos.

3º encontro (2 aulas): Neste encontro o objetivo foi utilizar a Plataforma PhET colorado, fazendo uso do Laboratório Virtual para a realização de experimentos virtuais de circuitos elétricos. Foram apresentados a plataforma, mostrando

como a manuseia, explorando todos os recursos necessários para desenvolvimento das atividades. As atividades contemplaram curiosidades e perguntas desafiadoras, os motivando a buscar as respostas na plataforma virtual. Nesta fase, os alunos devem ultrapassar os conhecimentos prévios rumo ao novo conhecimento (AUSUBEL, 2003).

4º encontro (2 aulas): Este encontro objetivou-se realizar experimentos elétricos com materiais de baixo custo, como por exemplo, pilhas, baterias, lâmpadas, interruptores, fios e resistores. Foram formados grupos com o mesmo desafio para construção de circuitos elétricos.

5º encontro (1 aula): Nesta última etapa teve como objetivo avaliar a Aprendizagem Significativa dos alunos por meio de um Pós-teste, abrangendo todas as etapas do processo no intuito de esclarecer pontos que não foram bem compreendidos e ouvir os alunos sobre suas impressões, acerca do que foi desenvolvido nas etapas da sequência didática

Para melhor compreensão das aulas foi construído um quadro descritivo da Sequência Didática realizada com os alunos, descrito abaixo, utilizando as atividades da Sequência Didática, correlacionadas com as Teorias de Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), despertando curiosidade e lhes possibilitando ir em busca de resoluções problemáticas a partir da criação da Sequência Didática auxiliando nesse processo, para então analisar as contribuições para o ensino. Toda essa abordagem diferenciada do ensino da Física, é dada de maneira que a aula seja mais eficiente.

QUADRO DESCRITIVO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Nº DE ALUNOS	AULAS MINISTRADAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	OBSERVAÇÕES
17	01	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca dos circuitos elétricos simples, por meio da aplicação de questionário.	Neste encontro, propôs o resgate de conhecimentos prévios (AUSUBEL, 2003) dos estudantes sobre circuitos elétricos simples, respondendo um questionário individualmente para que se possa ter noção de suas concepções acerca do tema e assim, nortear a abordagem das demais atividades do processo de execução da sequência didática.	Nesse processo, tanto a estrutura cognitiva já existente como o novo conhecimento incorporado foram modificados, pois influenciaram-se mutuamente durante a experiência de aprender significativamente, isso demonstra que a falta de conhecimento prévio, impede o aluno de conseguir resolver as situações impostas em sala de aula.

17	02	Demonstrar a montagem e as principais propriedades do circuito elétrico simples, através da exposição de um experimento.	Exposição de um circuito elétrico simples, e aplicação de questionários com textos ilustrativos e contextualizados, para serem respondidos pelos alunos.	Ausubel (2003) ressalta que Aprendizagem Significativa não quer dizer aprendizagem estritamente ligada ao conhecimento formal, validado. Para o autor, atribuir significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, estabelece a Aprendizagem Significativa, independentemente de esses significados serem aceitos no contexto do aluno.
17	02	Utilizar a Plataforma PhET colorado, fazendo uso do Laboratório Virtual para a realização de experimentos virtuais de circuitos elétricos.	Foi utilizado a Plataforma PhET Colorado, fazendo uso do Laboratório Virtual para a realização de experimentos virtuais de circuitos elétricos. Foram apresentados a plataforma, mostrando como a manuseia, explorando todos os recursos necessários para desenvolvimento das atividades. As atividades contemplaram curiosidades e perguntas desafiadoras, os motivando a buscar as respostas na plataforma virtual. Nesta fase, os alunos devem ultrapassar os conhecimentos prévios rumo ao novo conhecimento (AUSUBEL, 2003).	Ausubel (1980, p. 96) designou de ancoragem e afirma que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. A ideia fundamental da Teoria de Ausubel (2003) é a de que a Aprendizagem Significativa é um “processo em que as novas informações ou os novos conhecimentos estejam relacionados com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo” (NOVAK, 2000, p. 51).
17	02	Realizar experimentos elétricos com materiais de baixo custo.	Este encontro se destina a realização experimentos elétricos com materiais de baixo custo. Como por exemplo, pilhas, baterias, lâmpadas, interruptores, fios e resistores. Foram formados grupos com o mesmo desafio para construção de circuitos elétricos.	A Aprendizagem Significativa abrange novos conhecimentos adquirindo significados através da interação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1999). Como foi dito acima, o conhecimento prévio pode, por exemplo, ser interpretado em termos de esquemas de assimilação, construtos pessoais, modelos mentais, invariantes operatórios.
17	01	Avaliar a Aprendizagem Significativa dos alunos por meio de um Pós-teste .	Discussão abrangendo todas as etapas do processo no intuito de esclarecer pontos que não foram bem compreendidos e ouvir os alunos sobre suas impressões, fazendo uso do questionário Pós-teste .	As aulas experimentais, realizadas pelo docente e concretizadas pelos alunos, têm como objetivo ir além da observação direta das evidências e da manipulação dos materiais de laboratórios, devem oportunizar condições para que os alunos

				possam levantar e testar suas ideias ou suposições sobre os fenômenos científicos a que são expostos.
--	--	--	--	---

A metodologia de ensino serve para fazer com que os alunos aprendam a dominar um conteúdo conceitual de maneira gradual. Por isso, é importante utilizar a sequência didática no ensino de Física, já que, ao organizar uma sequência didática, o professor pode planejar etapas do trabalho com os alunos e ao mesmo tempo, explorar diversos conteúdos procedimentais como: textos, tabelas, gráficos, práticas de laboratórios simples e adequadas para serem realizadas em sala de aula com material de fácil manuseio (SCHMIEDECKE *et al*, 2011). Placco e Almeida (2008, p. 62), corrobora que:

[...] As relações em sala de aula envolvem temas como organização, sistematização, planejamento, controle de classe, conteúdos curriculares, questionamentos e curiosidades intelectuais, formas de responder a situações novas ou problemáticas nas áreas de conhecimento, entre outros.

Placco e Almeida (2008) esta ação é muito importante, porque dessa forma o aluno poderá se organizar com relação ao tempo, seu trajeto na aula, pontos importantes a serem repassados, o propósito da aula, entre outros. É importante salientar que, para que ocorram transformações na prática docente, é fundamental a participação do professor e a intencionalidade da sua ação pedagógica e da sequência didática utilizada. Cabe ressaltar, ainda, a colaboração do aluno por meio das intervenções do docente instigando-o a assumir seu papel, seu crescimento com relação ao aprendizado.

Hernández (1997), ressalta que a maneira que os professores aprendem, estende essa discussão e mostra que não é apenas uma questão de saber como os educadores aprendem, mas quais condições eles possuem no ambiente escolar, para agregar o aprendido às suas práticas do dia a dia do aluno. A satisfação e o interesse dos colegas de profissão, as condições dos materiais usados, a aceitação da direção escolar para as inovações são fatores que podem ajudar na construção de novas práticas em sala de aula, em decorrência de ações que buscam propiciar de maneira qualificada o aprendizado dos discentes, portanto, nota-se que é de fato necessário uma sequência didática no processo de ensino-aprendizagem.

Conforme detalhado nos encontros 1 (um) e 2 (dois) da Sequência Didática, foi realizado os subsunçores que na concepção de Ausubel (2003) são conhecimentos prévios especificamente relevantes para que os materiais de aprendizagem ou, enfim, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos.

De acordo com Cotrim (2009) circuitos elétricos são ligações de elementos, como geradores, receptores e capacitores, realizadas por meio de fios condutores, permitindo a circulação da corrente elétrica. Com base nessa afirmação, expus aos alunos questionamentos que o instigassem a responder de acordo com o grau de compreensão sobre circuitos elétricos simples identificando os conhecimentos prévios e o novo conhecimento dos alunos através do questionário. Inicialmente, foi aberto um diálogo com perguntas direcionadas de maneira objetiva no intuito de evidenciar o conhecimento prévio de cada discente.

Para as indagações foram realizadas as seguintes perguntas:

- 1) Em qualquer tipo de associação, os aparelhos são ligados instantaneamente, pois o campo elétrico gerado pela diferença de potencial do gerador estabelece-se de forma instantânea em todos os pontos do circuito. Com base em seus conhecimentos prévios, o que é um circuito elétrico?
- 2) Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B. nesse caso, por que a lâmpada acende?
- 3) O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de $1\ 000\ \Omega$, quando a pele está molhada, até $100\ 000\ \Omega$, quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V. A partir desse contexto como você definiria corrente elétrica?
- 4) Para explicar sobre circuitos elétricos abertos e circuitos elétricos fechados precisamos saber o conceito geral de circuito. Cotrim (2009) expõe circuito como uma trajetória percorrida entre um ponto a outro, por exemplo, circuitos

de atletismo, circuitos de formula 1, mas o que vamos estudar e nos aprofundar é o circuito elétrico. Circuito elétrico está relacionado aos materiais que necessitam de eletricidade para funcionar corretamente. Assim, como você conceituaria que um circuito elétrico aberto?

1) Cotrim (2009) nos explica que os circuitos elétricos são utilizados para ligar dispositivos elétricos. Além disso, são usados para distribuição da energia elétrica em residências e indústrias, conectando diversos dispositivos elétricos por meio de fios condutores, conectores e tomadas. Parte da energia de cada um desses elétrons é, então, captada e utilizada pelos diferentes elementos do circuito, transformando-a em diferentes formas de energia, como luz, som, movimento, calor, etc. Os circuitos elétricos são representados por esquemas, que podem ser bastante complexos caso não saibamos identificar alguns de seus elementos básicos. Mediante o que foi exposto, comente sobre o circuito elétrico fechado.

2) Os circuitos elétricos podem conter uma grande quantidade de elementos variados, com funções diversas, tais como produzir calor, armazenar cargas elétricas, interromper a passagem da corrente elétrica etc. Alguns elementos são importantes para compor os circuitos elétricos, quais?

Em seguida, argui-se os alunos sobre a questão dois: “Em qualquer tipo de associação, os aparelhos são ligados instantaneamente, pois o campo elétrico gerado pela diferença de potencial do gerador estabelece-se de forma instantânea em todos os pontos do circuito. Com base em seus conhecimentos prévios, o que é um circuito elétrico?”. Tão logo, o aluno AN3 respondeu que *é onde gera energia!* Embora a resposta dele tenha apresentado um desconhecimento científico acerca da pergunta, pois circuito elétrico é uma ligação de dispositivos, como geradores, resistores, receptores, capacitores, indutores, etc., feita por meio de um fio condutor, que permite a passagem da corrente elétrica, e seus efeitos, pelos elementos do circuito (PIETROCOLA, 2001), o objetivo da pergunta foi sobre o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos a despeito dos circuitos elétricos, portanto a resposta dada pelo aluno AN3 demonstra o princípio dos conhecimentos prévios com base na contextualização que o professor fez durante a construção da pergunta.

Fernandes (2011) relata que, para a maioria dos docentes, identificar conhecimentos prévios equivale a conversar com os alunos e ver o que eles

sabem sobre o assunto, no entanto, produzir questões contextualizadas também é um trajeto indicado para conhecer os saberes dos estudantes. A pergunta contextualizada foi importante para o aluno expor seu conhecimento prévio, mesmo que sua resposta tenha sido curta.

De acordo com Ausubel (2003), o que o educando já conhece, a ideia-âncora, na sua denominação, é o caminho para a construção de um novo saber por meio da reformulação das estruturas mentais existentes ou da realização de outras novas.

Ao refletir sobre um conteúdo novo, o aluno externaliza um ressignificado ao assunto e torna mais complexo o conhecimento prévio. Ainda de acordo com Ausubel (2003, p. 118), o conjunto de saberes que a pessoa traz como contribuição ao aprendizado é tão essencial que para ele “o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe.”

Observando a resposta do aluno AN1, ao afirmar que circuito elétrico é *uma ligação de elementos elétricos!* verificou-se um prévio conhecimento científico em relação ao tema circuitos elétricos, constatando elementos que o compõe, pois no circuito elétrico estão presentes vários dispositivos, que podem ser: fios, lâmpadas, resistores, chave liga e desliga, etc. Seu funcionamento, consiste em um gerador, que pode ser uma pilha ou bateria, que fornece energia para seus componentes (HALLIDAY E RESNICK, 2016). Atenta-se o conhecimento prévio na resposta desse aluno como ideia-âncora, ou seja, a ponte para a construção de um novo conhecimento por meio da reconfiguração das estruturas mentais existentes ou da elaboração de outras novas (AUSUBEL, 2003).

A questão contextualizada: “Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B. Nesse caso, por que a lâmpada acende?”, fez com que o aluno AN1 respondesse: *Porque liguei a chave!* Com essa resposta, o aluno AN1 acionou seu conhecimento prévio, servindo de ponto de partida ao professor no processo de desenvolvimento conceitual, possibilitando a esse estudante ampliar e atualizar a sua resposta, atribuindo a ela novos significados a seus conhecimentos.

Compreende-se que o educando AN1 não possui conhecimentos científicos resultante do conceito das aplicações da corrente elétrica, pois o filamento que se encontra no interior da lâmpada é feito de um metal chamado tungstênio. Quando ligamos esse dispositivo elétrico, a resistência desse metal, faz com que, ocorra colisões entre os elétrons e seus átomos, com isso, sua temperatura se eleva ao ponto de emitir luz. Esse fenômeno conhecido como *Efeito Joule*, é uma lei física que expressa a relação entre o calor gerado e a corrente elétrica que percorre um condutor (MÁXIMO e ALVARENGA, 2000).

Ao analisar a resposta do aluno AN2: *a lâmpada acende por causa da energia!* podemos observar um conhecimento científico incompleto acerca de circuitos elétricos. Ao fechar externamente o circuito com o fio condutor, verifica-se um fluxo de elétrons, criando uma corrente elétrica que pode ser aproveitada como energia elétrica (MÁXIMO e ALVARENGA, 2000). Ainda é possível perceber na resposta do aluno a presença do conhecimento prévio, relacionado com o que foi ensinado pelo professor durante as aulas. Essa relação desvencilhou novos conhecimentos, superando a barreira entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa aprender.

A resposta do AN2 reforçou o que Ausubel (1980) expressa acerca da Aprendizagem Significativa no sentido de que ela provoca modificação na estrutura de conhecimento da criança, ou seja, o sujeito consegue correlacionar os vários tipos de conhecimento para resolver uma situação problema, usando seu conhecimento prévio. Essa capacidade está ligada ao desenvolvimento, enriquecimento conceitual por meio da construção e discriminação de significados, o que pressupõe a Aprendizagem Significativa como geradora de modificação da estrutura cognitiva, sem eliminação, apagamento dos conceitos anteriores.

Continuando com a roda de conversa, foi lançada a seguinte pergunta: “O choque elétrico é uma sensação provocada pela passagem de corrente elétrica pelo corpo. As consequências de um choque vão desde um simples susto até a morte. A circulação das cargas elétricas depende da resistência do material. Para o corpo humano, essa resistência varia de $1\ 000\ \Omega$, quando a pele está molhada, até $100\ 000\ \Omega$, quando a pele está seca. Uma pessoa descalça, lavando sua casa com água, molhou os pés e, acidentalmente, pisou em um fio desencapado, sofrendo uma descarga elétrica em uma tensão de 120 V. A partir

desse contexto como você definiria corrente elétrica?”. O aluno AN2 respondeu que *são pequenas correntes de aço, que tem dentro do fio!*

A resposta do aluno AN2 infere-se que a falta de conhecimento do conceito de corrente elétrica gerou essa dificuldade em apresentar resposta científica à questão, uma vez que corrente elétrica é o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica ou o deslocamento de cargas dentro de um fio condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades (MÁXIMO e ALVARENGA, 2000).

O campo elétrico estabelecido no condutor, desenvolve diferentes níveis de energia potencial, estimulando assim o movimento das cargas elétricas. Contudo, notou-se que o aluno não possui conhecimento científico diante do que lhe foi questionado, porém sua resposta é um conhecimento prévio que deve ser considerada pelo professor durante todo o processo de ensino. A situação posta na contextualização da pergunta o possibilitou responder o que ele já sabia, e com isso conseguiu refletir sobre as diferenças entre o conhecimento antigo e o novo adquirido por meio da transmissão clara e objetiva (AUSUBEL, 2003).

Em vista disso, em relação ao conhecimento prévio, Ausubel (2003) considera necessários a identificação e o estudo dos conceitos iniciais relevantes, conceitos âncoras, subsunçores, articuladores, integradores, presentes na estrutura cognitiva do estudante para que funcionem como estruturas integradoras de novos conteúdos ensinados na escola.

Nesse processo, tanto a estrutura cognitiva já existente como o novo conhecimento incorporado são modificados, pois influenciam-se mutuamente durante a experiência de aprender significativamente, isso demonstra que a falta de conhecimento prévio, impede o aluno de conseguir resolver as situações propostas em sala de aula. Logo, conhecimento prévio define-se num trânsito, em função de uma mudança, na qual certa estrutura cognitiva inclusiva já existente está em relação a um novo conhecimento.

Com o objetivo de resgatar os conhecimentos prévio, e averiguar a progressão ao novo conhecimento. E fazendo uso dos argumentos das seções anteriores, a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal de novos conhecimentos com conhecimentos prévios (subsunçores) especificamente relevantes.

Através de sucessivas interações um dado subsunção adquire, progressivamente, novos significados, ficando mais rico, mais refinado, mais diferenciado, e capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas (AUSUBEL, 2003).

Em vista disso, no segundo encontro com os alunos, foi iniciado com perguntas, para a verificação das respostas durante a demonstração do experimento com Circuito Elétrico Simples, no sentido de buscar conhecimentos especificamente relevantes já existente na estrutura cognitiva dos alunos, instigando-os a pensarem e discutirem coletivamente com seus colegas do grupo. Para as indagações durante a demonstração dos experimentos foram realizadas as seguintes perguntas:

- A lâmpada acesa, significa que o circuito está aberto ou fechado? Por que?
- Qual o dispositivo é responsável por liberar a passagem da corrente elétrica?
- Por que a agulha da bússola sofre um desvio quando a lâmpada do circuito acende?
- O que causa o aquecimento da lâmpada?

A seguir, podemos observar algumas imagens desta atividade.

Primeiramente, foi demonstrado, pelo professor, a montagem do circuito elétrico, que pode ser iniciada pela introdução dos fios nos polos positivos e negativos da bateria, e posteriormente a inclusão da chave interruptora e a lâmpada para a finalização da montagem do circuito. Os alunos observaram atentamente todas as etapas da construção do circuito elétrico, como mostra a Foto 01.

FOTO 01: Montagem do circuito elétrico



FONTE: O autor da Pesquisa

A partir dessa observação, o professor perguntou: “A lâmpada acesa, significa que o circuito está aberto ou fechado? Por que?”. Dessa forma, na Foto 02 o professor demonstrou aos alunos que a lâmpada acesa significa que o circuito está fechado.

FOTO 02: Circuito fechado



FONTE: O autor da Pesquisa

A percepção da lâmpada acesa, na Foto 02, fez os alunos verificarem que em um circuito fechado, ocorre a passagem da corrente elétrica. E como consequência disso, ocorreu o acendimento da lâmpada. Isso permitiu aos

alunos relacionar o circuito elétrico fechado, como pré-requisito para a circulação da corrente elétrica.

Essas demonstrações os deixaram ainda mais curiosos a respeito dos circuitos elétricos e quando foi perguntado “Qual o dispositivo é responsável por liberar a passagem da corrente elétrica?”, o aluno pode averiguar que a chave interruptora é responsável pela liberação da passagem da corrente elétrica no circuito. A chave interruptora tem duas posições. A posição aberta consiste no bloqueio da passagem da corrente elétrica. E a posição fechada permite a circulação da corrente elétrica (FOTO 03.)

FOTO 03: Identificando a chave interruptora



FONTE: O autor da Pesquisa

Após identificarem a importância da chave interruptora, os alunos observaram a relação entre eletricidade e magnetismo. Assim, a foto abaixo reforça a pergunta: Por que a agulha da bússola sofre um desvio quando a lâmpada do circuito acende?

Dessa maneira, os alunos compreenderam que a passagem da corrente elétrica pelo fio, cria um campo magnético nele, que interagem com o magnetismo presente na bússola, fazendo sua agulha sofrer um desvio (FOTO 04).

FOTO 04: Desvio da agulha da bússola



FONTE: O autor da Pesquisa

Outra demonstração aprimorou o aprendizado dos alunos, vista na Foto 05. Essa deu-se mediante a pergunta “O que causa o aquecimento da lâmpada?”. Os alunos puderam sentir o aquecimento da lâmpada, verificando o fenômeno chamado de *Efeito Joule*, ocorrendo o aumento da temperatura. Nos materiais atravessados por uma corrente elétrica, no caso da lâmpada, esse aumento, provoca a emissão de luz. Esse fenômeno também pode ser observado em secadores de cabelo, ferro de passar, sanduicheiras, torradeiras, etc.

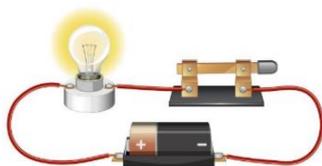
FOTO 05: Demonstrado o Efeito Joule



FONTE: O autor da Pesquisa

Em seguida, aplicando o questionário ilustrativo, para resolução de novos problemas envolvendo o conteúdo de Circuitos Elétricos. Os alunos AN4, AN5, AN6 e AN7 forneceram as respostas, que estão em consonância com os objetivos desta seção.

No questionário ilustrativo constaram três perguntas, iniciando com: “O circuito elétrico abaixo está fechado ou aberto? Explique sua resposta”.



Fonte: Disponível em: <https://conceitos.com/fisica-classica/>. Acesso em 13 set. 2020.

Na questão acima, o aluno AN4 respondeu: *Aberto, pois é aquele que não permite a passagem da corrente elétrica!* Na resposta apresentada pelo aluno, constata-se um conhecimento científico. A facilidade em explicar o conceito científico correto está ancorada nos subsunçores adquiridos no início da aula, com a verificação das propriedades do circuito elétrico simples, mediada pela demonstração do experimento. O Circuito Elétrico aberto, aquele que não permite a passagem da corrente elétrica, é um bloqueio da corrente elétrica, que pode ser feito através de uma chave de luz ou com o rompimento dos fios condutores (PIETROCOLA, 2001). Quando a luz de uma residência é desligada, por exemplo, o interruptor é quem permite ou não a passagem da corrente elétrica através dos fios. Com isso, observa-se o novo conhecimento na resposta do aluno AN4.

Quando os
elétrico abaixo está
quê?”.



questiona se “O circuito
aberto ou fechado? Por

Fonte: Disponível em: <https://conceitos.com/fisica-classica/>. Acesso em 13 set. 2020.

Sobre a questão 02 (dois), “O Circuito Elétrico abaixo está aberto ou fechado? Por quê?”, o aluno AN5 respondeu: *Fechado, pois a chave permite a passagem da corrente elétrica.* A facilidade em explicar o conceito científico correto está ancorada nos subsunçores adquiridos no início da aula, com da verificação das propriedades do circuito elétrico simples, mediada pela demonstração do experimento. Por um Circuito Elétrico fechado circula-se corrente elétrica. Os elétrons se deslocam em movimento ordenado, pela seção transversal de um fio condutor, do polo negativo, para o polo positivo, devido a diferença de potencial existente entre os polos do gerador (HALLIDAY E RESNICK, 2016). Pode-se salientar outras características desse circuito: chave de luz na posição fechada, aquecimento, e emissão de luz na lâmpada, por *Efeito Joule*.

A questão 03 (três) e última que compõe o questionário ilustrado, pergunta o seguinte: “O eletromagnetismo nasceu em 1820 com uma experiência do físico dinamarquês Hans Christian Oersted, verificando que ao colocar uma bússola sob um fio condutor elétrico energizado, a agulha sofria um desvio. Na figura abaixo podemos observar uma ilustração dessa experiência. Explique por que isso acontece.”

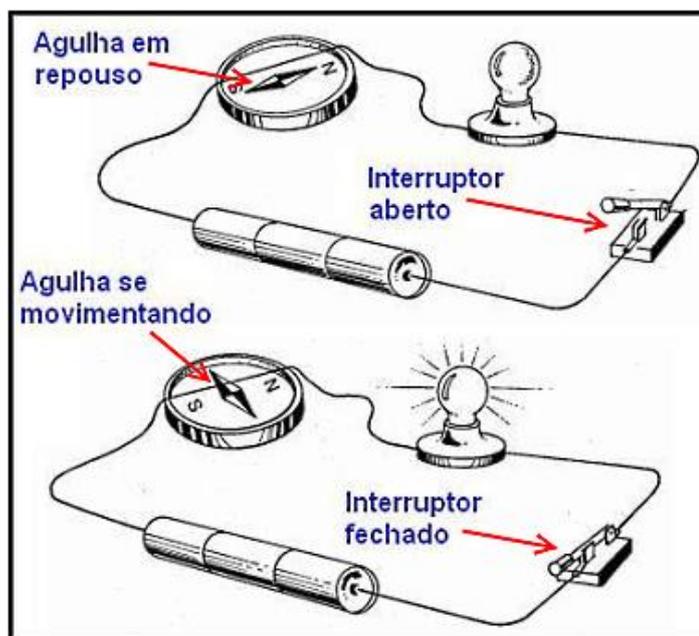


Ilustração do experimento de Oersted

Para esta pergunta o aluno AN6 respondeu: *Porque a passagem da corrente elétrica cria um campo magnético ao redor do fio, deslocando a agulha magnética da bússola.* A facilidade em explicar o conceito científico correto está ancorada nos subsunçores adquiridos no início da aula, com a verificação das propriedades do circuito elétrico simples, mediada pela demonstração do experimento. Quando cargas elétricas estão em movimento, geram campo magnético. Por isso, quando uma corrente atravessa um fio condutor, cria um campo de indução magnética ao seu redor. Esse campo magnético no fio, criado pela corrente elétrica que o atravessa, interagem com a campo magnético da agulha da bússola, causando um desvio, (HALLIDAY E RESNICK, 2016). Com este experimento, Hans Christian Oersted, estabeleceu uma relação ente os fenômenos elétricos e magnéticos, dando origem ao eletromagnetismo.

Com relação as respostas dos alunos AN4, AN5 e AN6, Ausubel (2003) fala que a Aprendizagem Significativa ocorre quando uma nova informação se baseia em conceitos relevantes. Isso quer dizer que quando o discente possui esse subsunçor ele consegue se sobressair de forma ativa e proveitosa, pois consegue resolver as atividades propostas pelo professor baseada em conhecimentos ligados especificamente ao assunto abordado.

Ausubel (2003) define estruturas cognitivas como estruturas hierárquicas de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. A ocorrência da Aprendizagem Significativa implica o crescimento e modificação do conceito subsunçor. A partir de um conceito geral (já incorporado pelo aluno) o conhecimento pode ser construído de modo a interligá-lo com novos conceitos facilitando a compreensão das novas informações, o que dá significado real ao conhecimento adquirido. As ideias novas só podem ser aprendidas e retidas de maneira útil caso se refiram a conceitos e proposições já disponíveis, que proporcionam as âncoras conceituais.

A questão que tratou sobre “O circuito elétrico abaixo está fechado ou aberto? Por quê?”, o aluno AN7 respondeu: *Aberto, por causa da corrente elétrica!* Podemos inferir, que na resposta emitida pelo aluno, existe um conhecimento científico correto acerca do circuito elétrico. No entanto, não conseguiu expressar assertivamente em sua resposta por que o circuito é aberto. No circuito aberto é caracterizado pela ausência da corrente elétrica e com a chave interruptora de luz na posição aberta. Evidenciamos um armazenamento

literal, arbitrário, memorístico, ou seja, um conhecimento mecânico. A partir do exposto acima, foi feito fortalecimento dos conceitos já compreendidos, e também de correção das situações que não se mostraram satisfatórias.

Na aprendizagem mecânica as informações são apreendidas sem interação com as informações que já estão presentes na estrutura cognitiva. Por isso, seu armazenamento acontece de forma arbitrária, não se conectando de maneira substancial à estrutura mental. Ressalta que Aprendizagem Significativa não quer dizer aprendizagem estritamente ligada ao conhecimento formal, validado. Para o autor, atribuir significados a um conhecimento a partir da interação com seus conhecimentos prévios, estabelece a Aprendizagem Significativa, independentemente de esses significados serem aceitos no contexto do aluno (AUSUBEL, 2003).

No entanto, ressalva-se que o professor não faz oposição entre os dois processos de aprendizagens, ambos são processos contínuos. A aprendizagem mecânica é inevitável para lidar com conceitos em que a memorização colabore para a agilidade mental, como os cálculos. Nesses casos, o aluno precisa reter as informações, embora não consigam relacioná-las com ideias já existentes.

Entretanto, Ausubel (2003) salienta que a aprendizagem não pode se limitar à mera memorização. A aprendizagem mecânica tem o latente de se transformar em significativa quando o aluno entra em contato com novos conceitos e constrói novas relações, fato ocorrido no decorrer das atividades propostas neste encontro. Dessa maneira, a relevância e o significado também podem ser construídos posteriormente (AUSUBEL, 2003).

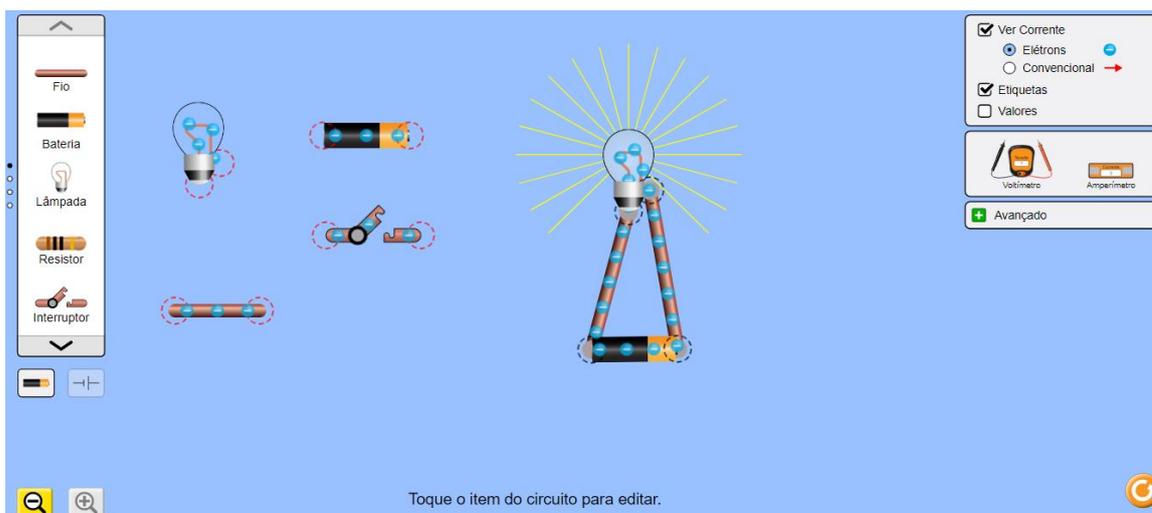
No desenvolvimento do terceiro encontro foi solicitado aos 17 (dezesete) alunos que formassem dois grupos com seis integrantes e um grupo com 05 (cinco) integrantes, chamados de: Grupo A, Grupo B, Grupo C. Esses grupos foram mantidos para o desenvolvimento das atividades no Laboratório Virtual e nas montagens dos experimentos de circuitos elétricos. A seguir, discorreremos analiticamente, sobre as quatro aulas tratando da aplicação de organizadores prévios nas atividades envolvendo o Laboratório Virtual e confecção de experimentos de circuitos elétricos simples.

No laboratório virtual, o objetivo foi constatar o novo conhecimento, com o auxílio dos organizadores prévios. Conforme argumentado nas Seções anteriores, na concepção de Ausubel (2003), quando o novo material é

relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos.

Em vista disso, foi utilizado a plataforma virtual PhET colorado, que oferece simulações de realidade virtual em ciências, de forma divertida, interativas. Para se utilizar o laboratório virtual da plataforma phet colorado, foi explicado aos alunos, que basta acessar o seguinte endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/, em seguida, clicar em cima do link “SIMULAÇÕES” Física. Feito isso, aparecerá vários resultados de simulações, clique no ícone do simulador que você deseja utilizar. Para o desenvolvimento desta atividade foi utilizado o simulador, Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual. A imagem da figura a seguir ilustra o ambiente virtual, que se encontra, ao entrar nesse simulador.

Kit para Montar Circuito DC - Lab Virtual



Esse simulador, é composto de vários dispositivos eletrônicos. Como por exemplo: fios, baterias, lâmpadas, resistores, interruptores, que permite montagem de circuitos elétricos, com diferentes configurações. Para isso, basta clicar, com o botão esquerdo do mouse em cima do dispositivo eletrônico desejado, arrastar para o centro da tela. Depois é só ir juntando as peças como se fosse um quebra-cabeça.

Feito a explanação sobre a plataforma virtual PhET, foram introduzidas perguntas desafiadoras, que os motivaram a buscar as respostas, montado os circuitos no laboratório virtual.

No questionário constaram os seguintes desafios e perguntas:

- ✓ Montar um circuito elétrico com uma pilha, uma lâmpada, um interruptor, e fios. Qual a relação entre um circuito elétrico aberto e fechado?
- ✓ Montar de um circuito elétrico simples com duas lâmpadas, duas pilhas, um interruptor e fios. Qual a diferença entre o sentido real e o convencional da corrente elétrica?
- ✓ Montar um circuito elétrico simples com três lâmpadas, três pilhas, um interruptor e fios. Qual a relação entre Efeito Joule e o funcionamento da lâmpada?

Em seguida, instigou-se os alunos do Grupo A sobre o desafio de montar um circuito elétrico com uma pilha, uma lâmpada, um interruptor, e fios (FOTO 01). Seguido da pergunta: “Qual a relação entre um circuito elétrico aberto e fechado?”. O Grupo A responde dizendo que *é a corrente elétrica, pois o circuito aberto não permite a passagem da corrente elétrica, enquanto o circuito fechado sim! Por isso que no circuito fechado podemos observar a lâmpada acesa.*

Na resposta apresentada pelo Grupo A, constatamos o conhecimento científico, sobre circuito elétrico aberto e fechado. A principal relação entre os dois circuitos, está na corrente elétrica. Desta maneira, no circuito elétrico aberto, a corrente elétrica não circula, e por isso a lâmpada não acende. Porém, o circuito fechado, permite a passagem da corrente elétrica. Em algumas situações envolvendo o estudo de circuito elétricos, o interruptor de luz é o dispositivo que permite ou não a passagem da corrente elétrica. Dessa forma podemos observar alguns de seus efeitos, como por exemplo o acendimento da lâmpada, mencionado anteriormente, (HALLIDAY E RESNICK, 2016).

FOTO 01: Montagem do circuito no laboratório virtual, para demonstração da diferença entre circuito elétrico aberto e fechado, realizada pelo grupo A.



FONTE: Autor da Pesquisa

É perceptível na Foto 01, que o circuito executado pelo Grupo A está composto por uma pilha, uma chave de luz, fios e uma lâmpada acesa, identificando a passagem da corrente elétrica, ou seja, a circuito está fechado. Constata-se que o êxito do Grupo A em desenvolver a atividade proposta pelo desafio está baseada nos organizadores prévios comparativos, mencionados no início da aula. Os conhecimentos prévios seriam os suportes em que o novo conhecimento se apoiaria. Nesse sentido, na resposta do Grupo A, observamos o novo conhecimento. Esse processo, Ausubel (1980, p. 96) designou de ancoragem e afirma que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe”. A ideia fundamental da Teoria de Ausubel (2003) é a de que a Aprendizagem Significativa é um “processo em que as novas informações ou os novos conhecimentos estejam relacionados com um aspecto relevante, existente na estrutura de conhecimentos de cada indivíduo” (NOVAK, 2000, p. 51).

Dando continuidade às atividades no Laboratório Virtual, o desafio indicado para o Grupo B foi Montar de um circuito elétrico simples com duas lâmpadas, duas pilhas, um interruptor e fios: Qual a diferença entre o sentido real e o convencional da corrente elétrica?”. A resposta foi: *Sentido real, é o sentido dos elétrons, do polo negativo para o polo positivo da pilha, enquanto o sentido convencional e contrário os sentido dos elétrons!* Na resposta do Grupo B, evidenciamos o conhecimento científico sobre o sentido da corrente

elétrica. O sentido real é dos elétrons que se deslocam no fio condutor, ou seja, do polo negativo para o positivo do gerador, os portadores de carga são elétrons, partículas negativamente carregadas. O campo elétrico faz essas partículas se moverem no sentido oposto ao convencional, do terminal negativo para o terminal positivo. A seta da corrente é desenhada no sentido em que portadores de carga positivos se movem, mesmo que os portadores sejam negativos e se movam no sentido oposto (HALLIDAY E RESNICK, 2016).

No caso do Grupo B (FOTO 02), a aprendizagem ocorreu quando o conceito subsunçor foi desenvolvido e modificado. Novos conhecimentos só puderam ser apreendidos porque guardaram a relação com conceitos e proposições já disponíveis, as chamadas âncoras conceituais. O aparecimento de ideias, conceitos ou proposições inclusivas, claras e disponíveis na estrutura cognitiva de quem aprende e os novos conhecimentos relacionáveis com as mesmas, é que aprimora de significado, interagindo entre os novos conhecimentos e os subsunçores (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

FOTO 02: Montagem do circuito no laboratório virtual, para demonstração da diferença entre o sentido real e convencional da corrente elétrica, realizada pelo grupo B.



FONTE: Autor da Pesquisa

Ao analisar o Grupo B, podemos observar que o circuito desenvolvido por eles, está composto de duas pilhas, um interruptor, fios e duas lâmpadas acesas, que comprova a circulação da corrente elétrica no circuito, situação indispensável para se averiguar os sentidos da corrente elétrica na atividade proposta. Quando eles introduziram as duas pilhas no circuito, produziram uma

diferença de potencial entre os pontos do fio que estão ligados aos terminais das pilhas. Com isso, as pilhas produzem um campo elétrico no interior do fio, fazendo com que as cargas elétricas se movam no circuito. Nesse sentido, observamos o novo conhecimento na resposta do Grupo B.

Na Aprendizagem Significativa, então, o estudante possui e utiliza subsunçores, como apoio, para ancorar um novo conhecimento na sua estrutura cognitiva, e se “[...] não houver esse conhecimento prévio não poderá haver Aprendizagem Significativa” (MOREIRA, 2008a, p. 16). Nesse processo de ancoragem ocorre a interação entre aquilo que o estudante já sabe com um novo conceito, promovendo a construção de significados. Os novos conceitos são agregados ou incorporados na estrutura cognitiva, transformando-a e disponibilizando “novos” conhecimentos, em um nível mais elevado de especificidade e complexidade, para a realização de novas ancoragens (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Após a apresentação do Grupo B, os alunos do Grupo C (FOTO 03) foram desafiados a montar um circuito elétrico simples com três lâmpadas, três pilhas, um interruptor e fios, finalizando com a pergunta: “Qual a relação entre o Efeito Joule e o funcionamento da lâmpada?”. Como resposta, tivemos: *O Efeito Joule é a causa do acendimento da lâmpada, pois há um aumento da temperatura no material dentro dela, por causa do movimento dos elétrons!* Na resposta manifestada pelo grupo C, notamos o conhecimento científico, sobre o Efeito Joule na lâmpada. *O Efeito Joule, converte energia elétrica em calor. Isso ocorre devido a passagem da corrente elétrica por um material condutor de eletricidade. Quando a corrente elétrica atravessa um condutor de eletricidade, ela encontra resistência a sua passagem, os elétrons da corrente se agitam, causando choques com os átomos do material, aumentando a temperatura, e liberando calor. Quanto maior for a resistência do material a passagem da corrente, maior será o calor gerado no material,* (HALLIDAY E RESNICK, 2016).

É possível notar na foto 03, que o circuito desenvolvido pelo Grupo C, contém de três pilhas, um interruptor, fios e três lâmpadas acesas, que provam a passagem da corrente elétrica por elas. O material dentro da lâmpada, na qual elas são produzidas, chama-se tungstênio, elemento de alto ponto de fusão entre os metais. Por isso, necessita de uma temperatura muito elevada para derreter.

Verifica-se que, a habilidade do Grupo C, em desenvolver atividade proposta pelo desafio com êxito, está baseada nos organizadores prévios comparativos introduzidos no início da aula. Assim pois, observamos o novo conhecimento na resposta do Grupo C.

FOTO 03: Montagem do circuito no laboratório virtual, para demonstração da relação entre *Efeito Joule* e funcionamento da lâmpada, realizada pelo grupo C.



FONTE: Autor da Pesquisa

De acordo com Ausubel (2003), o organizador comparativo ajuda o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva com ideias claras e disponíveis sobre o Efeito Joule e o funcionamento da lâmpada, ressaltando as semelhanças e diferenças que existem entre o conteúdo a ser aprendido e aquele que está disponível na mente do aluno.

Os experimentos com circuitos elétricos incorporando a estrutura do conhecimento, atividade desenvolvida no quarto encontro. Constatou a subsunção correlativa, ou seja, aquela que corrobora e reforça o subsunção já existente na estrutura do conhecimento do aluno. Em conformidade com as seções anteriores, na concepção de Ausubel (2003), a clareza, a estabilidade e a organização do conhecimento prévio em um dado corpo de conhecimentos, em um certo momento, é o que mais influencia a aquisição significativa de novos conhecimentos nessa área, em um processo interativo no qual o novo ganha significados, se integra e se diferencia em relação ao que já existe.

Nesse sentido, foi iniciada uma atividade experimental com circuito elétrico simples, com fios, interruptores, lâmpadas, baterias e bússolas, no qual os alunos pertencentes aos grupos, A, B e C deveriam construir circuito. A atividade era composta pelo seguinte desafio: “Montar um circuito elétrico

simples, com uma bateria, uma lâmpada, um interruptor, uma bússola e fios. E responderiam qual a relação entre o funcionamento do circuito e o desvio sofrido pela agulha da bússola?”.

Para esse desafio os integrantes do grupo A, responderam que *a passagem da corrente elétrica, cria um campo magnético, que desloca a agulha da bússola!* Em tal resposta, constata-se o conceito científico correto, acerca dos efeitos da passagem da corrente elétrica, por um condutor sólido, pois o efeito magnético manifesta-se quando há o aparecimento de um campo magnético na região próxima de onde se aplica a corrente elétrica. Uma observação básica da Física é a de que partículas carregadas em movimento produzem campos magnéticos. Isso significa que uma corrente elétrica também produz um campo magnético. Esse aspecto do eletromagnetismo, é o estudo combinado dos efeitos elétricos e magnéticos (MÁXIMO e ALVARENGA, 2000).

É notória a perspicácia do Grupo A na foto 04, ao conseguirem montar corretamente o circuito, pois a lâmpada está acesa. No entanto, não verificaram o desvio na agulha da bússola. A mesma estava em uma distância muito afastada do fio, e por isso, eles não conseguiam observar momentaneamente o fenômeno. Logo em seguida, os integrantes do grupo B decidiram aproximar a bússola do fio, e com isso conseguiram observar o desvio na agulha da bússola, comprovando assim a relação entre eletricidade e magnetismo.

Em termos práticos, a subsunção correlativa revela o desenrolar da ideia geral, agregando novos conhecimentos aos existentes com a ideia nova. O conhecimento continua o mesmo, não havendo o aumento em extensão, mas sim em amplitude, pois o aluno já sabia sobre aquilo que já se sabia (AUSUBEL, 2003). A foto 04 ilustra a forma da Aprendizagem Significativa por subordinação (subsunção correlativa).

FOTO 04: Grupo A na elaboração e montagem de um circuito elétrico simples, faltou aproximar a bússola do fio.



FONTE: Autor da Pesquisa

Nesse sentido, pode-se atentar para a subsunção correlativa, pois o grupo conseguiu desenvolver a atividade devido a clareza, estabilidade e organização do conhecimento prévio. Com isso, a nova ideia aprendida é um exemplo que amplia o sentido/significado de algo já sabido, ampliando a ideia pré-existente (AUSUBEL, 2003). Em seguida, provocou-se os alunos para montar um circuito elétrico simples, com uma bateria, uma lâmpada, um interruptor, uma bússola e fios, com ênfase na seguinte pergunta: “Qual a relação entre o funcionamento do circuito e o desvio sofrido pela agulha da bússola?”. Estimulados, os integrantes do Grupo B responderam: *a passagem da corrente elétrica pelo fio, faz a agulha da bússola se mover!* Na resposta apresentada pelo Grupo B, percebe-se o conceito científico correto, acerca dos efeitos da passagem da corrente elétrica, por um condutor sólido, pois a passagem da corrente elétrica, por um fio condutor, é a causa do desvio da bússola, que cria ao redor dele um campo magnético.

Como mostra a Foto 05, o Grupo B montou o circuito elétrico simples corretamente. Mas, a chave interruptora não está acionada, ou seja, o circuito está aberto, não tem passagem de corrente elétrica. Devido a isso, a lâmpada não acendeu e na bússola não ocorreu mudança na direção de sua agulha. Posteriormente, quando um dos integrantes do grupo acionou o interruptor, é que eles observaram os efeitos da passagem da corrente elétrica, com o brilho da lâmpada e o desvio na direção da agulha da bússola. Na concepção de

Ausubel (2003), podemos evidenciar a subsunção correlativa, pois o conteúdo aprendido é uma extensão, elaboração, modificação de conceitos compreendidos, interagindo com subsunçores relevantes e inclusivos e esse processo de ancoragem da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor.

FOTO 05: Grupo B na elaboração e montagem de um circuito elétrico simples, faltou liberar a passagem da corrente elétrica.



FONTE: Autor da Pesquisa

Em linhas gerais, faz-se necessário explicitar o princípio existente por trás da subsunção correlativa para que o aluno tenha condição de internalizá-los e utilizá-los como ferramenta de mediação ou construção do seu conhecimento, seja no contexto da sala de aula ou não, ou seja, como o desenvolvimento da habilidade de organização das informações (MOREIRA; MASINI, 1982). Compete ao professor, assim, nortear os alunos no aprendizado do conteúdo ministrado e, gradativamente, instruí-los formas de correlacionar as ideias, seja as já existentes ou aquelas com que ainda o aluno pode vir a se deparar.

Quanto ao desafio que pretendeu montar um circuito elétrico simples, com uma bateria, uma lâmpada, um interruptor, uma bússola e fios, estabelecendo relações com a pergunta: “Qual a relação entre o funcionamento do circuito e o desvio sofrido pela agulha da bússola?”, os alunos do Grupo C, disseram que a resposta seria: *a passagem da corrente elétrica pelo fio, gera um campo magnético, que interage com agulha da bússola, causando uma mudança de*

sentido. A explicação do Grupo C, revela o conceito científico correto, acerca dos efeitos da passagem da corrente elétrica, por um condutor sólido, pois o campo magnético do fio interage com o campo magnético da bússola.

A foto 06 mostra o grupo C montando o experimento corretamente, pois o circuito está fechado, ou seja, o interruptor está acionado, e por isso, permite a passagem da corrente elétrica. Também, podemos ver que a bússola está muito próxima do fio que é percorrido pela corrente elétrica, possibilitando aos integrantes, verificar a mudança no sentido da agulha da bússola.

Deste modo, podemos evidenciar a subsunção correlativa devido os alunos discriminarem as novas ideias das ideias que servem de âncora para a internalização de novas ideias, porém não podem ser misturadas, confundidas ou reduzidas uma à outra. Nessa perspectiva, a maneira como o professor argumenta e o jeito com que o aluno designa internamente as relações da ideia ensinada são fundamentais para o aprendizado efetivo do novo conteúdo (BEHRENS, 2002).

FOTO 06: Grupo C montou todo circuito corretamente.



FONTE: Autor da Pesquisa

Com os conceitos básicos da Teoria de Ausubel (2003) já apresentados e enfatizados ao longo do texto constatou-se sobre a necessidade da pré-existência na estrutura cognitiva dos alunos com ideias que possam servir para a ancoragem de novas ideias, fazendo-se necessárias, considerando a existência, a clareza e a firmeza dessas ideias, além da disposição do indivíduo em aprendê-las significativamente. Por se tratar de fatores particulares de cada indivíduo, eles são chamados de fatores internos.

Em vista disso, a Aprendizagem Significativa abrange novos conhecimentos adquirindo significados através da interação com conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1999). Como foi dito acima, o conhecimento prévio pode, por exemplo, ser interpretado em termos de esquemas de assimilação, construtos pessoais, modelos mentais, invariantes operatórios.

5.3 Recursos didáticos

Quadro branco, pincel, apagador, projetor, questionário para verificação de concepções alternativas (semiestruturado), atividade prática (experimento), texto, computador, pilhas, baterias, lâmpadas, fios.

5.4 Avaliação da Aprendizagem

Nesta Seção, o objetivo foi avaliar a Aprendizagem Significativa dos alunos por meio de um Pós-teste. Conforme exposto nas seções anteriores, na concepção de Ausubel (2003), a avaliação da Aprendizagem Significativa implica outro enfoque, porque o que se deve avaliar é compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento em outras situações, tornando-a facilitadora pedagógica.

Dentro da Teoria ausubeliana o objetivo da avaliação não difere conceitualmente de outros contextos: a avaliação é determinante na consecução dos objetivos educacionais significativos do material que foi ensinado. Para Behrens (2002, p. 71-72), a avaliação pode assumir as seguintes potencialidades:

1. Avaliar os principais objetivos buscados para esta aprendizagem.
2. Experiência útil de aprendizagem para os alunos, uma vez que os obriga a revisar, consolidar, esclarecer e integrar os diversos assuntos tratados.
3. Pode oferecer ao professor informações a respeito da eficácia dos materiais e dos métodos que ele utiliza, bem como indícios sobre as possíveis causas para eventual mau desempenho de algum/ns aluno(s).

Ao longo da pesquisa, foi notória a potencialidade da Teoria da Aprendizagem Significativa embasando as ideias e Teorias sobre a aquisição dos saberes. Por meio da Teoria e estudos de Ausubel (2003), é possível

ultrapassar a noção de que o currículo escolar se resume à seleção dos conteúdos a serem ensinados, focalizando que não se pode dissociar o ensino da aprendizagem.

À vista disso, foi aplicado um questionário Pós-teste aos 17 (dezesete) alunos, composto de 04 (quatro) questões referentes aos procedimentos realizados durante o projeto, seguindo as seguintes perguntas:

- 3) Conforme apresentado nos experimentos juntamente a sua habilidade na construção dentro do Laboratório Virtual e Real, relate como você observou a relação entre Efeito Joule e corrente elétrica.
- 4) No decorrer das aulas você pode verificar que o processo ensino aprendizagem é adquirido de forma dinâmica, então de que forma o Laboratório Virtual ajudou você a compreender a diferença entre circuito elétrico aberto e fechado?
- 5) O experimento prático real ajudou você a compreender a diferença entre o magnetismo observado do fio e da bússola? Conte-nos a sua vivencia.
- 6) Como Professor da área de Física, alunos tem relatado que sentem dificuldades na aprendizagem dessa disciplina, deixando-os desestimulados em algum momento. Esse foi um dos motivos que os convidei a participar dessa pesquisa. Assim, nos conte: O uso do Laboratório Virtual e experimentos lhe ajudou a compreender melhor os conceitos relacionados aos circuitos elétricos simples? Por quê?

As reflexões obtidas a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), após a análise das respostas do Pós-teste aludidas pelos alunos da turma do oitavo ano do Ensino Fundamental do Colégio Municipal Antônio Rodrigues Bayma foram discorridas analiticamente.

Na questão 01: “Conforme apresentado nos experimentos juntamente a sua habilidade na construção dentro do Laboratório Virtual e Real, relate como você observou a relação entre Efeito Joule e corrente elétrica”, os alunos AN1, AN2, AN3, AN4 e AN5, responderam que *é uma relação de causa e consequência, a passagem da corrente elétrica, causa o efeito joule, que é o aumento de temperatura!* O objetivo dessa pergunta era fazer com que os estudantes percebessem a relação de causa e efeito da passagem da corrente elétrica pelo fio condutor. Na resposta apresentada pelos alunos, nota-se que

eles compreenderam essa relação, já que o movimento ordenado dos elétrons causa várias colisões entre eles e os átomos do material condutor, provocando um aumento de temperatura. Moreira (2010, p. 83), como interprete da teoria ausubeliana, acentua que “os conhecimentos adquiridos são assimilados por um período maior e vão se reconfigurando com novos saberes mais complexos”.

No tocante à questão: “No decorrer das aulas você pode verificar que o processo ensino aprendizagem é adquirido de forma dinâmica, então de que forma o Laboratório Virtual ajudou você a compreender a diferença entre circuito elétrico aberto e fechado?”, os alunos AN5 e AN6 declararam: *a aula ficou mais interessante, mais fácil de aprender as diferenças entre os dois circuitos, pois a chave de luz virtual, permitiu eu controlar a passagem da corrente elétrica!* Na resposta explicada pelos alunos, avistamos a capacidade deles em explicar e descrever assertivamente essa relação.

Na explicação dos alunos, podemos aferir a compreensão acerca dos tipos de circuitos, pois através do Laboratório Virtual pode-se controlar a passagem da corrente elétrica com o auxílio da chave de luz. Isso permitiu que eles aprendessem a diferença entre circuito aberto e fechado. Apontamos a contribuição dessa ferramenta virtual como motivadora para o interesse da aprendizagem dos alunos, deixando a aula mais atrativa, fazendo informações apreendidas significativamente serem aplicadas em uma grande variedade de novos problemas e contextos (AUSUBEL, 2003).

Assimilando as afirmações dos alunos AN5 e AN6 e depreendendo Ausubel (2003, p. 43), “as informações são construídas em relações de semelhança e diferença com saberes já estabelecidos, contribuindo para uma maior facilidade da aprendizagem futura de temas relacionados”.

Já os alunos AN7, AN8 e AN9 reiteraram de forma conjunta: *Eu mesmo pude montar o circuito, percebi que existe corrente elétrica no circuito fechado, enquanto no aberto não!* Podemos notar que o ato dos próprios alunos asseverou o laboratório virtual como fundamental para despertar o interesse deles, ajudando-os a aprenderem a diferença correta entre os dois tipos de circuito. Nesse sentido, conjecturamos que os alunos adquiriram uma compreensão significativa do conhecimento, sendo levados a transformarem os conhecimentos adquiridos para outras situações de circuitos elétricos, “Toda nova informação assimilada tem um efeito residual” (MOREIRA, 2012, p. 95).

Na questão que tratou sobre: “O experimento prático real ajudou você a compreender a diferença entre o magnetismo observado do fio e da bússola? Conte-nos a sua vivencia”, os alunos AN11, AN12, AN13 e AN14, declararam: *Observei que no fio, só tinha magnetismo quando passava corrente elétrica por ele, enquanto na bússola não!* Por essa resposta, podemos presumir o significado científico correto acerca do magnetismo no fio, pois um campo magnético surge entorno dele, com a passagem da corrente elétrica. Quando a bússola se aproximada do fio energizado, o campo magnético dela, reage ao campo magnético do fio (HALLIDAY e RESNICK, 2016).

Deste modo, no que diz respeito a vivencia dos alunos AN8, AN9 e AN10 expuseram: *Notei que o magnetismo da bússola estava sempre presente, enquanto no fio, só existia magnetismo por causa da corrente elétrica!* Na resposta explicada pelos alunos, podemos observar, conforme a Teoria de Ausubel (2003), a aplicação do conhecimento científico no que concerne as propriedades do Eletromagnetismo, pois o magnetismo da bússola, é um atributo dela e faz parte da natureza do seu material, não precisando de corrente elétrica. Já o magnetismo observado no fio do experimento, só existe devido a presença da corrente elétrica (HALLIDAY e RESNICK, 2016).

Com relação a vivencia dos alunos AN1, AN2, AN3 e AN4 foi a seguinte: “Quando aproximei a bússola do fio com corrente elétrica, percebi que a agulha mudava de direção. Isso não aconteceu quando a corrente deixou de circular!” Nitidamente, a resposta emitida pelos alunos destacou uma compressão científica correta relativo ao fenômeno Eletromagnético, pois para observamos seus efeitos, é necessário a presença da corrente elétrica no fio, como também a proximidade dele com a bússola, para que seus campos magnéticos interajam. Se o fio estiver muito afastado da bússola ou vice-versa, pode ser que seus campos magnéticos não sejam suficientes para observar o fenômeno. Dessa maneira, pressupomos que os alunos adquiriram uma compreensão significativa do conhecimento, sendo levados a transformarem os conhecimentos adquiridos para outras situações de circuitos elétricos (PIETROCOLA, 2001).

Na questão que tratou sobre: “O uso do Laboratório Virtual e experimentos, ajudou você a compreender melhor os conceitos ensinados na aula? Por quê?”, os alunos AN9, AN10, AN11, AN12, AN13, AN14 e AN15, afirmaram conclusivamente: *Sim! Porque, eu mesmo pude fazer. As aulas no*

quadro são cansativas! Na resposta apresentada pelos alunos, aferimos que a introdução do Laboratório Virtual e os experimentos de circuitos elétricos, despertou a atenção deles, tornando-os mais participativos. Fato comprovado na concepção de Moreira (2012), a realização dessas atividades experimentais, deu oportunidade aos alunos de verem e analisarem situações problemas, para que encontrem resultados, e saibam compreendê-los.

Conforme foi citado nos questionamentos acima, Wichello (2018) salienta a importância da aula experimental como recurso metodológico facilitador do processo de ensino aprendizagem nas disciplinas da área das Ciências. Através da experimentação, Teoria à prática e possibilita o desenvolvimento da pesquisa e da problematização em sala de aula, despertando a curiosidade e o interesse do discente. Faz do aluno um sujeito da aprendizagem, possibilitando que o mesmo desenvolva habilidades e competências específicas.

Desta forma, Wichello (2018) corrobora que nas disciplinas da área das Ciências, as aulas práticas de laboratório são cruciais, pois permitem que o aluno experimente o conteúdo trabalhado em aulas teóricas, conhecendo e analisando organismos e fenômenos naturais, manuseando equipamentos que são utilizados nas práticas, além de estimulá-los a quererem aprender cada vez mais.

Ulteriormente, o pós-teste sondou sobre: “Como Professor da área de Física, alunos tem relatado que sentem dificuldades na aprendizagem dessa disciplina, deixando-os desestimulados em algum momento. Esse foi um dos motivos que os convidei a participar dessa pesquisa. Assim, nos conte: O uso do Laboratório Virtual e experimentos lhe ajudou a compreender melhor os conceitos relacionados aos circuitos elétricos simples? Por quê?”. Surpreendentemente os alunos AN1, AN2, AN3, AN4 e AN5 relataram: *Sim! Porque a aula ficou diferente, interessante e fácil de entender.* Essa menção interpretou que as atividades experimentais contribuíram para aprendizagem dos alunos, deixando as aulas mais dinâmicas e prazerosas, motivando o aluno a se esforçar para entender tanto os conteúdos teóricos em sala de aula, quanto às atividades práticas experimentais, pois podem auxiliar na formação de conceitos, fomentarem o desenvolvimento cognitivo do aluno e criar um ambiente favorável à aprendizagem.

Tomando como exemplo as Diretrizes Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental do Estado do Paraná, (2008 p. 23) constatamos que:

[...] as atividades experimentais estão presentes no ensino de Ciências desde sua origem e são estratégias de ensino fundamentais, pois, podem contribuir para a superação de obstáculos na aprendizagem de conceitos científicos, não somente por propiciar interpretações, discussões e confrontos de ideias entre estudantes, mas também pela natureza investigativa.

Dessa maneira as aulas experimentais, realizadas pelo docente e concretizadas pelos alunos, objetivou ir além da observação direta das evidências e da manipulação dos materiais de laboratórios, oportunizou condições para que os alunos pudessem levantar e testar suas ideias ou suposições sobre os fenômenos científicos a que foram expostos.

Ensinar sem levar em conta o que o aluno já sabe, segundo Ausubel (2003, p. 67), é um esforço sem expectativas, pois o “novo conhecimento não tem onde se ancorar”. É fundamental que se refere ao desafio diário de tornar a escola um ambiente motivador. Pode-se preparar a atividade mais atrativa, mas é o aluno que determinará se houve ou não a compreensão do tema proposto na aula. Portanto, é excepcional desenvolver uma aula divertida se ela for encaminhada de forma automática, sem possibilitar a reflexão e a negociação de significados (TEIXEIRA, 2015).

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A.K.T.; CHAIB, J.P.M.C. Experiência de Oersted em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Campinas, São Paulo: Editora da Unicamp, v.29, n.1, p. 41-51, 2007. Disponível em: Acesso em 19 de outubro de 2017.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BAUER, W; WESTFALL, G. D; DIAS, H. **Física para universitários: Eletricidade e magnetismo**. Porto Alegre: AMGH, 2012. BISCUOLA, J. G; BÔAS, N. V; DOCA, R. H. Conecte física. São Paulo: Saraiva, 2011. v. 3.
- BEHRENS, M. A. **Projetos de Aprendizagem Colaborativa num Paradigma Emergente**. In. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. São Paulo. Papyrus, 2002.
- COTRIM, A. M. B. **Instalações Elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- Diretrizes Curriculares da Educação Básica Ciências**. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. Paraná, 2008.
- FERNANDES, E. **Conhecimento prévio: entenda porque aquilo cada um já sabe é a ponte para saber mais**. 2011. Disponível: novaescola.org.br/conteúdo/1510/conhecimento-previo. Acesso em: 02 de jan de 2022.
- HALLIDAY, D. RESNICK, R. **Fundamentos da Física 3-Eletromagnetismo**. 10ª ed. Grupo Editorial Nacional-GEN. 2016.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2000.
- MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- _____, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.
- _____,M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? **Revista cultural La Laguna Espanha**, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 22/2/2019.

_____, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1983.

_____, M. A.; MASINI, E. A. F. **Aprendizagem Significativa: a Teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

NOVAK, Joseph David. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceptuais TM como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano edições técnicas, 2000.

NUSSENZVEIG, H. M. **Física básica: Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002. v. 3.

PLACCO, V. M. N. S.; ALMEIDA, L. R. (Orgs.). **O coordenador pedagógico e os desafios da educação**. São Paulo: Loyola, 2008.

PIETROCOLA, M. **Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo**. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: EDUFSC, 2001. p. 932.

RAMALHO, F; FERRARO, N. G; TOLEDO, P. A. **Os fundamentos da física**. 10. ed. São Paulo: Moderna, 2009. v. 3.

WICHELLO, G. C. 2018. **A importância da física experimental no processo de ensino aprendizagem**. Disponível em: saocamiloes.br/centroeducacional/noticias/2018/05/a-importancia-da-fisica-experimental. Acesso em: 03 de jan de 2022.