

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO MAGNETISMO COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

Investigative teaching as an approach to study the magnetism with high school students

Jardel da Costa Brozeguini [jardel.brozeguini@ifes.edu.br]

Instituto Federal do Espírito Santo

Coordenadoria do Mestrado Profissional em Ensino de Física

Rodovia Governador José Sette, 184 - Itacibá, Cariacica - ES

Sanan Zambelli Sylvestre Candido [sananzsc@gmail.com]

EEEFM Marinete de Souza Lira

R. Vitória Régia - Feu Rosa, Serra - ES

Recebido em: 09/09/2023

Aceito em: 14/12/2023

Resumo

Este estudo apresenta os resultados da análise de uma aula sobre magnetismo, conduzida com estudantes do ensino médio em uma escola pública. Utilizando um kit que incluía fio de cobre esmaltado, pilha de 2V, bússola, ímã de neodímio e papel A4 realizamos um laboratório aberto. A análise da aula concentrou-se nas interações discursivas e no processo de construção de conceitos científicos, bem como no desenvolvimento de atitudes e procedimentos característicos da cultura científica escolar. A coleta de dados envolveu anotações, produções dos alunos e gravações das discussões em sala de aula. Os principais resultados destacaram que a abordagem investigativa de ensino pode enriquecer não apenas a compreensão conceitual, mas também as dimensões procedimental e atitudinal da aprendizagem. Durante a aula, os alunos demonstraram uma notável disposição para o diálogo, respeitando as diferenças. No que diz respeito aos procedimentos, destacaram-se a formulação e o teste de hipóteses, bem como a realização de inferências. Em relação ao conceito de campo magnético, os alunos foram capazes de estabelecer a relação entre a intensidade desse campo, o número de voltas da bobina e a distância em relação à bússola.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Magnetismo. Aprendizagem Conceitual, Atitudinal e Procedimental.

Abstract

This study presents the results of an analysis of a physics class on magnetism conducted with secondary school students in a public school. Using a kit that included enameled copper wire, a 2V battery, a compass, a neodymium magnet and A4 paper, we carried out an open laboratory. The analysis focused on discursive interactions and the process of constructing scientific concepts, as well as the development of attitudes and procedures characteristic of school scientific culture. Data collection involved notes, student productions and recordings of classroom discussions. The main results highlighted that the investigative teaching approach can enhance not only conceptual dimension of learning, but also the procedural and attitudinal dimensions. During the class, the students showed a remarkable willingness to engage in dialog, respecting differences. In relation to the procedures, the elaboration and testing of hypotheses, as well as the realization of inferences stood out. With regard to the concept of magnetic field, the students were able to establish the relationship between the intensity of this field, the number of turns of the coil and the distance from the compass.

Keywords: Investigative Teaching. Magnetism. Conceptual, Attitudinal and Procedural Learning.

1 Introdução

No cenário educacional contemporâneo, o ensino de Física tem sido frequentemente caracterizado por uma abordagem centrada no professor, na qual o docente assume o papel central de transmitir conhecimento, enquanto os alunos são esperados apenas para absorver informações e memorizar fórmulas (STROUPE, 2014). Esta abordagem tradicional muitas vezes deixa os estudantes desconectados da essência da ciência, retratando-a como um conjunto estático de leis e equações desvinculadas de sua aplicação na vida cotidiana. A consequência dessa abordagem é a perpetuação da ideia equivocada de que as disciplinas científicas se limitam a um conjunto de verdades absolutas a serem decoradas.

O artigo em questão defende uma mudança no paradigma do ensino de Física, argumentando que a disciplina deve ir além da simples memorização e reprodução de fórmulas. Acredita-se que os estudantes devem se apropriar do conhecimento científico, compreendendo sua natureza como uma construção humana e histórica, e reconhecendo a ciência como uma força transformadora na sociedade. A Física escolar deve proporcionar experiências autênticas de construção de conhecimento, aproximando os alunos das práticas típicas da cultura científica (SASSERON, 2015; STROUPE, 2014).

Neste contexto, o estudo em questão explora uma abordagem contextual e participativa, na qual os estudantes não apenas assimilam os conceitos, mas também se envolvem ativamente na produção e validação do conhecimento científico. Ao adotar essa perspectiva, acredita-se que o ensino de Física pode se tornar mais cativante, pertinente e eficaz, capacitando os alunos não apenas para resolver exercícios, mas também para compreender e contribuir para o mundo científico em constante evolução.

Considerando os desafios inerentes ao ensino e à aprendizagem de Física, juntamente com a crescente onda de obscurantismo pós-moderno, o presente trabalho busca introduzir aos alunos os avanços científicos do século XIX que moldaram e transformaram profundamente a história e a sociedade contemporânea. O tópico do magnetismo serve como cenário para que os alunos sejam inseridos no centro do processo de ensino e aprendizagem, promovendo a autonomia intelectual e envolvendo-os em processos autênticos de construção do conhecimento científico na sala de aula. Nesse sentido, o artigo relata uma análise detalhada de uma aula sobre magnetismo envolvendo fios e ímãs, organizada sob a forma de um laboratório aberto, conforme preconizado por Carvalho (2013).

Portanto, o estudo tem como objetivo analisar as interações discursivas ocorridas na sala de aula, analisando o processo de construção de conceitos científicos e o desenvolvimento de atitudes e procedimentos típicos da cultura científica escolar durante uma aula de Física baseada nos princípios do ensino por investigação.

2 Fundamentos teóricos

Nos últimos anos, a abordagem de ensino investigativo tem despertado interesse entre pesquisadores no Brasil, visando uma compreensão mais profunda em termos epistemológicos e históricos (BORGES, 2002; MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008; ZÔMPELO; LABURÚ, 2011; SASSERON, 2015, 2018; CARVALHO, 2018). Apesar da dificuldade de definir exatamente o que é o ensino por investigação, algumas características comuns podem ser encontradas nas definições de vários autores (BARCELLOS; COELHO, 2019; COELHO; AMBRÓZIO, 2019; SASSERON, 2018; CARVALHO, 2018; ZÔMPELO; LABURÚ,

2011). Uma delas é a apresentação de situações-problema autênticas que envolvem os alunos em atividades, levando à formulação de hipóteses, busca por informações e comunicação de ideias e processos.

Nesse contexto, tem havido um aumento do interesse de autores na criação de atividades em sala de aula para implementar o ensino por investigação (AZEVEDO, 2004; SÁ et al., 2007; PENHA; CARVALHO; VIANNA, 2009; CARVALHO, 2013; SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Esses autores argumentam que ensinar de maneira investigativa não se limita a uma estrutura metodológica definida, mas envolve trabalhar com diferentes formas, conteúdos e formatos de aula (SÁ; LIMA; AGUIAR JR., 2011; SASSERON, 2015). Isso significa que atividades investigativas podem variar amplamente, incluindo práticas, teoria, simulações de computador, demonstrações e pesquisa, entre outros (SÁ et al., 2007), e até mesmo atividades comuns em sala de aula podem se tornar investigativas com a abordagem certa (SASSERON; MACHADO, 2017).

No entanto, dependendo da implementação, é crucial considerar a liberdade intelectual dos estudantes, incentivando-os a agir como verdadeiros investigadores. Nessa perspectiva, os alunos deixam de ser meros observadores e se tornam questionadores, argumentadores e organizadores de ideias, participando ativamente das aulas. O ensino por investigação capacita os alunos a formular hipóteses, registrar e analisar dados, tirar conclusões e comunicar suas descobertas, promovendo a solução de problemas (AZEVEDO, 2004).

Segundo Munford e Lima (2007), o professor desempenha um papel importante na orientação das interações em sala de aula, planejando atividades investigativas de acordo com fatores como o tempo disponível, os conceitos a serem abordados, as características da turma e sua própria experiência. De acordo com Sasseron (2015), o ensino por investigação requer que o professor promova habilidades de resolução de problemas, envolvendo interações com colegas, materiais, conhecimentos sistematizados e experiências anteriores dos alunos. Valoriza também a importância das pequenas ações no processo de aprendizado, como a identificação de erros, a formulação de hipóteses com base no conhecimento prévio dos alunos e a criação de conexões em desenvolvimento.

Em resumo, o ensino por investigação, como abordagem pedagógica, enfatiza o papel do professor como facilitador de problemas, orientador de análises e incentivador de discussões, independentemente da atividade didática proposta. Quanto aos alunos, essa abordagem permite o desenvolvimento não apenas de conceitos, leis e teorias científicas, mas também de processos e características da construção do conhecimento (SASSERON, 2015).

No geral, o arcabouço do ensino por investigação toma forma dentro da sala de aula, onde o professor e os alunos se envolvem no processo de aprendizagem por meio de diferentes meios mediacionais. Assim, as contribuições de Vigotski e seus desdobramentos no campo da educação científica tornam-se importantes (CARVALHO, 2013), e podemos inferir que é nesse ambiente que a aprendizagem se desenvolve, à medida que os indivíduos se engajam nas interações sociais características da cultura científica.

No entanto, podemos conceber a cultura científica como o conjunto de ações e comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação do conhecimento sobre o mundo natural (SASSERON, 2015). Nesse contexto, a aprendizagem dos alunos pode ser entendida como um processo de enculturação, no qual o aluno, ao ser introduzido na cultura científico-escolar, atribui e negocia significados durante interações com seus colegas, o professor e os objetos de aprendizagem. Dessa forma, os alunos adquirem compreensão científica à medida que se envolvem em atividades sociais e problemáticas (DRIVER et al., 1999).

As atividades investigativas invariavelmente envolvem interações sociais, pois proporcionam oportunidades para que os estudantes expressem seus argumentos, discutam as vantagens e desvantagens de diferentes ideias e avaliem a validade dos argumentos apresentados. Essas etapas são fundamentais para progredir na busca por uma explicação científica para a resolução do problema, com orientação tanto do professor quanto dos colegas (MÁXIMO; ABIB, 2012).

Portanto, percebe-se que o desenvolvimento de conceitos na sala de aula é um processo em constante evolução, no qual os alunos se envolvem na aquisição de novas formas de expressar e compreender o mundo ao seu redor. A compreensão das palavras dos outros por meio de interações sociais envolve o confronto e a interpretação, resultando na criação de novos significados na mente, ressaltando que a formação de conceitos é um empreendimento que possui aspectos sociais.

Nesse contexto, é fundamental destacar que as atividades planejadas pelo professor devem proporcionar aos alunos a chance de colaboração mútua, assimilação de símbolos e significados, compartilhamento de experiências, estabelecimento de analogias, debates, contrastes e outras vivências que permitam a exploração das diferenças e não apenas a mera acumulação de experiências (CARVALHO, 2013). Assim, com base em Mortimer e Scott (2002, p. 284), observa-se que o processo de significação por partes dos alunos corresponde ao processo de conceituação, o que significa dizer:

o processo de aprendizagem não é visto como a substituição das velhas concepções, que o indivíduo já possui antes do processo de ensino, pelos novos conceitos científicos, mas como a negociação de novos significados num espaço comunicativo no qual há o encontro entre diferentes perspectivas culturais, num processo de crescimento mútuo. As interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados (Mortimer e Scott, 2002, p. 284).

O processo de negociação de significados na sala de aula exige uma distribuição da autoridade cognitiva e epistêmica, transformando o ambiente em um espaço público e democrático. Isso cria uma comunidade de práticas, onde professores e alunos desempenham papéis ativos (STROUPE, 2014). A abordagem comunicativa, especialmente a interativa e dialógica, desempenha um papel central no ensino por investigação, promovendo a exploração de ideias, a formulação de perguntas autênticas e a consideração de diferentes pontos de vista (MORTIMER; SCOTT, 2002). É importante reconhecer que várias abordagens podem ocorrer tanto no discurso do professor quanto no dos estudantes, e as transições entre elas são comuns, contribuindo para a construção da narrativa científica em sala de aula. Desde forma, entende-se que o ensino por investigação destaca não apenas a dimensão conceitual, mas também as dimensões social e epistêmica do conhecimento, tornando-as elementos centrais no processo educativo (SASSERON, 2019).

Os procedimentos no ensino por investigação refletem o “saber fazer” (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009), incorporando dimensões epistêmicas da atividade científica. Isso implica na tomada de decisões e ações ordenadas com propósito, relacionadas a técnicas e estratégias na resolução de problemas, o que pode resultar na construção de conhecimento em sala de aula. Por outro lado, as atitudes dos alunos, como uma parte mais desafiadora de ensinar, abordam o “saber ser” (POZO; GÓMEZ-CRESPO, 2009), que diz respeito à postura dos estudantes em relação à ciência e à sociedade. No contexto do ensino por investigação, isso envolve uma postura crítica, investigativa e participativa na sala de aula, compartilhando com o professor os processos de construção de conhecimento (SÁ *et al.*, 2007; COELHO; AMBRÓZIO, 2019). Portanto, acredita-se que uma interação dialógica mais intensa deve ser promovida na sala de aula para a construção desses conhecimentos, visando estabelecer uma equitativa da autoridade cognitiva. (NASCIMENTO; SASSERON, 2019). Isso não significa que:

o professor deixa de ser responsável pelas ações didático-pedagógicas, mas sim que as ações para a aprendizagem deixam de ser trabalhadas como empreendimentos privados e, por isso, unitários e individuais, e passam a ser concebidas e realizadas como empreendimento público (SASSERON, 2019, p. 565).

Por fim, é importante observar que os conceitos, atitudes e procedimentos não são abordados de forma isolada nas aulas de física. Na prática, à medida que a atividade investigativa se desenrola, um destes conteúdos pode se tornar mais evidente. No entanto, os outros também estão presentes, uma vez que os objetivos de aprendizagem variam de acordo com a natureza dos conteúdos. Assim, destaca-se que “o ensino por investigação demanda que o professor coloque em prática habilidades que ajudem os estudantes a resolver problemas a eles apresentados, devendo interagir com seus colegas, com os materiais à disposição, com os conhecimentos já sistematizados e existentes (SASSERON, 2015, p. 58).

3 Discussões metodológicas

3.1 Sujeitos da pesquisa, contexto e delineamento metodológico

A atividade foi aplicada em junho de 2021 com a participação de 20 alunos, sendo 11 da turma 3M01 e 9 da turma 3M02, todos eles estudantes da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública. O desenvolvimento da atividade ocorreu no refeitório da escola, onde ambas as turmas puderam manusear os arranjos experimentais mantendo o distanciamento social, uma vez que a instituição não possui laboratório de Física.

Os alunos que concordaram em participar da pesquisa assinaram, ou tiveram seus representantes legais assinando, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O compromisso com os estudantes e seus responsáveis era a preservação das identidades dos participantes, e ao relatar as análises e resultados, optou-se por utilizar nomes fictícios. Foi assegurado também que as informações fornecidas seriam usadas única e exclusivamente para a realização do estudo proposto.

Diante do contexto escolar apresentado e dos sujeitos envolvidos, considerando que a pesquisa está vinculada à abordagem investigativa de ensino, na qual o professor compartilha a autoridade epistêmica com os estudantes para a discussão e desenvolvimento de conceitos, atitudes e procedimentos, a pesquisa é caracterizada como uma intervenção pedagógica (DAMIANI et al., 2013). Nesse tipo de pesquisa, conforme Damiani *et al.* (2013, p. 59) apontam que:

[...] não há preocupação com o controle das outras variáveis que poderiam afetar os efeitos da intervenção, pois ela não visa a estabelecer relações de causa e efeito, fazer generalizações ou predições exatas a partir dos seus achados, como os experimentos. Nas intervenções, a intenção é descrever detalhadamente os procedimentos realizados, avaliando-os e produzindo explicações plausíveis, sobre seus efeitos, fundamentadas nos dados e em teorias pertinentes.

Damiani *et al.* (2013) também destacam que, enquanto a pesquisa quantitativa se baseia na experimentação, a intervenção pedagógica possui fundamentação qualitativa. A classificação das intervenções como pesquisas encontra respaldo em suas semelhanças com a pesquisa-ação, uma metodologia já estabelecida e amplamente utilizada na área educacional. No entanto, é crucial evitar confundir esses dois tipos de pesquisa, embora compartilhem algumas semelhanças.

De acordo com Thiollent (2009, p.16), muitos defensores da pesquisa-ação a associam “a uma orientação de ação emancipatória e a grupos sociais que pertencem às classes populares ou dominadas”. Isso não é necessariamente o caso das pesquisas intervencionistas, que, embora visem a melhorias educacionais, não têm como foco principal objetivos emancipatórios de natureza

político-social, como também apontado por Grabauska e Bastos (2001). Outra diferença significativa diz respeito à participação: no planejamento e na implementação de uma pesquisa-ação, todos os participantes estão envolvidos (THIOLLENT, 2009). Por outro lado, nas pesquisas intervencionistas, é o pesquisador quem identifica o problema e determina como resolvê-lo, embora permaneça aberto a críticas e sugestões, levando em consideração eventuais contribuições dos sujeitos-alvo da intervenção para aprimorar o trabalho.

3.2 A Sequência de Ensino Investigativa

Para analisar como a aprendizagem dos conteúdos em suas dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais pode ser desenvolvida e potencializada em aulas investigativas, foi planejada uma Sequência de Ensino Investigativa (CARVALHO, 2018).

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI), como demonstrado no quadro abaixo, foi desenvolvida com a inclusão dos conteúdos relativos ao magnetismo de fios e ímãs, começando com a exploração do magnetismo dos ímãs permanentes e culminando na análise do magnetismo gerado por fios percorridos por correntes elétricas.

Quadro 1 - Resumo da Sequência de Ensino Investigativa.

Atividade de	Tempo de aula (min)	Tipo de atividade	Meio de mediação	Objetivos da atividade
1	100	Leitura de Texto	Texto impresso	Compreender a história da descoberta do magnetismo de ímãs permanentes.
2	50	Demonstração investigativa	Ímãs e limalhas de ferro	Entender o conceito de linhas de campo magnético. Identificar os polos de um ímã;
3	100	Questões abertas	Material impresso	Compreender que outros corpos podem ser imantados.
4	100	Problemas abertos	Circuito formado por chave, bateria e fio de cobre, e junto com o circuito uma bússola e um ímã.	Identificar o magnetismo dos fios percorridos por corrente elétrica.
5	100	Laboratório aberto	Ímã de neodímio, fio de cobre esmaltado, pilha de 2V, bússola e uma folha de papel A4.	Identificar a intensidade do campo magnético produzido por uma bobina e compará-la com o campo de um ímã permanente.
6	50	Questionário de opinião	Material impresso	Avaliar a sequência de ensino investigativa.

Fonte: Autores (2023)

A estruturação da SEI teve como objetivo seguir o currículo escolar e apresentar o conteúdo do magnetismo de acordo com essa orientação. Além disso, adotou-se uma abordagem histórica, iniciando com a exploração da descoberta do magnetismo da matéria e culminando no magnetismo de fios percorridos por correntes elétricas.

3.3 Procedimentos de coleta e análise de dados

No presente texto, a atividade da SEI que está sendo trazida para análise é um laboratório aberto (AZEVEDO, 2004) realizado durante uma aula de 100 minutos, que foi gravada em áudio e vídeo e que utilizou um kit experimental contendo ímã de neodímio, fio de cobre esmaltado, pilha de 2V, bússola e uma folha de papel A4. Essa aula foi dividida em pequenos episódios, considerados como os momentos em que, nas interações discursivas, foram estabelecidas determinadas relações, sejam conceituais, procedimentais ou atitudinais.

Na aula, os kits foram levados para o refeitório pela professora, e ao chegar à turma, foram colocados nas mesas, permitindo que os alunos manipulassem os materiais antes do início da atividade investigativa. A escolha do refeitório se deu porque as turmas estavam sendo organizadas respeitando os protocolos sanitários e o distanciamento social.

Considerando que a linguagem é uma construção social e que o discurso do aluno reflete essa dimensão pessoal e social, este estudo baseia-se em trabalhos (MORTIMER; SCOTT, 2002; SASSERON; DUSCHL, 2016; CREPALDE; AGUIAR JR, 2013; PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2009) que questionam a abordagem centrada na aprendizagem individual, argumentando que ela é insuficiente para abordar a complexidade das interações em sala de aula. A palavra desempenha um papel fundamental na formação de conceitos, e, portanto, é essencial para compreender como ocorre a aprendizagem conceitual durante as interações discursivas, especialmente entre os alunos e entre eles e o professor. Além disso, para analisar a construção do conhecimento científico, o estudo das abordagens comunicativas na sala de aula é de grande relevância para contextualizar os discursos (MORTIMER; SCOTT, 2002).

Portanto, o trabalho com atividades investigativas na sala de aula destaca a importância da aprendizagem de procedimentos e atitudes, pois esses elementos estão intrinsicamente ligados às práticas científicas e epistêmicas, desempenhando um papel fundamental nas posturas dos estudantes durante o processo de construção de conhecimento. Para fundamentar a análise do desenvolvimento desses procedimentos e atitudes, um quadro adaptado de Souza Jr. (2014, p. 91), baseado em Pozo e Gómez-Crespo (2009), é utilizado. Esse quadro auxilia na compreensão de como as interações ocorridas em sala de aula durante a atividade proposta contribuíram para a aprendizagem desses conteúdos.

4 Resultados e discussões

A análise do Laboratório Aberto, que se encontra registrada em episódios selecionados, é apresentada, considerando a dinâmica da aula investigativa. Em cada episódio analisado, foram conduzidas análises e discussões para identificar quais conteúdos, sejam conceituais, procedimentais ou atitudinais, foram potencializados e de que forma isso ocorreu nos diferentes momentos da aula investigativa. Os enunciados analisados foram extraídos das interações discursivas da aula. Os códigos (A1, A2, P1, P2...) referentes a cada uma das subcategorias do sistema construído por Souza Jr (2014, p. 91) foram utilizados para identificar os momentos em que elas surgiram nas interações discursivas.

O laboratório aberto teve início quando os alunos foram conduzidos pela professora ao refeitório da escola e foram organizados em pequenos grupos para facilitar a visualização e promover maior participação nas discussões. Além disso, cada grupo recebeu um kit contendo fio de cobre esmaltado, uma pilha de 2V, uma bússola e uma folha de papel A4.

Nesta subseção, são relatados os episódios exatamente na ordem em que ocorreram e como

a atividade de laboratório aberto foi desenvolvida. Analisa-se o processo de construção de um pequeno eletroímã que causasse na agulha de uma bússola a mesma deflexão provocada por um pequeno ímã de neodímio pelos estudantes. Também são analisados os procedimentos e atitudes potencializados durante a execução da atividade.

Com a bússola posicionada na direção norte-sul da Terra, foi realizada uma marcação no papel A4 indicando os pontos cardeais. Em seguida, um aluno aproximou um ímã pequeno, deslizando-o ao longo de uma linha perpendicular à agulha da bússola, fazendo com que ela se inclinasse e formasse um ângulo com a direção leste-oeste. Quando o ângulo de inclinação da agulha atingia 45 graus, o aluno registrava a distância entre o ímã e a bússola. Posteriormente, utilizando o fio esmaltado e a pilha, o aluno construía um eletroímã com um campo magnético suficientemente forte para produzir na agulha da bússola o mesmo deslocamento angular observado com o pequeno ímã de neodímio.

4.1 Montagem do arranjo experimental

Os kits contendo bússolas, transferidores, ímãs de diferentes formas, pilhas e fios esmaltados foram entregues aos alunos, juntamente com um roteiro para que pudessem registrar suas observações. A atividade teve início com a apresentação do problema, seguida pelo relato dos episódios e suas análises.

No início da atividade, foi orientado aos alunos que desenhassem duas retas perpendiculares no papel A4, representando os pontos cardeais conforme exemplificado no roteiro. Em seguida, os alunos posicionaram o transferidor no ponto de encontro das retas, alinhando o ponto cardinal norte com o ângulo de 90° do transferidor e o ponto cardinal sul com o ângulo de 270° do transferidor. Posteriormente, a bússola foi colocada sobre o transferidor, mantendo a orientação norte-sul da Terra de acordo com os pontos cardeais previamente desenhados.

Foi orientado que, uma vez montado o aparato experimental, os alunos moveriam o ímã ao longo da linha leste-oeste e observariam os resultados. Aos alunos que compartilhavam a mesma mesa, foram fornecidos ímãs de mesma forma, garantindo assim uma distância uniforme no arranjo experimental. Os alunos tiveram a oportunidade de manipular o ímã, deslizando-o ao redor da rosa dos ventos para entender como o polo norte da bússola se comportava. Foram instruídos a movimentar o ímã ao longo da linha leste-oeste no arranjo experimental, ou seja, deslizar o ímã ao longo da semirreta oeste para reduzir a distância entre o ímã e a bússola.

Enquanto percorriam as mesas dos alunos, foi observado que alguns movimentavam o polo sul da bússola. Nesse momento, esclareceu-se aos alunos da turma que o objetivo inicial era deslocar o polo norte da bússola na direção do ímã.

Episódio 1: Montagem do arranjo experimental.

Professora: Então, vocês conseguiram entender? Polos norte se repelem, e se eu colocar o polo norte na linha, o que o ímã vai fazer? Vai atrair o polo sul da agulha, certo? É por isso que vamos colocar o polo sul do ímã na linha leste-oeste para observar a agulha da bússola se deslocar 45°. Quando ela atingir os 45°, vocês devem anotar a distância entre o ímã e a origem das retas.

Após a apresentação do problema inicial, os alunos foram capazes de **estruturar suas**

ideias por meio de desenhos, linguagem escrita ou linguagem oral (P1) para registrar a primeira observação, que investigava a distância entre o campo magnético e o polo norte da bússola.

Os alunos registraram a observação do deslocamento angular de 45° causado pelo ímã no polo norte da agulha da bússola. A seguir, apresenta-se como os alunos selecionados registraram essa compreensão.

Transcrição da resposta do **Aluno A14 da turma 3M01**.

“A distância é de 9,5 cm com um ângulo de 45° . A agulha se move, mudando de posição, seguindo o polo contrário, pois os polos opostos se atraem e os iguais se repelem.”

O aluno A14 da turma 3M01 apresentou a distância alcançada no desafio do deslocamento angular de 45° , demonstrando a capacidade de **interpretar ideias estruturadas e realizar procedimentos (P2)**. Posteriormente, ele descreveu o movimento da agulha no sentido leste-oeste, justificando-o com base na atração entre polos opostos e na repulsão entre polos iguais.

Transcrição da resposta do **Aluno A9 da turma 3M02**.

“Os polos da agulha acompanham os polos do ímã a uma distância de 6 cm, em um ângulo de 45° .”

O aluno A9 da turma 3M02 registrou suas observações ao **construir sínteses (P7)**, relatando que o polo norte da bússola foi atraído pelo ímã a uma determinada distância durante o deslocamento angular de 45° .

Os alunos registraram como montaram o arranjo experimental, identificando a distância necessária para que o ímã provocasse um deslocamento angular de 45° no sentido Leste-Oeste na rosa dos ventos que eles mesmos construíram. A partir da montagem do arranjo experimental pelos alunos, o problema a ser desenvolvido foi apresentado.

4.2 Problema

Abaixo segue a transcrição do momento em que a professora apresentou o problema aos alunos da turma, os quais registravam nos roteiros os procedimentos do trabalho como parte do desafio.

Episódio 2: sobre a apresentação do problema inicial.

Professora: Agora vocês têm um desafio! Receberam fio de cobre e pilhas. Depois de anotarem a distância entre o ímã e a bússola, afastem o ímã, podem até colocá-lo em outra mesa para evitar interferências. O desafio é o seguinte: vocês precisam provocar um deslocamento angular de 45° na agulha da bússola, mas agora usando uma bobina.

O aluno A17 da turma 3M02: Como assim?

Professora: Uma bobina. Lembrem-se do enrolamento que fizeram para o eletroímã? Agora vocês vão fazer apenas o enrolamento, para isso, podem aumentar um pouco mais o diâmetro interno do enrolamento, por exemplo, dobrar o tamanho. Também podem juntar as bobinas.

Supervisionando os grupos para auxiliar na construção da bobina, alguns alunos utilizaram o dedo indicador para fazer o enrolamento, enquanto outros solicitaram o prego da etapa anterior, que estava disponível na caixa de experimentos. Um grupo requisitou um pedaço do fio de cobre esmaltado 18 AG 200, que estava disponível na mesa.

Enquanto ajudava na construção da bobina em um dos grupos, a aluna A14 da turma 3M01, durante o processo de construção, questionou se alguém mais havia tentado, o que foi apresentado no episódio a seguir.

Episódio 3: montagem do arranjo experimental com a bobina

Aluno A14 da turma 3M01: Professora, você tentou fazer? Deu certo?

Professora: E vocês? Não estão tentando? Conseguiram fazer a bobina, meninos?

Aluno A2 da turma 3M02: Agora é para colocar a pilha?

Aluno A14 da turma 3M01: É preciso raspar a pontinha do fio para colocar a pilha.

Na sequência, o aluno A2 da turma 3M02 apresentou o próximo passo, e o aluno A14 da turma 3M01 **assumiu uma abordagem investigativa (A1) e buscou o diálogo entre os estudantes, respeitando as diferenças (A3)**. Ele informou que, para permitir a passagem de corrente na bobina, seria necessário remover o esmalte das extremidades do fio de cobre.

4.3 Hipótese

Foi solicitado aos alunos que aguardassem antes de conectarem os fios à pilha, pois foi lembrado que ao fazê-lo, as pilhas se esgotariam rapidamente.

Foi lembrado aos alunos que ao conectar as duas extremidades do fio de cobre à pilha, um circuito fechado seria formado, gerando um campo magnético. Eles poderiam observar o sentido desse campo magnético aplicando a regra da mão direita. Em seguida, foi pedido que os alunos discutissem com seus colegas para elaborarem uma hipótese de que a bobina apresentaria o mesmo campo magnético do ímã permanente na distância determinada.

Os alunos foram orientados a registrar suas hipóteses antes de fecharem o circuito. A seguir, é apresentada a forma como os alunos selecionados registraram suas hipóteses.

Transcrição da resposta do **Aluno A19 da turma 3M01**.

“Achamos que a intensidade do ímã permanente será maior do que a do ímã improvisado.”

O aluno A19 da turma 3M01 demonstrou descrença de que a bobina que ele construiu seria capaz de deslocar a ponta vermelha da agulha da bússola.

Os alunos foram orientados a registrar os procedimentos executados durante a atividade (ver Figura 1).



Figura 1 - Alunos trabalhando no arranjo experimental que haviam montado, a fim de registrar a hipótese de se o campo magnético apresentaria a mesma força magnética necessária para deslocar a ponta vermelha da agulha da bússola a um ângulo de 45°. **Fonte:** Autores (2023).

Transcrição da resposta do **Aluno A9 da turma 3M02**.

“Que a interferência será maior se estiver mais próximo, especialmente com o fio de cobre fino ou com um fio de cobre mais grosso.”.

O aluno A9 da turma 3M02, ao **elaborar sua hipótese (P3)**, estabeleceu uma relação entre a intensidade do campo magnético da bobina e a espessura do fio de cobre. Por esse motivo, ele foi um dos alunos que solicitou um fio com espessura diferente daquele que recebeu no kit.

4.4 Testar Hipótese

Os alunos conectaram o fio de cobre à pilha para observar a confirmação ou refutação das hipóteses apresentadas. Foi orientado que realizassem apenas uma tentativa.

Episódio 4: Primeira tentativa de confirmar a hipótese elaborada.

Aluno A20 da turma 3M01: Professora? Tem algo errado.

Professora: Como assim?

Aluno A19 da turma 3M01: O polo Norte está na direção oposta.

Professora: Lembra que a bobina gera campo magnético. Então, use a regra da mão direita. Lembra?

Os alunos A20 da turma 3M01 e A19 **realizaram uma exposição oral (P9)** sobre a orientação do campo magnético no arranjo experimental para **testar suas hipóteses (P5)**. O aluno A19 também, ao **realizar uma inferência (P6)**, apresentou a confirmação de que a bobina estava repelindo a agulha da bússola. Continuou-se a observar como eles se organizaram para a nova tentativa, e a orientação foi dada para que, antes de repetirem o procedimento, discutissem outras formas de realizar o teste novamente. Assim, eles concluíram que precisavam inverter a posição da pilha.

Voltando aos alunos da turma, foi perguntado se a primeira tentativa havia se confirmado e se eles haviam registrado os procedimentos adotados. A partir desse momento, os alunos começaram a **realizar a exposição oral (P9)**. O aluno A8 da turma 3M01 explicou que observou

que a pilha esquentava, e foi questionado se o arranjo experimental havia sido confirmado, direcionando a resposta para saber se o deslocamento ocorreu na mesma distância marcada ou se foi necessário afastar ou aproximar da bússola.

O aluno A9 da turma 3M02 informou que testou o arranjo experimental com o fio de cobre em duas espessuras diferentes e concluiu que, com o fio de cobre mais grosso, de cobre esmaltado 18 AWG, era necessário afastar a bobina da bússola, enquanto com o fio de cobre mais fino, de cobre esmaltado 26 AWG, era preciso aproximá-lo da bússola.

Foi orientado que utilizassem o fio de cobre esmaltado 26 AWG em todos os arranjos experimentais, e eles foram questionados sobre quais procedimentos poderiam influenciar na aproximação da distância desejada para que a ponta vermelha da agulha da bússola atingisse um ângulo de 45°.

Foi orientado que eles conversassem por 5 minutos e, em seguida, apresentassem um ou mais novos procedimentos. Novamente, as mesas foram visitadas para mediar as conversas, se necessário. Na primeira dupla com a qual a professora interagiu, o aluno A13 da turma 3M02, ao **elaborar uma hipótese (P3)**, propôs se poderiam posicionar a bobina de forma diferente em relação à linha leste-oeste. A professora imediatamente orientou que precisariam discutir outros possíveis procedimentos.

Nesse momento, o aluno A17 da turma 3M02 tinha a expectativa de obter uma resposta, mesmo que os alunos tivessem sido preparados em etapas anteriores para trabalharem em grupo nos experimentos. Conforme Carvalho (2014) destaca, em um laboratório didático tradicional, os alunos seguem um roteiro com procedimentos propostos e um objetivo pré-determinado, o que difere do laboratório aberto.

Episódio 5: Elaborar novo plano de trabalho

Aluno A17 da turma 3M01: Mas vem cá! Grudamos o cobre na pilha com durex e chegamos no resultado errado. Tivemos que aproximar mais o enrolamento da bússola, a uma distância de 1 cm. E vemos que não tem mais o que fazer. Se fizermos de novo, vai acontecer a mesma coisa.

Professora: Então, para vocês, não há mais o que fazer?

Aluno A9 da turma 3M02: Professora, vimos que, como você disse para juntar os fios, a interferência foi um pouco maior no ângulo, mas não chegamos a 45°.

Aluno A8 da turma 3M01: E se colocarmos apenas a pilha, pode?

Professora: Vamos lá! A8 da turma 3M01, o objetivo da nossa atividade é deslocar a agulha da bússola com a bobina. Agora, A9 da turma 3M02, é por aí! Quando vocês juntaram os fios, aumentaram a intensidade do campo no fio. E agora, A17 da turma 3M01, vale a sugestão de A9 da turma 3M02?

Nesse momento, o aluno A17 da turma 3M01 **adotou um posicionamento crítico (A1)** ao alegar que o novo procedimento repetiria a primeira tentativa, demonstrando desinteresse inicial ao elaborar uma nova hipótese. Em seguida, provocamos o aluno A17 da turma 3M01, quando o aluno A9 da turma 3M02 **realizou uma exposição oral (P9)** e apresentou aos outros alunos suas observações ao explorar a orientação da professora quanto ao espaço menor entre as espiras, destacando que quanto maior o espaço entre elas, maior a intensidade do campo magnético. Com isso, o aluno **buscou o diálogo entre os estudantes, respeitando as diferenças (A3)**.

Diante das observações dos alunos A17 da turma 3M01 e A9 da turma 3M02, foi necessária uma intervenção para esclarecer a proposta do desafio aos alunos. Durante a interação com o aluno A9 da turma 3M02, os alunos o questionaram sobre a possibilidade de receber um choque durante o procedimento, ao que ele respondeu que não haveria risco. Para realizar o procedimento, eles **trabalharam em grupo de forma colaborativa (A2)**, com o aluno A7 da turma 3M02 conectando o fio de cobre mais fino, no caso, o 26 AWG, e o aluno A9 da turma 3M02 juntando-os com os dedos.

Foi orientado aos alunos que explorassem a sugestão do aluno A9 da turma 3M02 com a pilha que já haviam utilizado na primeira tentativa, enquanto separavam outra pilha para uma segunda tentativa. Durante um trabalho colaborativo, alguns arranjos experimentais tiveram sucesso, como relatado por uma aluna. No episódio a seguir, os alunos apresentaram alternativas para evitar a necessidade de segurar as espiras com os dedos.

Episódio 6: Alinhamento do arranjo experimental para melhorar a realização da segunda tentativa.

Aluno A17 da turma 3M01: Mas espera! Nós prendemos o cobre na pilha com durex e chegamos ao resultado errado. Tivemos que aproximar ainda mais o enrolamento da bússola, a uma distância de 1 cm. E percebemos que não há mais o que fazer. Se tentarmos novamente, acontecerá a mesma coisa.

Professora: Então, para vocês, não resta mais nada a ser feito?

Aluno A9 da turma 3M02: Professora, notamos que, como a senhora sugeriu que juntássemos os fios, a interferência aumentou um pouco no ângulo, mas não chegamos a 45°.

Aluno A8 da turma 3M01: E se colocarmos apenas a pilha, pode?

Professora: Vamos lá! A8 da turma 3M01, o objetivo da nossa atividade é deslocar a agulha da bússola com a bobina. Agora, A9 da turma 3M02, é por aí! Quando vocês juntaram os fios, aumentaram a intensidade do campo no fio. E agora, A17 da turma 3M01, a sugestão de A9 da turma 3M02 parece válida?

Nesse episódio, o aluno A9 da turma 3M02 contribuiu novamente ao **fazer generalizações para outros contextos (P8)**, ao propor uma sugestão para unir os fios da bobina sem precisar segurá-los com os dedos durante o enrolamento. Os alunos desenvolveram a discussão como uma forma de **buscar o diálogo entre os estudantes (A3)**. Dessa forma, encontraram uma maneira própria de manipular o aparato experimental.

Em seguida, perguntou-se se estavam prontos para a próxima tentativa. Os alunos realizaram a segunda tentativa, e as interações dialógicas se limitaram às mesas onde estavam localizados. Ao caminhar entre as mesas, os alunos foram orientados a anotar o desenvolvimento da atividade, ou seja, os procedimentos que executaram para alcançar o objetivo.

Foi questionado o que tinham a dizer sobre a segunda tentativa, e alguns dos alunos mencionaram que ainda precisavam de mais tentativas para **testar hipóteses (P5)**, visto que as pilhas AA se esgotavam rapidamente quando o circuito ficava fechado. Portanto, solicitaram mais pilhas. Foi explicado que, por esse motivo, os alunos precisavam **elaborar hipóteses (P3)** para conduzir o arranjo experimental.

Os alunos relataram que alguns dos arranjos experimentais não conseguiram alcançar o

ângulo de 45°, enquanto outros ultrapassaram esse valor, chegando a 90°. Além disso, alguns afirmaram que a ponta vermelha da agulha da bússola se movia até esse valor e depois retornava ou se estabilizava em um ângulo menor.

Os alunos foram incentivados a fazer uma última tentativa, e pediu-se que oferecessem mais sugestões de procedimentos. Nesse momento, foi distribuída uma nova pilha que seria usada na terceira e última tentativa.

Episódio 6: Alinhamento do arranjo experimental para melhorar a realização da terceira tentativa.

Professora: Agora que receberam uma pilha nova, podemos prosseguir com a terceira e última tentativa. Cuidado para não confundirem com as gastas, certo? E quais sugestões de procedimentos podemos considerar?

Aluno A7 da turma 3M02: Professora, você disse para nós anotarmos a quantidade de voltas. Isso tem alguma influência? Aumentar ou diminuir?

Aluno A8 da turma 3M01: É verdade? Acho que entendi!

Professora: Exato! Da mesma forma que no início da atividade, quando mencionei que vocês também poderiam aumentar o diâmetro interno da bobina. Lembram?

Aluno A9 da turma 3M02: Sim, sim.

Professora: Então, por que não tentam?

Aluno A14 da turma 3M01: Aumentar como assim? Não estou entendendo.

Professora: Vocês podem desenrolar o fio e enrolá-lo novamente, aumentando o diâmetro. Ah, se possível, anatem o tamanho atual e a nova medida que colocarem.

Nesse momento, a aluna A14 da turma 3M01 ainda não compreendia como aumentar o diâmetro. Portanto, aproximou-se de sua mesa para explicar. Para isso, mostrou a bobina da aluna A14 da turma 3M01 como exemplo, circulando o interior da bobina para mostrar o diâmetro, que era a distância de um ponto a outro na circunferência, e explicou que poderiam construir novas espiras com um diâmetro maior.

No episódio acima, o aluno A7 da turma 3M02 foi observado como **tendo um posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema (A1)** ao avaliar a importância de observar se a quantidade de espiras poderia influenciar na intensidade da força magnética necessária para atrair a ponta vermelha da agulha da bússola.

Cronometrou-se mais 5 minutos para que os alunos pudessem desenvolver um novo procedimento para a terceira tentativa. Novamente, caminhou-se entre as mesas para observar os planos de trabalho dos alunos e orientá-los, quando necessário. Mediaram-se nas mesas que executassem procedimentos diferentes discutidos pelos alunos, ou seja, se estavam em duplas, seriam dois procedimentos que proporcionariam resultados diferentes, e qual deles se aproximaria do objetivo.

Após o término do tempo, perguntou-se aos alunos se poderiam realizar a terceira tentativa, e alguns solicitaram mais alguns minutos para finalizar pequenos detalhes. Passados os 2 minutos solicitados, pediu-se que os alunos se preparassem para a nova tentativa.

Os alunos realizaram a última tentativa, e como a pilha se esgotou rapidamente, perguntou-se sobre os resultados.

4.5 Coleta e registro de dados

Concluída a montagem do arranjo experimental e as três tentativas, os registros de dados foram organizados. À medida que a segunda aula avançava, foi mediado um relato oral dos testes de hipóteses desenvolvidos, selecionando-se alguns alunos para relatarem suas hipóteses e análises do que havia sido feito.

Sistematização dos procedimentos para coleta e registro de dados

Professora: Pessoal, agora vamos ouvir o que alguns de vocês observaram ao testar suas hipóteses antes de anotar a conclusão, certo? Vamos lá! A9 da turma 3M01, pode nos falar sobre o que você e o A1 da turma 3M01 observaram.

Aluno A9 da Turma 3M01: Claro! Na nossa primeira hipótese, pensamos que o enrolamento (bobina) teria que ser afastado e usar o fio fino (200 26 AWG). Nesse caso, quando testamos, a bússola se moveu bem menos de 45°. Então, eu e meu amigo na segunda tentativa, com a sugestão do colega aqui (Aluno A9 da turma 3M02), chegamos a 16°, ou seja, não atingiu os 45° desejados. Porém, quando desenrolamos o fio e fizemos um novo enrolamento, percebemos que alcançamos os 35°. Portanto, o ângulo não foi exato, mas chegou a um valor aproximado.

Professora: Pode nos dizer qual era a distância? Quantas voltas tinha na 2ª tentativa e quantas na 3ª, já que fizeram um novo procedimento?

Aluno A9 da Turma 3M01: Professora, a distância era de 11 cm, na 2ª tentativa tinha 31 voltas, e na 3ª tentativa, com um diâmetro maior e 20 voltas, conseguimos realizar com o fio.

Nesse episódio, o aluno A9 da turma 3M01 demonstrou sua capacidade ao **realizar a exposição oral (P9)** dos procedimentos e apresentou habilidade na **elaboração de relatórios (P10)**. Durante as visitas à sua mesa, observou-se que o aluno falava de maneira tranquila e metódica. Ele descreveu como procedeu nas tentativas, indicando os ângulos alcançados ao **testar as hipóteses (P5)**, aproximando-se dos resultados esperados.

Nesse momento, foi feita uma explicação sobre o solenoide, destacando que se trata da construção de várias espiras, e um aluno relacionou isso à espiral de um caderno. Quanto ao comportamento das linhas de indução magnética em um solenoide, estas são paralelas e equidistantes, como observado na primeira tentativa. Quando as espiras foram agrupadas, transformando-as em uma única espira, as linhas de indução magnética precisariam contornar a circunferência para determinar o sentido da corrente elétrica e identificar os polos norte e sul da espira. Portanto, o recurso improvisado de enrolar a ponta para unir o solenoide precisaria ser substituído por outro método. Nesse caso, quando o solenoide se transforma em uma única espira, recebe o nome de “bobina chata”.

Nesse momento, foi observado que faltavam apenas dez minutos para o término da aula, e a instrução dada aos alunos foi que eles registrassem suas observações.

Os alunos, então, procederam a registrar as observações das três tentativas realizadas. Abaixo, é apresentado como os alunos selecionados registraram essa compreensão.

Transcrição da resposta do Aluno A26 da turma 3M01.

“1ª Não deu certo, acho que demos muitas voltas. A carga é pequena para o tamanho grande do fio. 2ª Nós cortamos o fio para ver se dá certo. 3ª Nós juntamos o fio, o Norte moveu-se 30° do norte para o oeste.”.

Nesse caso, o aluno descreveu os procedimentos que foram desenvolvidos para **testar as hipóteses (P5)** e alcançar o objetivo, que era construir uma bobina com um campo magnético de intensidade suficiente para produzir, na mesma distância em relação ao ímã usado no problema inicial, um deslocamento angular de 45° na agulha da bússola. Durante o acompanhamento da atividade, notou-se que o aluno **trabalhou de maneira colaborativa em grupo (A2)** e, ao **elaborar o relatório (P10)**, resumiu os procedimentos que foram executados.

Transcrição da resposta do Aluno A20 da turma 3M02.

“Na 1ª tentativa, aproximamos a bobina da bússola, e a ponta vermelha da agulha não sofreu deslocamento. Na 2ª tentativa, juntamos as espiras do solenoide, formando uma bobina plana, e ela teve um leve deslocamento da ponta vermelha da agulha. Na 3ª tentativa, aumentamos o diâmetro das espiras do solenoide, também formando uma bobina plana, e ao aproximá-la da bússola, a ponta vermelha da agulha sofreu uma deflexão de 35° do norte ao oeste.”.

O aluno A20 da turma 3M02 **estruturou suas ideias por meio de linguagem escrita (P1)** ao **elaborar um relatório (P10)** sobre os procedimentos utilizados para induzir o deslocamento angular, ou seja, a deflexão, da ponta vermelha da agulha da bússola. Observou-se que o aluno não mencionou a distância de 6 cm especificada no problema inicial. No entanto, durante as discussões orais e ao solicitar nossa orientação na mesa, o aluno seguiu as instruções do desafio.

Os alunos preencheram os espaços designados para relatar os procedimentos adotados na montagem do arranjo experimental e, em seguida, forneceram suas conclusões. Isso ocorreu porque o tempo planejado para a conclusão da etapa do Laboratório Aberto estava se esgotando.

4.6 Conclusão da atividade investigativa

Requisitou-se que os alunos registrassem a validade ou não das hipóteses levantadas na etapa do Laboratório Aberto. Da mesma forma, durante a orientação na elaboração das hipóteses, foi solicitado aos alunos que anotassem todos os dados para melhor compreenderem como desenvolveram os procedimentos que planejavam usar. Por exemplo, na primeira tentativa, construíram um solenoide, sendo orientados quanto ao número de voltas (espiras) e ao diâmetro interno utilizado. Na segunda tentativa, procederam ao achatamento do solenoide, transformando-o em uma bobina. Na terceira tentativa, refizeram a bobina com um número reduzido de voltas (espiras) e aumentaram o diâmetro interno, com o objetivo de cumprir a atividade, que era causar o deslocamento angular (deflexão) da ponta vermelha da agulha da bússola.

A atividade culminou em uma tabela com esses dados, e os alunos não demonstraram habilidade para transcrevê-los para a tabela sem a possível intervenção da professora. Portanto, foram selecionados dois relatórios de alunos que participaram de todas as etapas da SEI.

Transcrição da resposta do Aluno A14 da turma 3M01.

“Conseguimos, no final, fazer a bússola mexer. Enrolamos o fio, soltamos o fio, prendemos mais, deixamos maior e fizemos uma bobina plana, e só assim é que funcionou. Gostei muito do experimento e das tentativas. Não é tão simples uma experiência. Aprendemos muito e nunca vamos esquecer que “os opostos se atraem” e o porquê e o significado dessa frase. No começo, fizemos uma solenoide com 130 voltas. Logo depois, cortamos, fizemos também uma maior com 26 voltas e, depois, a bobina. Pensamos em várias coisas, várias ideias e possibilidades, a maioria deu errado, mas faz parte. Os polos, o magnetismo e os campos magnéticos são assuntos superinteressantes. Não é fácil nem difícil, mas é legal. As expectativas e a vontade de dar certo eram muito grandes.”.

Observou-se que o aluno A14 da turma 3M01 registrou suas observações sobre as hipóteses e os procedimentos para o desenvolvimento da atividade de maneira livre e coloquial. No entanto, Carvalho assevera que “ouvir o aluno não se limita à reprodução das respostas que o professor deseja ouvir, mas à possibilidade de o aluno expressar sua própria voz e, conseqüentemente, sua visão de mundo” (CARVALHO, 2019, p. 63). Nesse contexto, notou-se que o aluno selecionado descreveu toda a sua experiência durante as etapas da SEI e concluiu seu trabalho discutindo a validade da mesma.

Transcrição da resposta do **aluno A9 da turma 3M02.**

“Como era esperado no experimento com o ímã, houve bastante interação com a ponta vermelha da agulha, ao contrário da bobina que, como previsto, só na terceira tentativa, quando juntamos as espiras do solenoide para formar uma bobina plana, o campo magnético era maior e a corrente mais forte.”.

Nesse caso, o aluno sintetizou sua conclusão de trabalho ao comparar a intensidade do campo magnético entre o ímã e a bobina construída durante a atividade. Os relatórios dos alunos demonstram pouco domínio da linguagem e dos procedimentos científicos. Sobre isso, Carvalho (2019) pondera:

[...] Ensinar a escrever ciência é papel da escola. O relatório não pode ser só descritivo, mas o aluno precisa mostrar que entendeu o porquê de cada manipulação e mostrar também na linguagem escrita as argumentações que o levaram à construção do conceito e/ou lei pesquisada [...] (CARVALHO, 2019, p. 10).

As transcrições apresentam, principalmente, relatos descritivos sobre o experimento e expressam suas visões sobre a sequência como um todo. No entanto, nas transcrições e nos demais relatórios, é evidente o uso de conceitos estudados, como o campo magnético no centro de uma espira e em um solenoide.

Paralelamente, Clement e Terrazan (2011) também destacam a adequação das atividades de resolução de problemas para o tratamento de conteúdos procedimentais e atitudinais, os quais podem ser observados nos episódios acima, na interação entre os alunos, no trabalho em grupo, na formulação de hipóteses e na exposição de suas hipóteses e tentativas.

Conclui-se com a citação de Borges (2002, p. 16), que ressalta a necessidade de acreditar no progresso.

[...] Ao investigar como os alunos resolvem problemas e desafios, não devemos esperar reconhecer estas etapas nitidamente, nem observar progressos rápidos e espetaculares em seu desempenho e em sua autonomia. Podemos nos perguntar se vale o esforço; continuamos acreditando que sim, mas não nos iludamos, pois ensinar e aprender a pensar

criticamente é difícil e requer tempo (BORGES, 2002, p. 16).

No laboratório aberto, os alunos foram apresentados a problemas inéditos e começaram a desenvolver competências nunca antes exploradas, como a coleta e organização de dados. Nesse sentido, destaca-se que a etapa Laboratório Aberto poderia ter sido acompanhada por outras atividades com o objetivo de formalizar os procedimentos científicos esperados dos alunos.

5 Considerações finais

Na atividade de laboratório aberto analisada, foi observado que o desenvolvimento de certas atitudes e procedimentos se destacou em relação a outros. Embora conteúdos atitudinais e procedimentais não sejam comuns em aulas de física, este estudo demonstra que é possível promover o desenvolvimento desses conteúdos por meio de atividades planejadas.

No que diz respeito às atitudes, três categorias se destacaram na atividade. Os alunos adotaram uma abordagem investigativa (A1) e buscaram o diálogo entre si, respeitando as diferenças (A3). É evidente que os alunos já possuíam atitudes prévias, as quais foram transformadas por meio de processos colaborativos e atividades coletivas. A atividade investigativa auxiliou os alunos a adotarem uma postura investigativa e a buscar o diálogo ao elaborar os roteiros.

Quanto à dimensão procedimental, três categorias se destacaram na atividade: elaboração de hipóteses (P3), realização de exposições orais (P9) e elaboração de relatórios (P10). É importante destacar o papel da professora na criação de um ambiente de diálogo e no estímulo à argumentação dos alunos. A aquisição de procedimentos segue uma sequência em forma de rotinas que deve ser implementada pela professora. Portanto, elaborar hipóteses, realizar exposições orais e elaborar relatórios são características típicas da cultura científica que podem ser promovidas em atividades investigativas.

Com isso, pode-se inferir de cada episódio que o professor desempenha um papel central ao proporcionar ao aluno a participação ativa no desenvolvimento da atividade. Isso permite que o aluno comece a construir o conhecimento por meio da interação, envolvendo o pensamento, os sentimentos e as ações, o que resulta na aprendizagem de conteúdos procedimentais e atitudinais. Dessa forma, a atividade começa a ser moldada já no momento do planejamento, onde as atividades são cuidadosamente elaboradas para promover o desenvolvimento dos conceitos científicos.

Existe a possibilidade de expandir essa proposta para outras atividades investigativas, bem como para outros conteúdos (SILVA JÚNIOR & COELHO, 2020). A utilização do ensino por investigação oferece diversas oportunidades didáticas para o ensino de Física, as quais podem ser aplicadas em diferentes contextos escolares. Ao participar de atividades semelhantes a essa, os estudantes têm a oportunidade de adquirir conhecimentos característicos da cultura escolar, o que contribui para o desenvolvimento dos conceitos científicos e sua conexão com os conceitos do cotidiano.

Referências

Azevedo, M. C. P. S. (2004). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In A. M. P. de Carvalho (Org.), *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática* (pp. 19-33). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Barcellos, L. S., & Coelho, G. R. (2019). Uma análise das interações discursivas em uma aula

investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao Sol. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(1), 179-199. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1235>

Borges, A. T. (2002). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>

Coelho, G. R., & Ambrózio, R. M. (2019). O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(2), 490-513. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p490>

Carvalho, A. M. P. de. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In A. M. P. de Carvalho (Org.), *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula* (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning.

Carvalho, A. M. P. de. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 765-794. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>

Clement, L., & Terrazzan, E. A. (2011). Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 6, 87-101.

Crepalde, R. S., & Aguiar Jr., O. G. (2013). A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida. *Investigações em Ensino de Ciências*, 18(2), 299-325. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/132>

Damiani, M., Rochefort, R. S., Castro, R. F., Dariz, M. R., & Pinheiro, S. N. S. (2013). Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. *Cadernos de Educação*, 45, 57-67. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/3822>

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. F., & Scott, P. (1999). Construindo o conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31-40.

Grabauska, C. J., & de Bastos, F. da P. (2001). Investigação-ação educacional: possibilidade crítica e emancipatórias na prática educativa. In R. A. Mion (Ed.), *Investigação-ação: mudando o trabalho de formar professores* (pp. 9-20). Ponta Grossa: Gráfica Planeta.

Máximo, M. P., & Abib, M. L. V. S. (2012). Ensino por investigação e aprendizagem de conceitos físicos e de habilidades ao longo do tempo. In *Anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XIV*, Maresias, São Paulo. Acesso em 09 de Set, 2023, <http://www1.fisica.org.br/~epef/xiv/>

Mortimer, E. F., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3), 283-306. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/562>

Munford, D., & Lima, M. E. C. de C. (2007). Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 9(1), 89-111. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://www.scielo.br/j/eppec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/?lang=pt>

Nascimento, L. de A., & Sasseron, L. H. (2019). A Constituição de Normas e Práticas Culturais nas Aulas de Ciências: Proposição e Aplicação de uma Ferramenta de Análise. *Ensaio: Pesquisa em*

Educação em Ciências, 21. Acesso em 09 de Set, 2023,

<https://www.scielo.br/j/epec/a/fLbzyCjDZmTrw8js4DLHfDx/>

Pereira, A., Ostermann, F., & Cavalcanti, C. (2009). O ensino de Física Quântica na perspectiva sociocultural: uma análise de um debate entre os futuros professores mediado por um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 8(2), 376-398. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/94790>

Pozo, J. I., & Gómez-Crespo, M. A. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5ª ed.). Porto Alegre: Artmed.

Penha, S. P. da, Carvalho, A. M. P. de, & Vianna, D. M. (2009). A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. In *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, VII, Florianópolis.

Rodrigues, B. A., & Borges, A. T. (2008). O ensino de ciências por investigação: uma reconstrução histórica. In *Anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 11, Curitiba.

Sá, E. F. de, Paula, H. F., Lima, M. E. C. C., & Aguiar, O. G. de. (2007). As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, 6, Florianópolis. Acesso em 09 de Set, 2023, https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/orais0.html

Sá, E. F., Lima, M. E. C. de C., & Aguiar Junior, O. G. (2011). A construção de sentidos para o termo Ensino por Investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 79-102. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/247>

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(especial), 49-67. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMq/abstract/?lang=pt>

Sasseron, L. H. (2018). Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(3), 1061-1085. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>

Sasseron, L. H., & Duschl, R. A. (2016). Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2). Acesso em 09 de Set, 2023, <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/19>

Sasseron, L. H., & Machado, V. F. (2017). *Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar Física*. São Paulo: Editora Livraria de Física.

Sasseron, L. H. (2019). Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. *Ciência e Educação*, 25(3), 563-567. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/d5mWbk4cxM9hWfdQhntSLFK/>

Scarpa, D. L., Sasseron, L. H., & Silva, M. B. e. (2017). O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. *Tópicos Educacionais*, 23, 7-27. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://repositorio.usp.br/item/003096667>

Silva Júnior, J. M. da, & Coelho, G. R. (2020). O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(1), 51-78. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n1p51>

Souza Jr., D. R. (2014). *O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem dos estudantes* (Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Estado do Espírito Santo). Acesso em 09 de Set, 2023, <https://repositorio.ufes.br/handle/10/7525>

Stroupe, D. (2014). Examining classroom science practice communities: How teachers and students negotiate epistemic agency and learn Science as practice. *Science Education*, 98(3), 487-516.

Thiollent, M. (2009). *Metodologia da Pesquisa-ação* (17ª ed.). São Paulo: Cortez.

Zômpero, A. F., & Láburu, C. E. (2011). Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(03), 67-80. Acesso em 09 de Set, 2023, <https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/abstract/?lang=pt>