

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro De Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Rondinely de Jesus Neves

**A ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA DE FÍSICA: INCLUINDO UM ESTUDANTE COM TDAH**

Belo Horizonte

2023

Rondinely Neves

**A ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA EM UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA DE FÍSICA: INCLUINDO UM ESTUDANTE COM TDAH**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Josiane Pereira Torres

Belo Horizonte

2023

N518a
TCC

Neves, Rondinely de Jesus, 1987-

A abordagem experimental investigativa em uma sequência didática de Física [manuscrito] : incluindo um estudante com TDAH / Rondinely de Jesus Neves. -- Belo Horizonte, 2023.

31 f. : enc, il., color.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Josiane Pereira Torres.

Bibliografia: f. 23-24.

Apêndices: f. 25-31.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino. 3. Física -- Estudo e ensino. 4. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Métodos de ensino. 5. Física -- Estudo e ensino -- Meios auxiliares. 6. Ciências (Ensino médio) -- Métodos experimentais. 7. Distúrbio da falta de atenção com hiperatividade. 8. Distúrbios da aprendizagem.

I. Título. II. Torres, Josiane Pereira. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 530.7

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: A ABORDAGEM EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA EM UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE FÍSICA:
INCLUINDO UM ESTUDANTE COM TDAH.

Nome do Aluno: Rondinely de Jesus Neves.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 25 de março de 2023, pela banca constituída pelo membros:

Profª. Josiane Pereira Torres - Orientadora / UFMG

Prof. Ygor Bernardes Santos- Leitor Critico / UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2023.

Profª. Drª. Nilma Soares da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 11/04/2023, às 21:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Dedico este trabalho a minha família que sempre enxergou no ato da educação um elemento transformador do ser humano.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, porque tem sido Ele quem provê, à minha família, por todo suporte e esforços inesgotáveis em cada etapa da minha vida e à Laila Gonçalves do Carmo, pelo companheirismo, auxílio em momentos de demasiadas dores e incertezas, e pelas constantes ajudas através de nossos diálogos, cujas reflexões culminaram em melhoramentos pessoais e profissionais.

Agradeço também a todos os funcionários do Curso de Especialização em Ensino em Ciências da UFMG, que nos acolheram em um momento tão frágil e excepcional da pandemia do coronavírus e que trabalharam de uma forma especial para minimizar os problemas decorrentes desse contexto, à querida tutora Luíza Gabriela de Oliveira, por todo cuidado, tato e constantes interferências positivas aos cursistas, e aos professores do curso que nos oportunizaram ricas experiências e que nos ajudaram e enxergar tantas novas oportunidades para exercermos nossa nobre profissão com excelência.

Registro também meu agradecimento muito especial à Prof.^a Dr.^a Josiane Pereira Torres por todas as sugestões, conselhos, cuidado e disponibilidade, pois sem esse suporte seria extremamente difícil realizar tal estudo.

"I may never find all the answers

I may never understand why

I may never prove

What I know to be true

But I know that I still have to try"

(Dream Theater – The Spirit Carries On)

Resumo

Estudos indicam um aumento na incidência de estudantes com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), os quais apresentam especificidades para permanecer e participar das atividades de sala de aula. Tais estudantes possuem características que, quando não atendidas, os afetam e, por vezes, refletem em seus desempenhos acadêmicos. Para garantir seus direitos à educação é necessário que a escola e professor compreendam essas necessidades e trabalhem suas aulas planejando-as de forma a atender as especificidades desses estudantes. Uma sequência didática elaborada com elementos de abordagem investigativa experimental pode possuir características que possibilitam resgatar o interesse e atenção desses estudantes para fenômenos reconhecidamente tidos como abstratos e complexos da Física. Nesse sentido, esse estudo se propôs a desenvolver e aplicar uma sequência nesses moldes em uma escola da região metropolitana de BH. Foi possível identificar resultados benéficos tanto para um estudante com TDAH quanto para seus pares, tanto em relação ao seu engajamento quanto à sua participação como voz ativa reconhecida por seus colegas, sendo possível encontrar algumas possibilidades e limitações na elaboração das atividades e que estão associadas às condições desse estudante.

Palavras-chave: TDAH. Sequência Didática. Abordagem Investigativa Experimental. Ensino de Ciências. Ensino de Física.

Abstract

Studies indicate an increase in the incidence of students with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), who have specificities to stay and participate in classroom activities. Such students have characteristics that, when not met, directly affect them, and sometimes reflect on their academic performance. To guarantee their rights to education, it is necessary that the school and the teacher understand these needs and plan their classes for meeting their specificities. A teaching sequence elaborated with elements of an experimental investigative approach may have characteristics that make it possible to get interest and attention of these students to many so-called abstract and complex phenomena in Physics. In this sense, this study aimed to the development and application of a teaching sequence with this approach in a school in the metropolitan region of Belo Horizonte. It was possible to identify beneficial results both for a student with ADHD and for their peers, in relation to their engagement and their participation as an active, recognized voice by their peers as well as finding possibilities and limitations to the elaboration of some activities associated with the conditions of this student.

Keywords: ADAH. Teaching Sequence. Experimental Investigative Approach. Science Teaching. Physics Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Síntese das respostas dos estudantes referente às avaliações diagnósticas	21
Quadro 2 – Síntese das respostas do estudante alvo referente às avaliações diagnósticas	22
Figura 1 – Prints dos estudantes no experimento 1 (esquerda), experimento 2 (direita) e discussão dos resultados (abaixo)	24
Figura 2 – Mosaico de fotos dos materiais confeccionados para as práticas experimentais	35
Figura 3 – Sínteses no Padlet	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
3	METODOLOGIA	15
3.1	LOCAL E PÚBLICO-ALVO.....	15
3.2	SELEÇÃO DO TEMA.....	16
3.3	SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	17
3.4	COLETA DE DADOS.....	18
3.5	ANÁLISE DE DADOS.....	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1	AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS.....	19
4.2	PRODUÇÕES DE SÍNTESES.....	23
4.3	EXPERIMENTOS.....	25
5	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICES	35

1 INTRODUÇÃO

Durante a prática docente do autor, em escolas de distintas redes e de diferentes modalidades de ensino, verificou-se, por muitas vezes, a presença de estudantes com Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), os quais podem requerer atenção especial em relação aos seus pares, e que, quando diagnosticados, possuem garantias previstas para permanência na escola regular.

O TDAH afeta cerca de 3,4 a 7,1% de crianças e adolescentes em todo o mundo (BERNARDES; SIQUEIRA, 2022) e, de acordo com a Associação Brasileira de Déficit de Atenção (ADBA) de 3% a 5% nas crianças em idade escolar (ABRAHAO; FANTACINI, 2017) no Brasil, e, portanto, têm-se necessidade urgente para que a escola propicie ambiente favorável para tais estudantes, pois ela se apresenta como o primeiro espaço para a construção de conhecimento, sugerindo uma necessidade de formação de professores qualificados (BENÍCIO; MENEZES, 2017) e que contemplem oportunidades iguais para seus estudantes.

Estudantes com TDAH podem apresentar necessidades específicas que guardam relação direta com a presença de desatenção e/ou hiperatividade-impulsividade, com frequência e intensidade superiores em comparação a outras crianças em condições similares, sendo observadas algumas dificuldades notórias, que incluem dificuldade no manutenção da concentração e vigilância e a persistência no esforço (DESIDÉRIO; MIYAKASI, 2007).

De acordo com Nunes et al. (2022), a partir de alguns estudos, foi possível constatar que o desempenho escolar dos estudantes com TDAH tendem a apresentar uma piora em tarefas mais complexas, principalmente pela desatenção, quando há necessidade de retenção, análise e recuperação de informação. Esse pode ser o caso no estudo de conceitos de Física, onde há necessidade de possuir um repertório conceitual grande, pois a compreensão de um novo conceito se dá através da utilização de considerável rede conceitual.

Para garantir as necessidades à atenção requerida em salas de aula, que naturalmente são heterogêneas, podem ser adotadas algumas estratégias, como por exemplo: estruturar atividades em um sequência didática onde se aproveite estratégias de características específicas tais como a “quebra” de tarefas em

pequenas partes (DESIDÉRIO; MIYAKASI, 2007) para manutenção da atenção, o ato de relacionar o lúdico ao conhecimento prévio (OLIVEIRA, 2021), atividades que envolvam a utilização de circuitos sensório motores (BENÍCIO; MENEZES, 2017), atividades dinâmicas executadas em tempo curto (BENÍCIO; MENEZES, 2017), e trabalhos executados em grupos reforçando à socialização e democratização do conhecimento (ABRAHAO; FANTACINI, 2017). A efetividade de estratégias como as mencionadas tem sido demonstrada em investigações sobre o tema, fortalecendo o engajamento e desempenho acadêmico dos estudantes com TDAH, e que também possuem características suficientes para favorecerem os seus pares.

Para contribuir com o desempenho dos estudantes com TDAH faz-se necessário que os professores repensem suas metodologias e ferramentas de forma a propiciar um ambiente mais favorável para atingir a atenção de todos os estudantes, inclusive os que possuem TDAH cuja atenção é um desafio constante. Desse modo, essa busca poderá auxiliar a todos os estudantes da sala de aula, motivando-os a envolverem-se e, conseqüentemente, desenvolverem a aprendizagem (NUNES et al., 2022). Nesse contexto, o presente trabalho de investigação culminou no desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática, baseada na abordagem investigativa, envolvendo atividades experimentais sobre indução eletromagnética destinada a uma turma da 3ª Série do Ensino Médio de uma escola particular do município de Contagem-MG, onde há estudante identificado com TDAH.

O objetivo da intervenção foi de verificar se atividades experimentais sobre indução eletromagnética, a partir de uma abordagem investigativa, poderiam proporcionar maior engajamento nos estudantes de uma turma do ensino médio, em específico estudantes alvos identificados com TDAH.

O fenômeno de indução eletromagnética é um conteúdo reconhecidamente classificado como abstrato por professores e estudantes desse nível de ensino, dessa forma, um desafio posto é desenvolver estratégias as quais possam contribuir com o estímulo do engajamento dos estudantes. Logo, a hipótese dessa investigação foi que esse engajamento poderia ser ampliado a partir da utilização de uma sequência didática que possui elementos da abordagem investigativa experimental.

A escolha desse tema deve-se à necessidade de repensar o ensino de Ciências, através da criação de novas estratégias de trabalho, já que, segundo Araújo e Majur

(2013), no ensino tradicional as estratégias encontram dificuldades quanto à motivação tanto para os estudantes com TDAH quanto de seus pares, e o ensino por investigação, através de uma sequência didática, possui potencial para entrelaçar tarefas que atendam às necessidades, dentre as elencadas acima, do estudante com TDAH, conforme veremos a seguir.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Dado o crescente aumento no número de estudantes identificados com TDAH, um desafio que se manifesta é a necessidade da formação de professores para lidar com as necessidades desses estudantes pois, em aulas com abordagem tradicional, esse grupo de estudante apresenta desatenção e taxas mais altas de comportamento não ligados às atividades da sala, e, durante a execução de tarefas, podem apresentar um envolvimento mais baixo em atividades passivas (DUPAUL; VOLPI, 2009). Esses fatores podem estar relacionados com achados em alguns estudos que indicam que crianças com TDAH possuem de 3 a 4 vezes mais chances de apresentar dificuldades na aprendizagem, possuindo assim riscos mais altos em suas dificuldades e desempenho acadêmico, segundo autores como Dupal e Volpi (2009).

Com baixo desempenho e suas dificuldades, frequentemente, associados aos comportamentos impulsivos-imperativos, boa parte desses estudantes apresentam comportamento disruptivo em sala de aula, podendo levar à síndrome do comportamento opositor, que, segundo Dupal e Volpi (2009), interfere em seu aprendizado e nas atividades de toda a classe. Essa situação pode refletir, por vezes, na perda do controle da turma e da aula pelo professor, culminando, então, em métodos punitivos para com os estudantes com TDAH, conforme identificado por Abrahao e Fantacini (2017).

Autores como Benício e Menezes (2017) sugerem que diante desses potenciais desafios é importante repensar e inovar as práticas de ensino de Física, e para isso, faz-se necessário atentar para, o que pontua Oliveira (2021), a revisão do currículo escolar, criando-se estratégias para auxiliar no desenvolvimento do estudante com TDAH, sendo de suma importância o acompanhamento e mediação do professor, ficando esse último responsável direto por entrelaçar seu saber teórico

com práticas visando a construção do conhecimento no ritmo do estudante com TDAH, como afirmam Abrahao e Fantacini (2017). O professor pode contribuir tanto para a identificação quanto no auxílio de possíveis intervenções, ajudando o estudante em seu desenvolvimento cognitivo (BENÍCIO; MENEZES, 2017).

Uma das estratégias de ensino que podem dialogar com as necessidades de estudantes com TDAH é a abordagem investigativa experimental, que exige grande participação do estudante, propiciando um ambiente de discussão de ideias, elaboração de hipóteses e experimentos para testá-las (GARCIA, 2019). Nessa abordagem, o estudante é convidado a investigar um problema exposto através de uma questão motivadora, e, a partir da utilização de uma das inúmeras formatações possíveis, é possível dividir as etapas do processo em pesquisa, proposição de hipóteses, experimentação e análise de dados, possibilitando a construção de conhecimento através de processo que “emula” o fazer Ciência. Há de se lembrar que, segundo os autores Benício e Menezes (2017), em cada etapa para a construção de uma sequência didática segundo essa abordagem, sejam preferidas atividades que envolvam maior dinamismo, com tempos curtos, favorecendo o aprendizado dos estudantes com TDAH, por causa de suas características próprias.

A experimentação, conforme Garcia (2019), auxilia na compreensão de determinados conteúdos envolvendo o estudante na aula, possibilitando torná-lo sujeito de sua própria aprendizagem, e, no ensino de Física, pode se tornar um facilitador para compreensão de conceitos reconhecidamente complexos e abstratos para o nível básico de ensino, como é o caso do tópico a ser utilizado na composição da sequência didática dessa monografia. Dessa forma, é preferível a utilização de configurações experimentais que privilegiem exercícios sensório motores, conforme destacado anteriormente. Dessa forma, é possível criar uma possibilidade de verbalização conceitual que dialogue com àqueles utilizados comumente pelos pesquisadores e que são necessários para uma compreensão completa de muitos dos fenômenos abordados pela Física.

Uma das vantagens do uso da abordagem investigativa é que se torna possível haver democratização da sala de aula, visto que, de acordo com o tipo de discurso adotado, nesse caso dialógico, há oportunidade para que os estudantes sejam protagonistas e, através da discussão entre eles, que geralmente ocorre em

grupos, segundo Abrahao e Fantacini (2017), se torna importante e saudável para o estudante com TDAH, tendendo a limitar o sentimento de exposição e inferiorização, e segundo Garcia (2019) aprimora o raciocínio e cognição e a cooperação entre os pares, possibilitando-os conhecer também sobre o próprio trabalho científico que acontece através de uma comunidade.

Na presente pesquisa proposta utilizou-se do procedimento metodológico de natureza qualitativa, que, segundo Godoy (1995), parte de interesses amplos que são definidos no decorrer da execução do estudo e a consequente obtenção de dados descritivos, buscando compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos sujeitos. Nesse sentido, não se buscou uma análise para compreensão da evolução quantitativa do ganho de aprendizagem do estudante com TDAH e de seus pares a partir da aplicação direta das modelagens matemáticas utilizadas no fenômeno de indução eletromagnética, mas sim do engajamento desse e de seus pares nas aulas para fundamentar a compreensão conceitual necessária para a conclusão da pergunta motivadora.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente estudo qualitativo adotou-se o estudo de caso como tipo de pesquisa. Para tanto, selecionou-se o local e público-alvo, e com base nesses, escolheu-se tema pertinente de acordo com o currículo da escola. A partir disso foi desenvolvida e aplicada a sequência didática. Finalmente analisaram-se os resultados que deram origem as conclusões dessa pesquisa. Na sequência esses passos estão detalhados.

3.1 Local e Público-Alvo

A aplicação da sequência didática elaborada ocorreu entre os meses de setembro e outubro de 2022 uma escola particular de pequeno porte localizada no município de Contagem-MG, região metropolitana de Belo Horizonte, para a turma de 3ª série do Ensino Médio, na disciplina de Física, que possuía oito estudantes matriculados, sendo três estudantes do sexo masculino e cinco do sexo feminino, onde um estudante possui TDAH, corroborado pela supervisão durante reuniões pedagógicas, caracterizando-o, portanto, como o estudante alvo do estudo, que serão

identificados por números sequencialmente, exceto no caso do estudante alvo, que assim será denominado. Durante o decorrer do ano letivo foi possível observar que o estudante alvo se dedicava a um curso de programação e que guarda relação indireta com tópicos de Física constantes no currículo para a série em questão. A sala de aula e o pequeno laboratório da escola foram os espaços físicos utilizados para a realização das atividades propostas na sequência, além do uso de adicional do *Padlet*¹ e Formulários Google, como espaços virtuais.

3.2 Seleção do Tema

O tema escolhido para a elaboração da intervenção foi o de indução eletromagnética, por razões de sua complexidade e abstração, o que teria potencial para uma melhor análise qualitativa do engajamento e possível compreensão conceitual por parte do estudante alvo e seus pares.

Foi necessária adequação da proposta dentro do currículo e planejamento didático já elaborado do curso, havendo oportunidade de aplicação somente nos meses citados, logo após a etapa anterior, finalizada com uma Feira de Ciências, onde a turma em questão confeccionou uma maquete funcional para representar um modelo de iluminação pública e privada, utilizando-se dos conhecimentos extraclasse do estudante alvo sobre Arduino², que programou o dispositivo para controle de semáforo e da iluminação pública e privada, funcionando como uma central. Integrou-se o trabalho dessa turma ao trabalho de um dos grupos da turma de 9º ano do Ensino Fundamental da escola, que produziu uma usina geradora de energia elétrica, a partir do movimento de uma “parafusadeira”.

Ao integrar ambos os projetos, houve um “problema” quando o circuito gerador foi ligado ao projeto da turma, onde a central estava funcionando solicitando potência máxima da fonte, o que estava em contraste com a fase de teste, onde a central apenas se dedicou ao controle dos semáforos, o que causou uma perplexidade nos estudantes da 3ª Série, sendo que o estudante alvo não concebia a ideia de porquê a

¹ Padlet é um serviço de software em nuvem que hospeda uma plataforma web colaborativa em tempo real à qual os usuários podem subir, organizar e compartilhar conteúdo para quadros de aviso.

² Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que permite aos usuários criar objetos eletrônicos interativos.

bateria da parafusadeira descarregava sendo que ela “não estava ligada fisicamente e diretamente” à maquete de distribuição de energia (circuito elétrico). Esse fato levou à elaboração da sequência didática proposta a fim de responder à questão motivadora: “*É possível produzir energia elétrica entre elementos de circuitos sem qualquer contato entre eles?*”.

3.3 Sequência Didática

Elenca-se, a seguir, as etapas da sequência didática onde foram utilizadas oito aulas para execução de todas as atividades propostas e posterior detalhamento sobre cada uma das etapas:

Etapa 1 - Avaliação Diagnóstica Inicial;

Etapa 2 - Leitura Investigativa;

Etapa 3 - Síntese dos Estudantes;

Etapa 4 - Experimento Investigativo I;

Etapa 5 - Experimento Investigativo II;

Etapa 6 - Discussão e Organização dos Dados;

Etapa 7 - Resolução de Problemas Conceituais;

Etapa 8 - Avaliação Diagnóstica Final;

Etapa 9 - Pesquisa de Validação Social.

Foi aplicada uma avaliação diagnóstica (etapa 1) no intuito de verificar o conhecimento prévio e/ou concepções espontâneas que os estudantes poderiam ter sobre o fenômeno a ser estudado e sua rede conceitual, para fim de comparação qualitativa em relação à aplicação na Etapa 8.

Na etapa 2 foram-se utilizados textos selecionados pelo professor, sendo que vários dos textos discutiam o mesmo tema, onda eletromagnética, porém com análises diferentes, já que foram escritos por diferentes autores. Alguns dos textos versavam sobre o funcionamento dos LEDs³ (diodo emissor de luz), que seriam necessários para uma investigação apropriada dos experimentos práticos da sequência.

Após as leituras, uma aula foi cedida para criação de sínteses (etapa 3) pelos

³ LED é um dispositivo eletrônico do tipo semicondutor que emite luz quando há a passagem de corrente elétrica por ele, quando polarizado diretamente.

estudantes sobre os achados em suas leituras, e a divulgação destes em um espaço virtual colaborativo através da plataforma *Padlet*.

Em seguida foram elaborados dois experimentos (etapas 4 e 5) para responder a seguinte pergunta: “É possível produzir energia elétrica entre elementos de circuitos sem qualquer contato entre eles?”. O arranjo experimental está detalhado no apêndice 1 dessa monografia.

Na nova etapa foi feita uma discussão coletiva para organização dos dados encontrados (etapa 6) nos experimentos, com o intuito de democratização dos discursos, a troca de opiniões entre os estudantes e busca das evidências que suportem suas posições.

Por fim, a partir da sistematização das ideias consolidadas, foi realizada uma atividade de resolução de problemas conceituais (etapa 7), que dialogam com as ideias anteriores e que têm aplicações práticas tecnológicas e que estão presentes na vida cotidiana dos estudantes. Na sequência foi feita a aplicação da mesma avaliação diagnóstica inicial (etapa 8) e uma pesquisa de validação social (etapa 9), utilizando uma escala do tipo *likert*⁴, construída pelo autor através de Formulário do Google para fins de validação social por parte dos estudantes quanto à sequência didática.

3.4 Coleta de dados

Os instrumentos de coleta de dados foram as avaliações diagnósticas feitas pelo grupo, a síntese produzida a partir das leituras investigativas, os guias e relatórios experimentais, e discussões dos estudantes, através de áudios coletados em todas as aulas, sendo que, em algumas delas, foi possível realizar gravações de vídeo, que também compuseram dados para análise. Os áudios e gravações de vídeo foram, posteriormente transcritos para posterior análise. As produções dos estudantes a partir das sínteses passaram por correções ortográficas e/ou gramática de eventuais erros para apresentação nessa monografia. Importante ressaltar que para a utilização dos dados obtidos a partir dos instrumentos adotados, o pesquisador obteve a autorização dos alunos e responsáveis, os quais assinaram um termo de

⁴ A Escala Likert é uma escala psicométrica comumente utilizada em pesquisas que empregam questionários, sendo mais usada para dimensionar respostas em pesquisas de opinião.

consentimento.

3.5 Análise de Dados

Primeiramente foram agrupadas as duas avaliações diagnósticas a fim de comparação sobre o ganho qualitativo da apropriação dos conceitos físicos necessários para responder à pergunta motivadora, a partir das atividades propostas. Nas demais atividades foram analisados os áudios e gravações das aulas a fim de buscar elementos indicadores demonstrativos sobre o engajamento do estudante alvo e suas contribuições, apresentando as possibilidades e limitações apresentadas no decorrer da intervenção, que será discutida na sequência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção serão apresentados os resultados e discussões obtidos a partir da coleta de dados, realizada por meio da aplicação da sequência didática construída para essa pesquisa de intervenção. Os resultados encontram-se apresentados por subseções definidas a partir de cada instrumento utilizado na pesquisa.

4.1 Avaliações diagnósticas

A partir da análise da avaliação diagnóstica inicial do tema foi identificado que os estudantes possuíam alguns dos pré-requisitos conceituais para uma investigação sobre o fenômeno da indução eletromagnética, a saber, a ideia de que corrente elétrica gera campo magnético, já que ela se constitui de um fluxo (movimento) ordenado de cargas elétricas, bem como da necessidade da variação de fluxo magnético para que haja indução de tensão em um circuito fechado. Entretanto, verificou-se uma deficiência, no geral, da diferenciação entre corrente elétrica em regime contínuo ou alternado, o que dificultaria a compreensão da indução entre dois elementos de circuitos sem contato físico. Foi observada certa dificuldade em relacionar a dependência de uma grandeza física com outra, tal como manifestado por um dos estudantes ao registrar que o campo magnético “possui” corrente, conforme verificado em uma das avaliações. É possível observar esses fatos no quadro 1 através de algumas perguntas e respostas selecionadas de alguns estudantes.

O estudante alvo apresentou algumas respostas muito sucintas, por vezes, não respondendo diretamente às questões, podendo indicar grau de desatenção e/ou deficiência na compreensão dos pré-requisitos adquiridos ao longo de sua formação, e quando respondidas corretamente, elas deixaram de lado a menção direta das grandezas principais relacionadas ao fenômeno, conforme quadro 2.

Quadro 1 – Síntese das respostas dos estudantes referente às avaliações diagnósticas

Pergunta	Estudante	Diagnóstica Inicial	Diagnóstica Final
O que uma corrente gera no espaço? Explique seu raciocínio.	Estudante 1	Uma corrente gera um campo magnético no espaço, pois há movimento.	Uma corrente elétrica gera no espaço um campo elétrico.
	Estudante 4	Corrente elétrica gera campo magnético no espaço, porque apresenta cargas elétricas em movimento em um condutor.	Corrente elétrica gera campo magnético ao seu redor, porque existe cargas em movimento passando por um condutor.
	Estudante 7	Uma corrente elétrica gera um campo magnético, porque as cargas estão em movimento e carga em movimento gera campo magnético.	Uma corrente elétrica gera no espaço um campo magnético.
Surgirá uma corrente induzida em uma bobina (conjunto de espiras) se ela for colocada e mantida em repouso em uma região onde há um campo magnético constante?	Estudante 1	Não surgirá uma corrente induzida.	Não surgirá.
	Estudante 4	Sim. Porque campo magnético gera corrente elétrica quando possui um fluxo magnético e um condutor.	Sim, porque um campo magnético constante apresenta um fluxo magnético, o que é uma condição para campo gerar corrente elétrica
	Estudante 7	Não, porque dessa forma as linhas de campo magnético ficarão fracas, fazendo com que não tenha o campo magnético devido ao fluxo magnético.	Não, porque o campo magnético é constante, ou seja, teria que ser variável para que surgisse uma corrente induzida em uma bobina.
É possível induzir corrente em uma bobina se ela não estiver em contato com outra bobina? Se sim, como?	Estudante 1	Não, pois cada bobina é independente uma da outra.	Sim, se houver uma corrente gerando campo sobre elas.
	Estudante 4	Sim é possível induzir corrente a uma bobina porque ela não depende da outra. São dependentes.	Sim é possível, por meio do campo magnético constante que apresenta um fluxo magnético que gerará corrente elétrica por indução.
	Estudante 7	Sim, por causa da força eletromotriz induzida onde o ângulo, a velocidade e a área podem variar.	Sim, porque através de você ligar a fonte na tomada irá passar a corrente, entretanto, a luz do que estiver mais perto ficará mais forte e o que estiver mais longe irá ficar mais fraca por causa da força da corrente.

Quadro 2 – Síntese das respostas do estudante alvo referente às avaliações diagnósticas

Perguntas	Diagnóstica Inicial	Diagnóstica Final
O que uma corrente gera no espaço? Explique seu raciocínio.	Campo magnético porque as cargas ficam em movimento.	A corrente elétrica gera campo magnético.
Uma corrente contínua em uma espira circular dá origem a um campo magnético aproximadamente constante ou variável em sua região central?	A corrente será constante	O campo magnético é constante
Uma corrente alternada em uma espira circular dá origem a um campo magnético aproximadamente constante ou não em sua região central?	A corrente será variada.	Não gera.
Surgirá uma corrente induzida em uma bobina (conjunto de espiras) se ela for colocada e mantida em repouso em uma região onde há um campo magnético constante?	Não, porque está imóvel.	Não acontecerá nada.
Surgirá uma corrente induzida em uma bobina (conjunto de espiras) se ela for colocada e mantida em repouso em uma região onde há um campo magnético variável? Se sim, em qual caso?	Sim, pois na variação gera movimento assim gerando corrente.	Surgirá a corrente. Na variação gerará corrente elétrica.
É possível induzir corrente em uma bobina se ela não estiver em contato com outra bobina? Se sim, como?	Sim, através de um ímã.	Sim, através do campo magnético.
É possível induzir uma corrente a uma distância muito grande entre um circuito e outro? Se sim, como?	Não.	Sim, através da indução magnética, mas a distância afetará a força elétrica.

Comparando as respostas das avaliações diagnósticas apresentadas nos quadros 1 e 2, é possível verificar algumas mudanças nas explicações por parte do estudante-alvo, e de seus pares, porém a ideia “cronológica” da sucessão das grandezas físicas que “dão origem” às outras, em uma “sucessão tipo cadeia”, parece não ter sido bem compreendida, o que sugere uma possibilidade futura para a não compreensão conceitual de como se produz uma onda eletromagnética, já que a indução eletromagnética, que foi o tópico trabalhado nessa sequência, é indispensável para uma primeira compreensão da ideia de campos que se criam mutuamente e se propagam no espaço. Nota-se também uma percepção, por alguns dos estudantes de que “algumas” grandezas (envolvidas no conceito de fluxo magnético) têm que variar para que haja o fenômeno de indução.

4.2 Produções de sínteses

Em seguida avaliou-se a produção de sínteses, a partir da leitura investigativa proposta para todos os estudantes da turma, e que foi registrada na plataforma *Padlet*, disponibilizada no apêndice 2 do trabalho, sendo possível observar que os estudantes extraíram informações importantes que poderiam auxiliá-los à explicação dos experimentos investigativos propostos na sequência, com destaque para a síntese do estudante alvo:

O texto estabelece um ciclo de informações sobre eletromagnetismo destacando o processo de condução da corrente elétrica através de uma bobina de fio gerando assim um campo magnético. Também cita os campos magnéticos substâncias permanentemente magnetizadas que surgem de correntes que circulam dentro dos átomos. Uma informação também muito importante que o texto destaca é que o campo magnético é sempre perpendicular ao campo elétrico (estudante alvo, dados da pesquisa).

Registra-se, a seguir, algumas contribuições das sínteses de alguns dos demais estudantes:

“toda corrente está ligada a um campo magnético” (estudante 1, dados da pesquisa).

“As ondas eletromagnéticas são formadas através da movimentação de cargas.” (estudante 7, dados da pesquisa).

“O fluxo magnético é diretamente proporcional às linhas de campo que

ocasionam uma alteração no campo magnético.” (estudante 7, dados da pesquisa).

“Na indução eletromagnética a perturbação das ondas é feita através da movimentação do ímã, que promove a variação do campo magnético originando nas oscilações eletromagnéticas.” (estudante 5, dados da pesquisa).

Quanto aos dois experimentos propostos foi possível observar, através da análise de seus áudios e imagens das gravações de vídeo, conforme demonstrado por *prints* dos vídeos a seguir, uma forte tendência de trabalho colaborativo em grupo, de toda a turma, na realização dos experimentos, ao propor e testar hipóteses e na discussão conjunta dos resultados encontrados, o que possibilita a interação por parte do estudante alvo com toda a turma limitando sentimento de exposição e inferiorização e aprimorando seus processos cognitivos a fim de colaborar com o grupo, conforme Abrahao e Fantacini (2017) e Garcia (2019).

Figura 1 – *Prints dos estudantes no experimento 1 (esquerda), experimento 2 (direita) e discussão dos resultados (abaixo)*



Fonte: Arquivo de pesquisa do autor, 2022.

Foi possível perceber algumas interações que possibilitaram a participação e protagonismo do estudante alvo em sua relação com o objeto de conhecimento, durante os experimentos, conforme descrições de trechos retirados dos áudios transcritos a seguir.

4.3 Experimentos

1. Testando a bússola, na ausência e presença de ímã:

“O Sul está seguindo o ímã.”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Sem o ímã: orientação da Terra. Com o ímã: orientação do ímã.”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Sabia que bússola também detecta mentiroso? Ó”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Que legal, quando você afasta, o que vai girar é o Norte! Olha só?”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

2. Verificando a orientação da bússola próximo à uma bobina desligada.

“Não acontece absolutamente nada!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“A bússola em si não reage a partir do encontro com a bobina.”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

- Ditando para a estudante que está transcrevendo:

“A bússola em si não reage em relação à bobina” / “Você pode colocar isso” / “pelo fato dela está ligada”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Ela fica exatamente na mesma posição do outro. Coloca aí, o resultado foi igualmente nulo”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

3. Verificando a bússola nas proximidades de uma bobina ligada.

“Como eu imaginei, é... as extremidades da agulha... é ..., exatamente como eu imaginei cara...”; (estudante alvo)

“O que você imaginou então?”; (estudante 1, dados da pesquisa).

“Imaginei que ela faria isso...” / Interrupção, muita conversa ao mesmo tempo, “saíram de sua posição anterior”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“... ficando coerentes, hum...., é, deixa eu pensar aqui, à circunferência da bobina.”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

4. Desligando a fonte conectada à bobina:

“Espera aí que a tensão está indo embora”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Ok, você pode colocar aí aqui que as extremidades da agulha voltaram para sua posição original”; (estudante alvo, dados da

pesquisa).

Nesse momento o estudante 8 fala para escreverem de outra forma, porém a atenção é voltada para a explicação do estudante alvo, que continua ditando e sua observação é “aceita” dentro do grupo, reforçando o auxílio da atividade experimental na compreensão de determinados conteúdos e envolvendo o estudante alvo na aula, possibilitando-o tornar-se sujeito de sua própria aprendizagem, conforme Garcia (2019).

5. Bobina de raio menor “dentro” da bobina de raio maior:

Solicita o professor para fazer o teste em separado, para observar detalhadamente, e expõe suas ideias sobre o funcionamento.

“Se a gente mudar de posição para o outro lado, talvez a corrente possa circular no sentido correto, fazendo com que o LED ligue”;
(estudante alvo, dados da pesquisa).

É possível observar que, na experimentação, o estudante alvo demonstrou engajamento, solicitando manusear e testar, realizando tarefas relacionadas aos circuitos sensórios motores, conforme Benício e Menezes (2017). Ademais, a experimentação proporcionou-lhe oportunidade para produzir hipótese e testá-la, característica necessária no fazer ciência, conforme visto em Garcia (2019).

A partir da análise dos diálogos descritos acima, é possível identificar o protagonismo despertado pelos estudantes quando são desafiados a ocuparem o lugar de responsáveis pela construção de seu conhecimento, que é típico de uma abordagem investigativa. Nesse sentido, Carvalho (2013) afirma que: “ao propor um problema, o professor passa a tarefa de racionar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento” (p. 2), ou seja, essa é uma das limitações de aulas expositivas convencionais.

Vale destacar alguns fragmentos dos diálogos, nos quais a abordagem investigativa experimental adotada nessa intervenção indica alcançar os objetivos. Por exemplo, quando o estudante alvo manipula a bússola na ausência e presença do ímã, ele surpreende-se com o observado: *“Que legal, quando você afasta, o que vai girar é o Norte! Olha só?”*. Ou seja, a partir da experimentação, o estudante pode observar

o fenômeno sem que ninguém, no caso o professor, lhe falasse como seria em uma aula expositiva.

Outro destaque desse diálogo é o fato do estudante, observar a constatação de uma hipótese traçada anteriormente: *“Como eu imaginei, é... as extremidades da agulha... é..., exatamente como eu imaginei cara...”*. E por fim, é possível identificar momentos em que o estudante formula hipóteses, por exemplo, *“Se a gente mudar de posição para o outro lado, talvez a corrente possa circular no sentido correto, fazendo com que o LED ligue”*.

Sasseron e Carvalho (2011) discutem acerca dos indicadores da alfabetização científica, os quais são considerados as “ações e habilidades utilizadas durante a resolução de um problema” (p. 102). Segundo as autoras, “alguns destes indicadores estão associados ao trabalho para a obtenção de dados, é o caso do *levantamento* e do *teste de hipóteses* em relação a uma situação qualquer (p. 102, grifo das autoras). Nos diálogos destacados acima é possível notar indícios de um processo de desenvolvimento desse indicador por parte do estudante alvo proporcionada, provavelmente, pela estratégia adotada na sequência didática.

Um outro fator importante foi o papel de “autoridade” adquirida pelo estudante alvo quando os outros estudantes solicitavam “confirmação” de suas ideias, podendo estar relacionado à formação complementar do estudante em curso técnico em área correlata, conforme relatado em alguns trechos retirados dos áudios ao se sentarem para discutir os achados e registrarem no roteiro experimental da primeira parte do primeiro experimento:

“O ímã está gerando um campo magnético maior que o da Terra”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“O campo magnético do ímã, pelo fato de estar mais próximo, altera a direção da bússola”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Ele tem que ter uma carga ... para virar polo”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

Outro estudante comentando sobre a ideia do estudante alvo: “... igual ao “estudante alvo” falou, pré-magnetizado...”; (estudante 1, dados da pesquisa).

Na atividade experimental 2, observamos as seguintes participações do estudante alvo:

1. Inserir a bobina de raio menor dentro do raio maior, sem ligar a segunda:

Estudante toma papel protagonista na execução e mostra qual é a bobina de raio maior e a de raio menor.

“Raio maior seria esse! Esse é o raio menor!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Qual que é o maior aqui? Esse!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“O estado do led continua desligado”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

2. Inserir a bobina de raio menor dentro do raio maior com essa ligada à uma fonte.

“Continua inativo!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Não essa aqui, não essa!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

“Ah, a gente errou!” / “Era pra ser antes de ligar à tensão!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

3. Movimentando a bobina de raio menor em relação à fonte (fora do roteiro, convite do professor)

“O professor se decepcionou!”; (estudante alvo, dados da pesquisa).

4. Discussão entre os estudantes

“Através do campo magnético”; (Estudante alvo discutindo sobre a pergunta motivadora, dados da pesquisa).

Na aula sobre discussões e organização dos resultados experimentais, foi possível observar que os estudantes tiveram dificuldades para lembrar dos resultados obtidos nos experimentos, sendo uma das possíveis causas para esse fato o grande intervalo de tempo entre as aulas experimentais e a aula para discussão e organização dos dados obtidos, pois houve solicitação por parte da supervisão pedagógica de liberação de aulas para dois projetos institucionais, Feira Literária e outro de Olimpíadas. Esses projetos tiveram que se concentrar mais ao final do ano devido aos problemas relacionados ao retorno das atividades presenciais no ano de 2022 e das situações específicas impostas pela pandemia da COVID-19, tal como a não liberação de espaços com muita aglomeração e outras legislações vigentes emergenciais. Nessa etapa, percebeu-se uma menor interação do estudante alvo em relação às

aulas experimentais, havendo também muito auxílio, intervenção e reforços por parte do professor, para que fossem possíveis lembrar os resultados obtidos.

Observou-se trabalho colaborativo entre os estudantes para as resoluções de situações-problemas conceituais relacionados ao tema de investigação, porém, novamente, o estudante alvo contribuiu muito timidamente em relação aos seus pares, reforçando a ideia de que “atividades mais tradicionais” parecem distanciar estudantes com TDAH e desmotiva-los, conforme previsto por DuPaul e Volpi (2009) Alguns dos estudantes utilizaram-se do espaço do quadro e materiais do professor para rascunhar, desenhar e criar esquemas para poderem contribuir com construções coletivas para as explicações. Foi possível observar que os estudantes, ao tentar solucionar os problemas, por vezes buscavam do repertório conceitual construído tendendo a encontrar as palavras “chaves” para interpretação, tal como “variação”, “fluxo magnético”, “corrente”, “corrente não-contínua” e dentre outras, portanto, utilizando-se das grandezas necessárias para responder a questão motivadora.

5 CONCLUSÃO

Sequências didáticas com atividades que possuem elementos da abordagem experimental investigativa possuem potenciais que coincidem com as necessidades apresentadas por estudantes de TDAH e que se fazem presente, e com tendência de crescimento em seus números, nas salas de aula de educação básica.

A disciplina de Física é, por vezes, traumática para estudantes do Ensino Médio devido à necessidade de diversos pré-requisitos matemáticos para modelagem de problemas, de seu caráter experimental, que possui métodos próprios para abordar diversas situações-problemas envolvendo, sistematicamente, consideráveis níveis de abstração. No ensino tradicional, o uso do laboratório tem frequência menor do que as aulas teóricas, sendo, portanto, colocado em segundo plano, e algumas das razões para isso pode ser a falta de estrutura física em grande parte das escolas, a formação de professores e a própria finalidade do ensino. Estudantes que apresentam desempenho inferiores, como é o caso daqueles com TDAH, apresentarão ainda mais dificuldade em suas performances na referida disciplina, pois, além das deficiências

anteriores devido às suas condições e trajetória acadêmica, têm que lidar com tarefas onde exigem bastante atenção (foco) e abstração.

A confecção de atividades dentro de uma sequência didática que almeje fazê-los engajar na disciplina, parte, primeiramente, pela busca de um tópico que seja interessante para o(s) estudante(s) com TDAH. Atividades experimentais investigativas, que possuam uma questão central motivadora a ser respondida, e que dialogue com algum conceito que se apresente bastante abstrato para a turma, possui potencial de se tornar um desafio para esse estudante, que, juntamente com o manusear, observar (sensório), testar, tende a proporcionar foco e engajamento nele(a).

A divisão da sequência em atividades a serem executadas por tempo menor do que cada aula, pode auxiliar aos estudantes com TDAH a se concentrar na tarefa específica da atividade, e, a partir de instruções bem definidas, auxilia-os(as) a não perder o foco, já que esses tendem a se desconcentrar quando há muitos e extensos comandos e atividade estendida em mais de uma aula.

O trabalho experimental em grupo traz consigo duas características que favorecem o engajamento dos estudantes com TDAH: a manipulação e visualização dos objetos de estudo, mesmo que indiretamente, e a verbalização, através do diálogo entre os estudantes da turma através de seus discursos a fim de estabelecer, com a mediação do professor, uma explicação para a questão motivadora. Esse fato foi observado nessa pesquisa, visto que registrou-se uma maior participação ativa do estudante alvo, podendo indicar que atividades que envolvem trabalhos sensórios motores favorecem o engajamento do estudante, possivelmente pelo foco necessário para execução dessas.

A organização e análise dos dados obtidos possibilita aos estudantes, incluindo aqueles com TDAH, organizarem e extraírem informações importantes, de forma a correlacionar as ideias teóricas aprendidas, em fase anterior, suas hipóteses, para responder à questão motivadora, e os dados obtidos experimentalmente. A explicação “definitiva” sobre uma questão suscita a interrelação entre descoberta e pertencimento por parte dos estudantes, verificando-se assim uma tendência do aumento do engajamento da turma, porém, ao se voltar ao “modelo tradicional”, verificou-se uma menor participação do estudante alvo.

O convite à resolução de problemas de origem conceitual e que se relacionam com tecnologias presentes no cotidiano dos estudantes os situam mais perto de tópicos que parecem estar distanciados de suas realidades, sendo possível relacionar uma grande gama de aplicações e interpretações aos objetos de conhecimento construídos pelos estudantes, no entanto, apenas quando desafiado, o estudante alvo demonstrou uma participação ativa.

Dentre as diversas dificuldades encontradas durante a aplicação da sequência didática pode-se citar duas que tiveram maior influência na execução das atividades: o retorno às atividades presenciais após o afastamento de 2 anos da sala de aula devido à pandemia da COVID-19 e a não familiaridade com aulas dialógicas por parte dos estudantes. A turma escolhida, da 3ª Série do Ensino Médio, estava em seu primeiro ano presencial na escola, havendo, por reconhecimento próprio da supervisão, dos professores e dos estudantes, um déficit no aprendizado de pré-requisitos em todas as áreas, incluindo a Física, sendo que, notoriamente, os estudantes dessa turma demonstraram apatia em relação ao ano escolar e suas “obrigações”. Essas dificuldades apresentaram-se recorrentes nas atividades propostas, tanto nas ideias expostas por eles nas avaliações diagnósticas, nos roteiros experimentais e nos discussões de resultados, através da limitação ao expressarem-se na forma escrita e oral, como na utilização e correlação dos conceitos físicos envolvidos.

Os estudantes demonstraram inseguranças quanto ao fato de seus protagonismos durante a realização das atividades experimentais investigativas e de resolução de situações-problemas conceituais, por vezes, solicitando a corroboração do professor quanto às suas hipóteses, explicações e ideias, gerando um conflito também para esse último que planejara papel de mediador para uma abordagem investigativa durante a intervenção.

Apesar dos pontos conflituosos foi possível observar inegável engajamento tanto do estudante alvo e seu protagonismo, principalmente nas atividades experimentais ou quando convidado a colaborar na solução de um desafio, e do reconhecimento de seu protagonismo pelos seus pares na execução das atividades, bem como do restante da turma, fato demonstrado pela constante formatação em grupo democratizando o debate para solucionar um problema, e a utilização da

referência do estudante alvo como voz assimétrica. Quanto ao ganho de aprendizagem percebeu-se que houveram ganhos por parte do estudante com TDAH, assim como os demais, porém ainda tímidos, o que pode indicar a necessidade de se criar mais espaços, durante a educação básica, para incentivar o protagonismo do estudante através de atividades mais democratizadas e desafiadoras, como elementos da abordagem investigativas, abrindo portas para que sejam eles os construtores ativos de seus próprios conhecimentos.

Apesar dos bons resultados obtidos no estudo reconhece-se que o número de estudantes da turma é bem menor do que a realidade em muitas escolas, e esse pode ter influenciado positivamente tanto no desenvolvimento e aplicação da sequência didática quanto nos resultados obtidos com o estudante alvo. Não houve grupo de controle no estudo, visto que na escola havia somente uma única turma cujo tópico era previsto no currículo, carecendo, portanto, de dados para comparação. Devido ao caráter do estudo, de pesquisa qualitativa, não foi realizada uma verificação quantitativa dos ganhos de aprendizagem de aprendizagem a partir de instrumentos de dados que já são comumente utilizados pelas escolas, tais como trabalhos e avaliações, o que poderia melhorar a percepção dos resultados. Abre-se assim possibilidade para futuros estudos onde sejam desenvolvidas sequências didáticas de mesma abordagem para múltiplas turmas e com maior número de estudante por turma e de pesquisa quantitativa para melhor compreensão dos resultados obtidos.

Uma sugestão para trabalhos posteriores é o desenvolvimento e aplicação de uma sequência nos mesmos formatos, porém para turma com maior número de estudantes.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, N. S.; FANTACINI, R. A. F. Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH): desafios e possibilidades frente a sala de aula. **Research, Society and Development**, v. 6, n. 3, p. 222- 236, 2017.

ANDRADE, C. R. M. de *et al.* Transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). **Revista Médica de Minas Gerais**, Minas Gerais, v. 21, n. 4, p. 455-464, 2011.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de física. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.

BENÍCIO, C. M.; MENEZES, A. M. C. Transtorno do déficit de atenção e hiperatividade TDAH: desafios e possibilidades no espaço escolar. **Id Online Revista Multidisciplinar Psicologia, Piedade**, v.11, n. 38, p. 375-87, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/online.v11i38.969>>. Acesso em: 27/11/2022.

BERNARDES E. G.; SIQUEIRA E. C. de. Uma abordagem geral do Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 8, p. e10864, 20 ago. 2022.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências Por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.2013.

DESIDÉRIO, R.; MIYAKAZI, M. (2007). Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade: orientações para a família. **Psicologia Escolar e Educacional**, v.11, n. 1, p.165-176, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pee/a/G4mGnPctSwHkLZgMn8hZs7b/?lang=pt>>. Acesso em: 27/11/2022.

DUPAUL, G. J.; VOLPE, R. J. ADHD and learning disabilities: Research findings and clinical implications. **Current Attention Disorders Reports**, v.1, n. 4, p.152-155, 2009.

GARCIA, P. H. E. E. (2019). **A experimentação como forma de auxiliar o processo de ensino-aprendizagem para alunos com TDAH, dislexia e síndrome de Asperger**. Rio de Janeiro, 2019. 96 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal Fluminense.

GODOY, Arilda Schmidt. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpLFVgpwNkCggnC/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 27/11/2022.

NUNES, G. C. S. *et al.* A importância da motivação escolar no ensino de Física para o processo de aprendizagem de alunos com TDAH. **Arquivos do Mudi**, v. 26, n. 1, p. 1 - 13, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/61114>>. Acesso em: 27/11/2022.

OLIVEIRA, S. S. De. **A inclusão do aluno com TDAH em aulas de ciências**. E-book VII CONEDU (Conedu em Casa). Campina Grande: Realize Editora, 2021. p. 184-200. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/74345>>. Acesso em: 27/11/2022

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação Bauru**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

APÊNDICES

1 – ARRANJO EXPERIMENTAL – AUTORIA PRÓPRIA

Materiais utilizados:

- I. LEDs
- II. Resistores
- III. Bússola pequena
- IV. Ímã
- V. Fio esmaltado para confecção de enrolamentos
- VI. Cilindro oco de papel para confecção de enrolamentos
- VII. Fonte de celular – para alimentação DC e não contínuo

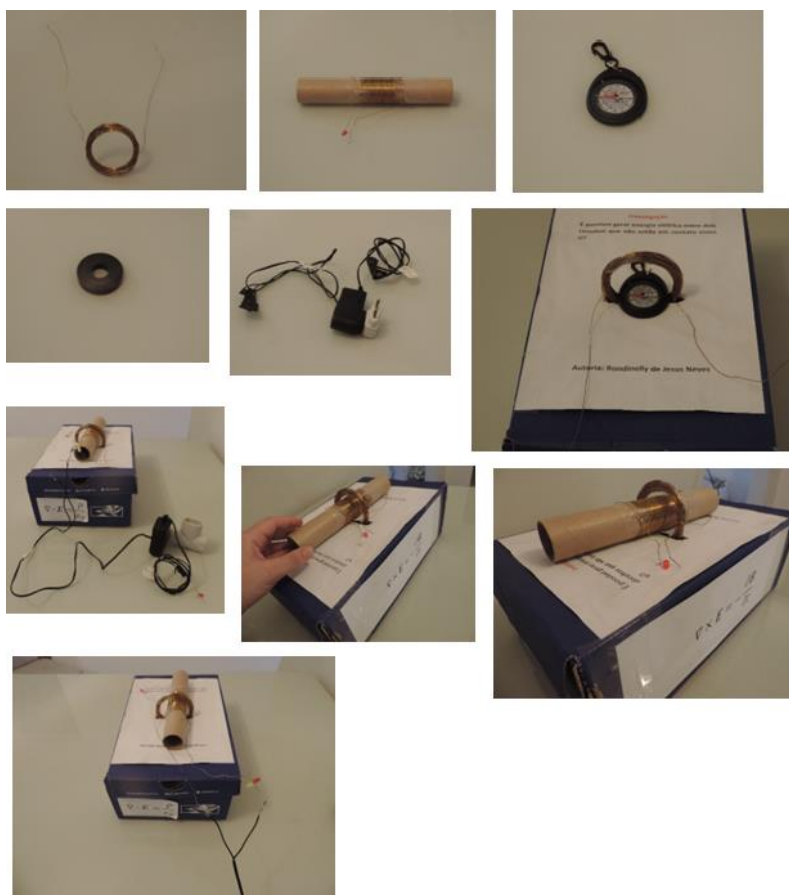
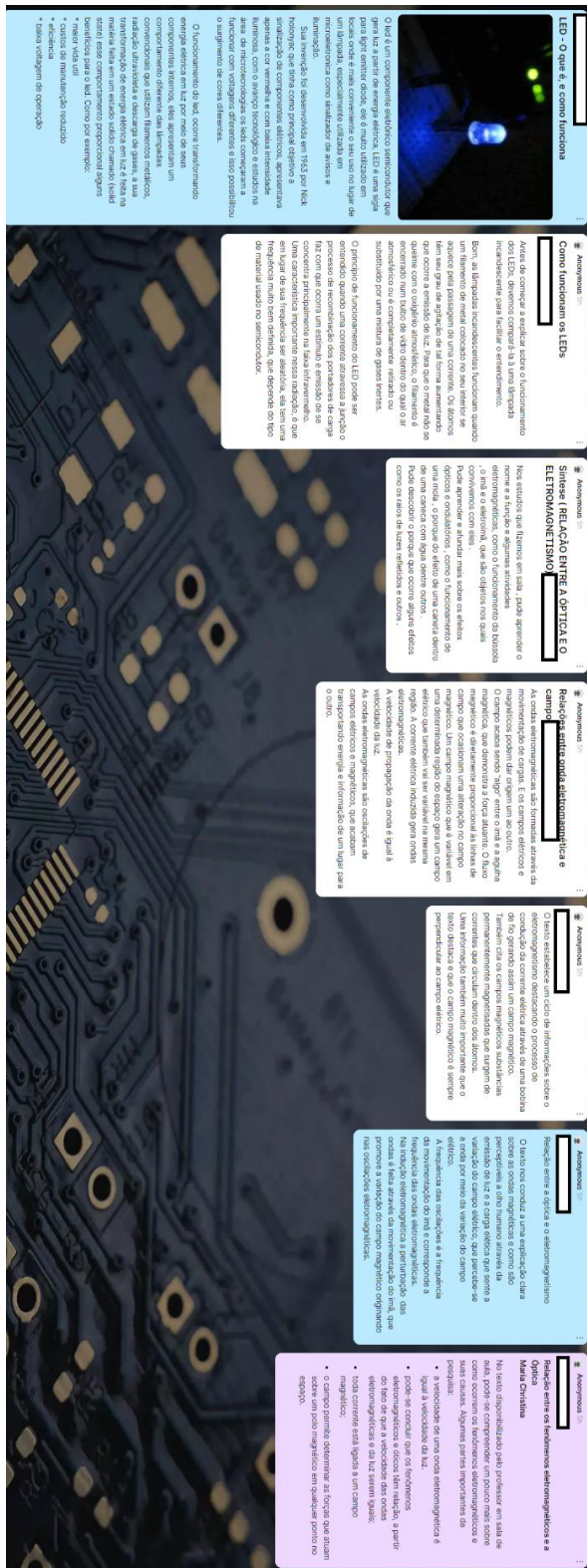


Figura 2 – Mosaico de fotos dos materiais confeccionados para as práticas experimentais

2 – SÍNTESE DO PADLET



LED - O que é e como funciona

O LED é um dispositivo semicondutor que emite luz quando é percorrido por uma corrente elétrica. Ele é muito utilizado em locais onde é mais conveniente o seu uso no lugar de lâmpadas tradicionais, como iluminação de interiores e iluminação externa.

Sua invenção foi desenvolvida em 1962 por Nick Holonyak Jr. Ele foi o primeiro a criar um LED vermelho, e depois outros em várias cores, incluindo o verde e o azul.

Atualmente, os LEDs são produzidos em escala industrial e são encontrados em uma ampla variedade de aplicações, desde iluminação residencial até iluminação de rua.

- alta eficiência energética
- longa vida útil
- baixo consumo de energia
- não emitem calor
- não contêm substâncias tóxicas
- são resistentes a vibrações
- não são afetados por variações de temperatura

Como funcionam os LEDs

Antes de começar a explicar sobre o funcionamento dos LEDs, devemos voltar à física básica da física para entender o funcionamento.

Um LED é formado por uma junção de dois materiais semicondutores, um do tipo P e outro do tipo N. Quando uma corrente elétrica é aplicada, os elétrons do tipo N se movem para o tipo P, criando uma recombinação de elétrons e lacunas, o que resulta na emissão de luz.

Essa emissão de luz ocorre porque os elétrons, ao se moverem para o tipo P, liberam energia na forma de fótons, que são partículas de luz.

Sistema (RELAÇÃO ENTRE A ÓPTICA E O ELETRONICISMO)

Não se trata de uma relação simples, pois envolve conceitos de física, química e engenharia.

Um sistema de iluminação LED é composto por um driver de corrente, que converte a tensão da rede elétrica em uma tensão adequada para os LEDs, e os próprios LEDs, que convertem a energia elétrica em luz.

Além disso, é importante considerar a dissipação de calor, pois os LEDs são sensíveis ao superaquecimento.

Relação entre ondas eletromagnéticas e campos eletromagnéticos

As ondas eletromagnéticas são fenômenos físicos que ocorrem em um campo eletromagnético variável no tempo e no espaço.

Essas ondas são compostas por um campo elétrico e um campo magnético que se propagam perpendicularmente uma em relação à outra.

Exemplos de ondas eletromagnéticas incluem a luz visível, as ondas de rádio, os raios X e os raios gama.

Relação entre a óptica e o eletromagnético

A óptica é o estudo da luz e de suas propriedades, enquanto o eletromagnetismo estuda os fenômenos relacionados aos campos elétricos e magnéticos.

Essas duas áreas estão intimamente relacionadas, pois a luz é uma onda eletromagnética.

Além disso, a interação entre a luz e a matéria é governada pelas leis do eletromagnetismo.

Relação entre a óptica e o eletromagnético

A óptica é o estudo da luz e de suas propriedades, enquanto o eletromagnetismo estuda os fenômenos relacionados aos campos elétricos e magnéticos.

Essas duas áreas estão intimamente relacionadas, pois a luz é uma onda eletromagnética.

Além disso, a interação entre a luz e a matéria é governada pelas leis do eletromagnetismo.

Relação entre as ondas eletromagnéticas e a Óptica

As ondas eletromagnéticas são fenômenos físicos que ocorrem em um campo eletromagnético variável no tempo e no espaço.

Essas ondas são compostas por um campo elétrico e um campo magnético que se propagam perpendicularmente uma em relação à outra.

Exemplos de ondas eletromagnéticas incluem a luz visível, as ondas de rádio, os raios X e os raios gama.

Figura 3 – Sínteses no Padlet

3 – Práticas Experimentais (Roteiros)

Esqueleto do Roteiro 1

É possível produzir energia elétrica entre elementos de circuitos sem qualquer contato entre eles?

Identifique e relacione todo material descrito anteriormente na bancada designada pelo professor no laboratório a fim de compreender quais são os materiais disponibilizados e seus nomes.

A seguir realize os seguintes passos, tomando nota sempre que possível, através de registro de fotos, escritos e outros para uma boa coleta de dados.

- I. Coloque a bússola em uma bancada vazia, e observe sua orientação. Tome nota disso.
- II. Aproxime o ímã, sem, no entanto, tocá-lo na bússola, e verifique a orientação dela. Verifique a orientação da agulha da bússola e tome nota do resultado observado.
- III. Em uma outra bancada, sem qualquer ímã nas proximidades, investigue, colocando a bússola cuidadosamente, a fim de não danificá-la, nas regiões internas e externas espaciais nas proximidades da bobina disponibilizada e verifique a orientação da bússola. Sempre aguarde alguns segundos antes de tomar notas da orientação da bússola em relação à bobina.
- IV. Posicione a bússola na região interior da bobina e verifique a orientação de sua agulha e tome nota.
- V. Solicite ao professor que conecte a fonte de tensão contínua nas extremidades da bobina disponibilizada, mantendo a bússola na posição transversal.
- VI. Ligue a fonte de tensão contínua e verifique a orientação da bússola, tome nota do fato observado.
- VII. Desligue a fonte de tensão contínua e verifique a orientação da bússola. Tome nota do que foi observado.

PERGUNTAS

O que acontece com uma bússola na presença de um ímã em suas proximidades?

De que tipo de material é construída uma bússola, a partir de sua conclusão?

Acontece algo com a bússola quando a aproximamos de uma bobina não conectada à uma fonte de tensão?

Observe a bobina e os elementos de circuito que existem nela. Qual fato comprova que a fonte de tensão que foi ligada a ela, além do fato de haver uma inscrição indicando DC?

Acontece algo com a indicação na bússola ao conectá-la à uma fonte de corrente contínua?

Após a realização dos passos anteriores, solicite ao professor um novo enrolamento que possui apenas um LED conectado a ele.

I. Insira, sem que haja contato, um enrolamento que possui apenas um LED conectado às extremidades de seu fio na região interior do enrolamento inicial.

II. Ligue a fonte, e verifique o estado do LED desse novo enrolamento, e tome nota no espaço a seguir:

III. Responda à questão introdutória (título do experimento) baseando-se nesse experimento 1 realizado.

Esqueleto do Roteiro 2

É possível produzir energia elétrica entre elementos de circuitos sem qualquer contato entre eles?

Identifique e relacione todo material descrito anteriormente na bancada designada pelo professor no laboratório a fim de compreender quais são os materiais disponibilizados e seus nomes.

A seguir realize os seguintes passos, tomando nota sempre que possível, através de registro de fotos, escritos e outros para uma boa coleta de dados.

- I. Solicite ao professor que coloque a espira de raio menor na região interior da espira maior sem haver contato entre elas. Verifique o estado do LED conectado ao enrolamento de raio menor e tome nota.
- II. Solicite ao professor que ligue a espira de raio maior à fonte de tensão, e registre o estado do LED da bobina de raio menor.
- III. Ligue a fonte de tensão na tomada e tome nota do estado do LED.
- IV. Desligue a fonte de tensão da tomada e solicite ao professor que desconecte a fonte do enrolamento de raio maior, e tome nota do estado do LED.

PERGUNTAS

Qual era o estado inicial do led no enrolamento de raio menor?

Mudou-se o estado do LED ao se conectar o enrolamento de raio maior à fonte?

É possível produzir energia elétrica entre elementos de circuitos sem qualquer contato entre eles?

Discuta com os colegas sobre o resultado encontrado e registre no espaço abaixo suas ideias.

4 – PERGUNTAS DAS AVALIAÇÕES DIAGNÓSTICAS

- 1) O que uma corrente gera no espaço? Explique seu raciocínio.
- 2) Uma corrente contínua em uma espira circular dá origem a um campo magnético aproximadamente constante ou variável em sua região central?
- 3) Uma corrente alternada em uma espira circular dá origem a um campo magnético aproximadamente constante ou não em sua região central?
- 4) Surgirá uma corrente induzida em uma bobina (conjunto de espiras) se ela for colocada e mantida em repouso em uma região onde há um campo magnético constante?
- 5) Surgirá uma corrente induzida em uma bobina (conjunto de espiras) se ela for colocada e mantida em repouso em uma região onde há um campo magnético variável? Se sim, em qual caso?

- 6) É possível induzir corrente em uma bobina se ela não estiver em contato com outra bobina? Se sim, como?
- 7) É possível induzir uma corrente a uma distância muito grande entre um circuito e outro? Se sim, como?