



Uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo com base na perspectiva freiriana e no enfoque CTS

A didactic sequence for teaching electromagnetism based on the Freirean perspective and the STS approach

JULIA MEDEIROS¹, ANDRÉ ARY LEONEL², ALFREDO MÜLLEN DA PAZ³

¹Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física, Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Florianópolis, SC, CEP 88040-900.

²Programa de Pós-graduação em Educação Ciência e Tecnológica, Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Florianópolis, SC, CEP 88040-900.

³Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, Florianópolis, SC, CEP 88040-900.

Resumo

O ramo de estudo do eletromagnetismo é capaz de explicar e utilizar as propriedades do fenômeno em uma ampla variedade de aplicações no nosso cotidiano. Considerando tais aspectos, o presente trabalho consiste em um relato de experiência referente à implementação de uma sequência didática baseada na perspectiva freiriana, especificamente, na metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), conjuntamente ao enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), para o estudo do campo magnético, em uma turma de 3ª série do Ensino Médio (EM) de uma Escola Pública Federal de Educação Básica. Para a avaliação da sequência didática, realizou-se a análise dos conhecimentos mobilizados pelos educandos na elaboração de todas as atividades desenvolvidas. Os resultados que puderam ser inferidos quanto à aprendizagem do conceito de campo magnético foram satisfatórios, logo, entende-se que a estratégia pedagógica empregada pode colaborar com as discussões sobre o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ciência-Tecnologia-Sociedade. Campo magnético. Ensino Médio.

Abstract

The branch of study of magnetism can explain and use the properties of the phenomenon in a wide variety of applications in our daily lives. Considering these aspects, the present work consists of an experience report regarding the implementation of a didactic sequence based on the Freirean perspective, specifically, on the methodology of the Three Pedagogical Moments (3PM), with the focus on Science, Technology and Society (STS), for the study of the magnetic field, in a 3rd year High School class at a Federal Public School of Basic Education. To evaluate the didactic sequence, an analysis of the knowledge expressed by students in the preparation of all activities developed was carried out. The results that could be inferred regarding learning the concept of magnetic field were satisfactory, therefore, it is understood that the pedagogical strategy used can collaborate in discussions about the teaching and learning of Physics content.

Keywords: *Physics teaching. Science-Technology-Society. Magnetic field. High School.*

I. INTRODUÇÃO

Durante décadas, as pesquisas em Ensino de Física vêm desenvolvendo estratégias e métodos de ensino alternativos com possibilidade de serem realizados em sala de aula (Lima; Ferreira, 2020; Macêdo; Dickman; Andrade, 2012; Santos et al., 2022). Ao fornecerem ferramentas para a redução do mau desempenho na disciplina, em todas as fases do Ensino Regular (Melo, 2016), tais trabalhos questionam ou até mesmo se contrapõem às práticas pedagógicas tradicionais, que se distanciam da realidade do educando ¹ e o limitam à repetição de exercícios e avaliações (Moreira, 2018).

Em vista disso, é indicado que haja uma modificação curricular para que passem a incluir metodologias de ensino diversificadas e a abordagem de situações relevantes e contextuais às experiências dos educandos. Assim, suas visões de mundo não se limitam ao conteúdo escolar e aos conceitos científicos, mas poderão ser ampliadas à compreensão dos fenômenos que os cercam. São essas algumas das alternativas para o caminho a ser traçado na busca pela melhoria da atual realidade educacional brasileira.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 2000), as ações pedagógicas do Ensino Médio (EM) devem combinar entendimentos práticos, contextualizados e o desenvolvimento de saberes mais amplos, que respondam às carências da vida contemporânea e à formação de uma cultura geral e de uma visão de mundo. Essas ideias constam também nas Orientações Educacionais Complementares aos PCN do Ensino Médio para Física (Brasil, 2006a), salientando que o ensino da disciplina precisa ser tratado de forma contextualizada e articulada às outras áreas de conhecimento, com o conteúdo debatido a partir de situações concretas que tenham significado aos educandos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece três competências específicas à área das Ciências da Natureza (integrada por Biologia, Física e Química) e evidencia que

¹Neste trabalho serão utilizados os termos educador e educando, assim como no referencial de Freire (1970, 2003), para manter a uniformidade e coerência à escrita textual.

sejam atendidos os seguintes aspectos: analisar fenômenos naturais, construir e utilizar interpretações sobre seu comportamento para elaborar argumentos, realizar previsões e analisar situações-problema, avaliando aplicações do conhecimento científico e suas implicações, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza (Brasil, 2018). Apesar das críticas que vem recebendo desde a sua promulgação, o documento ainda salienta que a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. (Brasil, 2018, p. 549). Para isso, tem-se a proposição de que sejam discutidas as atribuições do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural.

No mesmo sentido, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OC-NEM) sugerem a abordagem de ensino pautada por discussões entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)² como uma possibilidade para o desenvolvimento da atitude crítica e das ações de deliberação pelos educandos (Brasil, 2006b).

Dentre as áreas de estudo da Física, o eletromagnetismo se destaca pela gama de equipamentos, dispositivos e aplicações das suas propriedades em nosso cotidiano, desde a utilização da bússola na época das navegações até os dias de hoje, nos equipamentos de ressonância magnética, discos rígidos de computadores, micro-ondas, celulares, cartões magnéticos e, inclusive, as redes de linhas de transmissão de energia elétrica. Conhecer suas características e consequências é importante para que o educando exercite sua opinião crítica sobre as atuais pesquisas científicas que utilizam o eletromagnetismo no desenvolvimento de tecnologias, por exemplo.

No Ensino de Física, como alternativa para a superação da concepção baseada unicamente na formalização e memorização de fórmulas e conceitos, além da articulação dos conteúdos com elementos da realidade, o uso de atividades práticas experimentais reais e virtuais (como simulações educacionais, vídeos de experimentos, experimentos com óculos de realidade virtual, experimentos baseados em vídeos interativos, gamificação, etc.) são opções metodológicas auxiliaadoras na ilustração dos assuntos abordados e oportunizam a interação, autonomia e estímulo à aprendizagem de forma ativa pelo educando (Araújo et al., 2021; Ferreira, 2016; Macêdo; Dickman; Andrade, 2012).

Destarte, as aulas de Física devem ser elaboradas tendo em mente a promoção do resgate ao espírito questionador do educando, assim como o seu desejo de conhecer o mundo do qual faz parte. Como modelo para a organização do trabalho pedagógico, tem-se como opção as sequências didáticas, que, de acordo com Zabala (1998, p.18), são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim, conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. A sequência didática, que considera os educandos detentores de conhecimentos prévios e o ensino de novos conteúdos sempre relacionado com a realidade cotidiana, é condizente com os pressupostos traçados nos documentos oficiais que definem a prática

²Mesmo sabendo das manifestações e da literatura que acrescentam o A ao movimento CTS, em que o A representa o ambiente, optamos pela escolha da nomenclatura CTS, sem o elemento diferenciador, pois, na nossa compreensão, o movimento CTS abrange as questões ambientais decorrentes das ações humanas em seu ambiente e, dessa maneira, contempla todas as questões abordadas ao longo deste trabalho. Mais informações sobre a temática CTS e CTSA, suas semelhanças e diferenças, podem ser encontradas no trabalho de Siqueira et al. (2021).

educativa no país e pode favorecer a maior participação dos educandos na sala de aula.

Os aspectos supracitados sugerem a escolha da abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), já que nela há a preocupação em estabelecer o diálogo com o educando no desenvolvimento dos conteúdos, considerando seus conhecimentos prévios, problematizando as situações e contextualizando-as de forma dialógica. A sequência didática que faz uso dos 3MP deve ser estruturada em três etapas complementares e inter-relacionadas, a problematização inicial, seguida da organização dos conhecimentos e, finalmente, a etapa de aplicação dos conhecimentos, em consonância com suas definições estipuladas pela metodologia (Delizoicov; Angotti, 1992; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007).

Em vista disso, aliando o enfoque CTS à estratégia dos 3MP na elaboração de uma sequência didática, os autores Souza e Valadares (2022) avaliam as mudanças de concepções apresentadas por educandos de uma turma de 3ª série do EM da cidade de Contagem (MG), quando confrontados com os impactos causados pela mineração. A partir da situação problematizadora da exploração do meio ambiente para o fim de obtenção de minérios, foram apresentados os crimes socioambientais ocorridos nas cidades de Mariana (MG), em 2015, e Brumadinho (MG), em 2019, que envolveram rompimento de barragens de mineração e repercutiram discussões acerca do tema em escala nacional e internacional.

Os resultados desse trabalho indicaram que aliar a abordagem CTS à estratégia didático-metodológica dos 3MP para a elaboração de sequências didáticas, buscando uma educação para a cidadania, é proveitoso aos resultados de ensino e aprendizagem, tornando o currículo mais flexível e aumentando a participação e autonomia dos educandos. Em especial, no Ensino de Física, esse modo de organização do planejamento educacional pode trazer discussões de assuntos de extrema relevância para a esfera social e, por consequência, enriquecedoras para a formação do educando.

Portanto, o presente trabalho consiste em um relato de experiência referente ao desenvolvimento de uma proposta de ensino de conteúdos relacionados ao eletromagnetismo, no formato de uma sequência didática estruturada com base nos 3MP em conjunto com o enfoque CTS. A referida experiência foi realizada no contexto da disciplina de estágio supervisionado em ensino de Física de um curso de licenciatura em Física de uma Universidade Federal do sul do Brasil, almejando a formação de professores pesquisadores, professores que assumam a autoria de suas práticas, em um formato já apresentado por Leonel (2021). Ademais, a sequência didática foi planejada pela estagiária (autora principal deste trabalho), com orientação do professor da disciplina de estágio e do professor supervisor da escola onde o estágio foi realizado, ambos acompanham a autoria do trabalho em questão.

A situação-problema tratada, conforme a perspectiva freiriana, foi embasada na chamada para uma reportagem sobre os riscos causados pelo campo eletromagnético gerado pelas linhas de transmissão de energia elétrica às populações que moram em locais próximos. A razão da escolha dessa situação está em se tratar de um tema transversal, que contextualiza o cotidiano aos conteúdos aprendidos durante o processo educativo. As discussões promovidas despertaram o interesse e promoveram a reflexão e o engajamento dos educandos, permitindo que o educador elucidasse as concepções espontâneas identificadas, além de suscitar a compreensão de outros conceitos, motivando o estudo dos conteúdos subsequentes no currículo da disciplina.

Com caráter predominantemente qualitativo, este trabalho é embasado nos resultados obtidos com a sua implementação em uma turma de 3ª série do EM de uma Escola Pública Federal de Educação Básica no estado de Santa Catarina. A verificação da eficácia da estratégia didático-metodológica utilizada tem como suporte a análise e discussão dos materiais desenvolvidos pelos educandos em todos os momentos da sequência didática, assim como, a participação nas aulas e as respostas colhidas em um questionário de reação. Por fim, são examinadas suas possíveis implicações para o ensino.

II. O ENFOQUE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NO ENSINO

O enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) tem como característica a promoção da alfabetização em ciência e tecnologia de maneira interligada ao contexto social (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007) e, quanto aos seus objetivos, Auler (2007, p. 1) elenca:

Promover o interesse dos estudantes em relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discutir as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência-tecnologia (CT), adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico, formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados capazes de tomar decisões informadas e desenvolver o pensamento crítico e a independência intelectual.

O currículo com enfoque CTS, de acordo com Santos e Mortimer (2002), pode ser caracterizado como aquele que trata das interações entre explicação científica, planejamento pedagógico e da solução e processo decisório relativamente a temas com importância social. Dentre as orientações para se pensar numa abordagem CTS em sala de aula, tem-se a proposição de problemas atuais que possam potencialmente interessar os educandos na procura pelos conhecimentos necessários para compreendê-los, incorporando aquilo que já sabem nesse processo (Santos, 2007; Souza; Valadares, 2022).

Os currículos com ênfase nas discussões pautadas com o enfoque CTS devem promover a capacitação dos educandos no que tange à construção de argumentos com dimensão teórico-conceitual, sociocultural, jurídica e política, bem como, o desenvolvimento de princípios morais e éticos (Souza; Valadares, 2022). Logo, o movimento CTS traz à tona o debate sobre o exercício de uma cidadania plena com a prática na própria educação escolar, contribuindo com o surgimento de reflexões sobre direitos humanos, meio ambiente, educação para o desenvolvimento sustentável, entre outros, em conjunto com os conteúdos escolares (Carvalho, 2013). Desse modo, julga-se que a apresentação da situação-problema sobre os riscos à saúde humana do campo eletromagnético gerado pelas linhas de transmissão está diretamente ligada ao ensino com o enfoque CTS, pois permite estabelecer as conexões entre os conhecimentos científicos, o avanço tecnológico e o impacto causado na sociedade.

Pelo fato de, no movimento CTS, haver uma preocupação em se fomentar o desenvolvimento dos juízos de valores dos educandos frente a uma concepção humanista e cidadã para

educação, comprometida em dar destaque às questões pertinentes com problemas sociais de complexidades diversas (Souza; Valadares, 2022), vê-se oportuno realizar a articulação entre o enfoque CTS e a perspectiva freiriana para balizar a construção da sequência didática em questão.

III. O ENSINO CTS E A PERSPECTIVA FREIRIANA

Desde a década de 1970, diversas pesquisas na área do Ensino de Ciências têm sido realizadas com a intenção de aliar o enfoque CTS à perspectiva de Paulo Freire - ou freiriana. Para Auler (2002), aspectos como a busca pela democratização dos conhecimentos e uma maior participação crítica nos processos deliberativos quanto aos temas sociais, são elementos comuns entre ambos. Logo, não esgotam as possibilidades de articulação entre essas frentes pedagógicas e que tampouco se encontram estanques já que certamente elas dialogam entre si (Nascimento; Von Linsingen, 2006, p. 97). Sabe-se, ainda, que tanto a proposta de Paulo Freire como o enfoque CTS mencionam o exercício do uso de temas contextualizados aos cotidianos dos educandos no ensino e na superação do currículo tradicional (Dias; Leonel, 2018).

A perspectiva pedagógica freiriana é fundamentalmente humanista, isto é, determina que a educação é um processo humanizador que se apoia na produção e transmissão de princípios direcionados à libertação de homens e mulheres. Nesse sentido, a prática pedagógica se dá através da dialogicidade, com a promoção de discussões nas quais o educando possa exercitar a argumentação, valorizando seus conhecimentos (Souza; Valadares, 2022). O processo exige que se crie um ambiente em que o educando se sinta confortável para expor suas ideias e perguntas, pois, nesta pedagogia, a aprendizagem se dá conjuntamente, estabelecendo-se as relações de força para a ação no e sobre o mundo (Freire, 1970).

Para Freire (1970), a problematização envolve a análise crítica das situações experienciadas, lançando luz sobre aquilo que é por vezes obscuro e foi naturalizado na vida cotidiana. Tal procedimento é viável por meio da formulação de questionamentos sobre as condições reais e pela colaboração e intercâmbio de opiniões diferentes, provenientes de variadas esferas do saber. Em outras palavras, é essencial que os sujeitos se identifiquem e debatam a respeito dessa realidade coletiva, com o propósito de que possa ser transformada.

Assim sendo, a articulação Freire-CTS se orienta pela máxima do ser humano de ser mais, como sujeito da própria história, em contraponto à cultura do silêncio, comum à visão antidialógica e bancária da educação (Auler; Dalmolin; Fenalti, 2009; Freire, 1970).

IV. OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

A estratégia didático-metodológica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) foi desenvolvida por Delizoicov e Angotti (1990) e investigada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), durante o processo de formação de educadores na região de Guiné-Bissau, com origem nas ideias de Paulo Freire sobre Investigação Temática. No contexto da educação formal, ela permite que haja dialogicidade entre educador e educando, de modo que ambos compreendam os conhecimentos e práticas que envolvem o conteúdo. Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007, p. 197):

[...] o professor precisa ir conscientizando os alunos de que o conhecimento científico está vinculado em suas aulas e do qual é portador também de um contexto de produção distinto da cultura prevalecente ou primeira. Essa prática docente constitui, de fato, um desafio ao professor, uma vez que não se trata apenas de informar a existência de diferenças, mas também de ir fornecendo elementos contextuais que tornem possível ao aluno apropriar-se da visão do mundo em que a produção científica está inserida.

De acordo com Moreira (2017, p. 4), na educação dialógica,

[...] estudar requer apropriação da significação dos conteúdos, a busca de relações entre os conteúdos e entre eles e aspectos históricos, sociais e culturais do conhecimento. Requer também que o educando se assuma como sujeito do ato de estudar e adote uma postura crítica e sistemática.

O diálogo que se estabelece entre educador e educando considera os conhecimentos prévios do último frente a situação apresentada. A aproximação entre o conhecimento científico e a realidade cotidiana faz com que seja atribuído significado ao conhecimento apropriado pelo educando, considerando-o atuante no processo de construção ou reelaboração do conhecimento por meio das dúvidas colocadas e concepções prévias expostas. O educador, por sua vez, deve apresentar os conteúdos ou situação abordada, auxiliando na reelaboração desses conhecimentos e problematizando a partir dos significados e interpretações dos educandos. Para Freire (2003, p. 47), ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou a sua construção.

De acordo com Muenchen (2010, p. 156), a dinâmica dos 3MP vem proporcionando à educação um avanço no que se refere ao ensino tradicional. Seus criadores (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007), a partir da concepção dialógica-problematizadora de Freire (1970), apresentam um processo didático-pedagógico estruturado em três momentos, quais sejam: problematização inicial, organização dos conhecimentos e aplicação dos conhecimentos, cada um tendo características importantes que contribuem para o desenvolvimento e estruturação das propostas educativas e, portanto, serão apresentados nas seções a seguir.

IV.1. PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

No primeiro momento, são trazidas questões ou situações a serem discutidas com os educandos. Nessa etapa, o educador atua como problematizador dentro do universo temático da aula, que é caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos educandos frente ao tema.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da aprendizagem anterior na escola ou fora dela. [...] Por outro lado, a problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de

outros conhecimentos que ainda não detém (Delizoicov; Angotti, 1992, p. 29).

A problematização inicial tem como objetivo relacionar o objeto de estudo com a experiência de vida do educando, que provavelmente ainda não é capaz de interpretá-la completa ou corretamente, por não dispor do conhecimento científico necessário para isso. Nesse momento, as concepções prévias, contradições e limitações na fala são identificadas, e poderão ser reelaboradas ou superadas quando cotejadas com o conhecimento científico abordado (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007).

Cabe ao educador verificar o que os educandos sabem a respeito do tema e despertar o interesse deles em adquirir novos conhecimentos para que possam compreender e responder aos questionamentos e/ou situação inicial proposta pelo educador ou construída em uma Investigação Temática³. É desejável, ainda, que seja feita a promoção de dúvidas e questionamentos sobre o tema, ao invés de respostas e explicações prontas.

Para Muenchen (2010), o educador tem o papel de apresentar os conceitos e provocar curiosidade nos educandos a adquirirem outros novos, sabendo diferenciar claramente a proposição de perguntas da problematização. Isso porque, no ato de problematizar, destacam-se as características de: estabelecer um diálogo, propor um problema a ser resolvido, ter perspectiva de mudança, desvelar os conceitos e conteúdos, estimular a construção coletiva e relacionar o cotidiano dos educandos a problemas reais e abertos. Tudo isso de forma a permitir que eles exercitem o espírito científico a partir de um campo de possibilidades de se pensar uma mesma questão.

IV.2. ORGANIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS

No segundo momento, sob orientação do educador, os educandos precisam estudar sistematicamente os conhecimentos necessários para a compreensão do tema central e a questão ou situação-problema inicial correspondentes à problematização inicial. É na etapa de organização dos conhecimentos que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões e os educandos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização inicial (Albuquerque; Santos; Ferreira, 2015). E, para que isso ocorra, as discussões devem ser complementadas por materiais de apoio e outras atividades, na busca por incentivar e melhorar a sistematização dos conhecimentos.

Nessa perspectiva, Delizoicov e Angotti (1992) apontam a importância de serem feitas atividades diversificadas, sugerindo aos educadores que exponham as definições, propriedades, conceitos, relações e leis, de forma aprofundada, além de exercícios de fixação, textos, experiências e tecnologias midiáticas. Nesta perspectiva, o conteúdo é programado e preparado em termos instrucionais para que o educando o aprenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos

³Investigação temática é a pesquisa realizada em conjunto pelo educador e comunidade sobre a realidade que os cerca e a experiência de vida do aluno. Através dela, o professor de Ciências, ou equipe de professores, pode identificar os fenômenos de maior relevância na vida sociocultural e econômica da população envolvida" (Delizoicov, 1982, p. 8).

problematizados e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo a fim de melhor interpretar aqueles fenômenos e situações.

IV.3. APLICAÇÃO DOS CONHECIMENTOS

No último momento, os conhecimentos científicos ensinados são utilizados na proposição de respostas às questões ou situações da problematização inicial.

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial (Delizoicov; Angotti, 1992, p. 29).

Na aplicação dos conhecimentos, é esperado do educando um olhar crítico para analisar e interpretar as situações reais ou questões diretamente relacionadas ou não, mas que podem ser explicadas pelo mesmo conhecimento científico. É importante que nesse momento os educandos possam estabelecer conexões entre os temas abordados, não somente pelos conceitos, mas também através de fenômenos que se relacionam às informações apresentadas. Os educadores, por sua vez, devem manter a postura problematizadora, trazendo à tona os questionamentos que não foram levantados pelos educandos e formalizando aqueles conceitos que ainda não foram incorporados (Albuquerque; Santos; Ferreira, 2015).

V. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho consiste em um relato de experiência, apresentando a análise dos resultados obtidos com a implementação de uma sequência didática, possuindo, portanto, caráter qualitativo e enquadrando-se como uma pesquisa exploratória e não estatística, reiterando a subjetividade do objeto estudado (Lüdke; André, 2022). Neste sentido, na presente seção será feita a descrição da estrutura organizacional da sequência didática proposta para o ensino de conteúdos da Física, relacionados à área do eletromagnetismo, com base nos 3MP associados às discussões CTS. Já as discussões que puderam ser levantadas a partir da implementação irão compor a seção de resultados e discussões (seção 6).

O contexto da implementação foi uma turma de 3ª série do EM em uma Escola Pública Federal de Educação Básica do estado de Santa Catarina, composta por 22 educandos, na faixa etária entre 17 e 19 anos, e com quatro aulas de Física semanais no currículo, cada uma com 40 minutos de duração. A escola se localiza em uma região urbana e central da cidade de Florianópolis, possuindo um espaço físico adequado ao ensino, podendo ser considerada com uma boa infraestrutura, laboratórios específicos para as disciplinas além de instrumentos e equipamentos, como é o caso do Laboratório de Física, local este em que foram realizadas as aulas.

Seguindo as orientações da disciplina de estágio, que previa um período de observação de 8 aulas e um período de regência de 10 aulas, no ensino do conteúdo específico, foram estipuladas 10 aulas para a execução do planejamento em sala de aula, conforme o Quadro

1. Contudo, com as adaptações necessárias, devido à impossibilidade de tempo para dar continuidade às atividades, na experiência descrita neste trabalho, a sequência didática não pôde ter sua implementação totalmente finalizada. As etapas de problematização inicial e organização dos conhecimentos foram satisfatoriamente realizadas conforme esperava-se, porém o momento de aplicação dos conhecimentos teve de ser adaptado, conforme será explicado mais à frente. Apesar disso, acredita-se que o fato não desqualifica o potencial da sequência, nem os resultados obtidos no primeiro e no segundo momento pedagógico, justificando a necessidade de que sejam divulgados aos pares as análises e discussões propiciadas com a leitura dos materiais desenvolvidos pelos educandos, considerando o aporte no referencial teórico adequado.

Inicialmente, buscou-se apresentar o conteúdo a partir de uma situação real de conhecimento dos educandos, envolvendo a temática CTS, para compreender as concepções dos educandos frente a situação e fazer um levantamento de questões relacionadas. Em seguida, a partir da explicação dos conceitos e execução das atividades propostas, realizou-se a sistematização do conhecimento para, por fim, avaliar em conjunto com a turma a evolução do que concerne à compreensão dos assuntos discutidos ao longo das etapas de problematização inicial e organização dos conhecimentos; entretanto, esses novos conhecimentos não puderam ser utilizados na resolução de uma situação-problema final, como espera-se para o desfecho do terceiro momento pedagógico.

Desse modo, uma série de atividades, procedimentos, práticas pedagógicas e ferramentas de ensino foram estipuladas para serem exploradas nos momentos pedagógicos. A problematização inicial constituiu a etapa em que se objetivou, principalmente, despertar nos educandos a necessidade de ampliar seus vocabulários científicos, sendo então, uma oportunidade para se gerar o confronto cognitivo entre as concepções dos educandos, de maneira a favorecer a aprendizagem. Como estabelecem as Orientações Curriculares do Ensino Médio (Brasil, 2006, p. 51):

Os conhecimentos prévios dos alunos, e a exploração de suas contradições e limitações pelo professor, exigem que este elabore situações e problemas que o aluno não faria sozinho e que tenham o potencial de levar à aquisição de um conhecimento que o educando ainda não possui, mas que passará a ter significância dentro dos esquemas conceituais do aluno.

Na primeira aula, que compreendeu o momento pedagógico de problematização inicial, mostrou-se aos educandos uma situação-problema inicial relacionada às experiências de conhecimento comum aos educandos, as linhas de transmissão de energia elétrica. Para tanto, foi escolhida a chamada de uma reportagem⁴ trazendo o tema Campos magnéticos

⁴A matéria jornalística traz os resultados de uma pesquisa desenvolvida na faculdade de medicina da Universidade de São Paulo (USP) e mostra que a parcela da população da cidade de São Paulo, socioeconomicamente vulnerável, que reside nas proximidades das linhas de transmissão de energia elétrica, tem maiores riscos de desenvolver doenças. A leitura da matéria jornalística na íntegra pode ser feita com o acesso ao site: <https://www.diariodasaude.com.br/news.php?article=campos-magneticos-linhas-transmissao-ameacam-saude-populacao&id=4310&nl=nlds>. Reconhecendo-se o cenário atual de ampla veiculação de fake news pela mídia ou redes sociais, a confiabilidade das informações trazidas na reportagem foi confirmada com

de linhas de transmissão ameaçam a saúde da população. Intentando compreender o que os educandos já sabiam do assunto, e fazê-los pensar sobre, procedeu-se a aula com uma discussão orientada por questões problematizadoras mais abrangentes, que não necessitavam explicitamente do conhecimento dos conteúdos da Física, mas que oportunizaram aos educandos que relembassem conteúdos do eletromagnetismo, como: corrente elétrica, campo elétrico e campo magnético, pois estes seriam necessários para que elaborassem a fundamentação de seus argumentos no momento posterior.

Na etapa seguinte, de organização dos conhecimentos, foram incluídas as novas informações a respeito do estudo na área do eletromagnetismo, trabalhando-se os conceitos, definições e propriedades associadas ao campo magnético. Ao todo, 9 aulas lecionadas compreenderam este momento pedagógico e, em cada uma delas, os conteúdos foram apresentados através do uso de ferramentas de ensino diversificadas, com o potencial para o estímulo da autonomia e criticidade dos educandos durante as atividades. Na Aula 2, que dá início a esse momento, foi feita a sistematização da situação-problema mostrada na problematização inicial, através de uma atividade de resolução de questões específicas, sobre os conteúdos de Física, que podiam ser extraídas do tema. Além da produção textual argumentativa e guiada, foi desenvolvida uma breve recapitulação de conceitos estudados anteriormente, como força magnética sob uma carga em movimento, tratando-se de uma estratégia para a introdução de um experimento demonstrativo sobre a força magnética em um condutor. Portanto, nessa aula, os conteúdos trabalhados foram, força magnética sob uma carga em movimento e definição e cálculo da força magnética em um fio condutor. Por fim, os educandos foram orientados quanto à resolução de uma atividade extraclasse, consistindo na pesquisa e levantamento de dados na internet dos valores para o campo magnético provenientes de 10 diferentes origens.

Nas Aulas 3 e 4, partiu-se da demonstração prática do experimento de Oersted para a explicação sobre o campo magnético de um condutor retilíneo. Em seguida, utilizando um aparato com limalhas de ferro, os educandos puderam visualizar a disposição das linhas de campo magnético dessa configuração e determinar a forma das linhas de campo magnético de um fio condutor retilíneo, para que então, de maneira expositiva e dialogada, fosse explicada a equação para o cálculo da sua intensidade (Lei de Ampère) e as relações de grandezas associadas a isso. Ao final, discutiu-se brevemente a influência do meio na mensuração do valor do campo magnético.

Para as Aulas 5, 6 e 7, os educandos efetuaram a própria construção de um dispositivo elétrico, consistindo em um motor elétrico simples, composto basicamente por pilha, ímã e fio de cobre esmaltado. A partir dos resultados obtidos com o experimento, eles resolveram questões sobre o seu funcionamento e a relação disso com os novos conteúdos da Física aprendidos até então, ou seja, campo magnético de um fio condutor e força magnética em um fio condutor.

Nas Aulas 8 e 9, que encerram o momento pedagógico de organização dos conhecimentos, foram demonstrados experimentos sobre o campo magnético devido a uma espira circular e um solenoide e desenvolvidas a caracterização de suas propriedades, quais sejam: definição,

a identificação da fonte original utilizada como referência, o trabalho de mestrado de Habermann (2008), intitulado Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e Justiça Ambiental no município de São Paulo.

cálculo da intensidade, forma das linhas de campo e influência do meio no valor mensurado para o campo. Em seguida, de maneira expositiva e dialogada, foram apresentados, alguns exemplos de aplicações modernas e tecnológicas do campo magnético, como: aparelho de ressonância magnética, trem-bala, avião elétrico-magnético e sensor de efeito Hall.

Para a etapa de aplicação dos conhecimentos, tinha-se o planejamento de que fosse feita uma atividade de aprofundamento das questões pertencentes à problematização inicial. A resolução desta situação-problema final, derivada daquela indicada no primeiro momento pedagógico, consistia na elaboração pelos educandos de um plano de ação contendo políticas públicas que poderiam vir a contribuir com a diminuição dos impactos do campo eletromagnético sobre a população afetada. O plano de ação deveria ser construído e apresentado por grupos de educandos, trazendo os tópicos: definição do problema a ser resolvido; pelo menos uma alternativa para ele, embasada no conhecimento científico; o órgão governamental responsável pela execução da ação; o objetivo da atividade a ser executada e os possíveis impactos e impedimentos para a execução da ação.

Como será exposto na próxima seção, por consequência do impedimento de tempo para o desenvolvimento da etapa de aplicação dos conhecimentos planejada conforme o Quadro 1, ao final das aulas, ainda no momento de organização dos conhecimentos, a discussão levantada na problematização inicial foi retomada com a explicação conceitual do fenômeno, empregando o conteúdo doravante conhecido pelos educandos.

Tendo a intenção de avaliar a implementação da sequência didática e identificar a percepção dos educandos frente às aulas, foi criado um formulário online para que respondessem questões relacionadas à pertinência das discussões levantadas, às metodologias de ensino utilizadas e à compreensão do conteúdo ensinado. Do total de 11 questões, 8 eram objetivas, onde os educandos deveriam escolher a alternativa que melhor descrevia suas percepções, e 3 questões discursivas, para que pudessem se expressar particularmente, sendo elas: Você compreendeu o conceito de força magnética?; Você saberia identificar as formas para o campo magnético de um fio retilíneo, de uma espira circular e de um solenoide?; De que forma você determinaria a direção e o sentido do campo magnético de um fio retilíneo, de uma espira circular e de um solenoide?; Cite uma aplicação para o campo magnético.; O quanto você gostou das aulas?; O tema das aulas e as discussões levantadas despertaram a sua curiosidade?; Para você, o que foi mais interessante?, Durante as aulas, diversas metodologias de ensino foram utilizadas. Qual contribuiu mais para sua aprendizagem?; A contextualização de assuntos relacionados com o cotidiano e a sociedade durante as aulas lhe motiva?; Você considera importante a variação de métodos de ensino ocorridos durante o curso? e Você gostaria de ter mais aulas de Física como essas?.

Já para a avaliação da aprendizagem dos educandos, optou-se pelo tipo diagnóstico e formativa (Perrenoud, 1999) mediante a entrega das atividades realizadas durante as aulas. Por ser de diagnóstico, privilegia-se a avaliação do processo de ensino e aprendizagem conforme as aulas e não a atribuição de notas ou classificações. Analisando os resultados colhidos com a entrega das atividades realizadas no desenvolvimento da sequência didática, tem-se a intenção de avaliar as competências adquiridas pelos educandos, ou seja, a capacidade de compreender aspectos da realidade e associação entre fenômenos; o domínio dos conceitos físicos discutidos; o correto emprego da linguagem científica e capacidade de argumentação utilizando-a, e as dificuldades ou lacunas de aprendizagem superadas. Por

consequência, pôde-se identificar se os objetivos almejados para estratégia de ensino foram alcançados, como a aspiração de que os educandos se tornem sujeitos críticos e reflexivos de suas próprias experiências.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas seções a seguir, serão avaliados os resultados das atividades desenvolvidas nos momentos pedagógicos ao decorrer da proposta, discutindo com profundidade os aspectos positivos e negativos desta, assim como as oportunidades que poderiam ter sido aproveitadas.

VI.1. ANÁLISE DO 1 MOMENTO PEDAGÓGICO

A atividade realizada na problematização inicial foi uma discussão aberta com a turma sobre a situação-problema inicial amparada pelo material jornalístico. As principais perguntas levantadas à turma foram: "Vocês já ouviram falar sobre os riscos causados pelas redes de transmissão de energia elétrica às pessoas que vivem próximo a essas redes?", "Que riscos são estes?" e "Qual(is) é(são) as causas?". Nas respostas que surgiram às questões, todos os educandos afirmaram não conhecer os efeitos nocivos do campo magnético para a população que vive nas proximidades das linhas de transmissão de energia elétrica, ainda que estivessem cientes do perigo da alta tensão e da possibilidade de curtos-circuitos e descargas elétricas nestes locais. Também foram citados pelos educandos o impacto ambiental causado, como a morte dos pássaros que colidem com os fios energizados numa diferença de potencial significativa. Portanto, nota-se a presença dos conteúdos de Física nas argumentações, especificamente os conceitos associados à área da eletricidade. Outros apontamentos feitos pelos educandos a respeito dos possíveis riscos referem-se aos acidentes de aviões causados pela má sinalização dessas redes e aos acidentes decorrentes da indevida portabilidade de objetos cujos materiais sejam ferromagnéticos em locais onde são percebidos os efeitos do magnetismo, como nos exames de ressonância magnética.

Esses resultados possibilitam realizar a inferência de que há uma predileção da turma em relacionar o conhecimento científico com o cotidiano para atribuir-lhe mais significado, exercitando o seu reconhecimento nas diferentes situações cotidianas, acessíveis a qualquer cidadão. Este pensamento, de certo modo, foge da separação entre Física de quadro-negro e Física da vida, cientista e não cientista (Delizoicov; Angotti, 1992).

No andamento da discussão, chegou-se à ideia de que os riscos à saúde poderiam envolver principalmente as doenças decorrentes do câncer e não ao choque elétrico, pois estabeleceu-se que a origem das causas era relacionada a fenômenos físicos diferentes, o primeiro como efeito do campo magnético e o segundo, do campo elétrico.

Esses resultados mostram, de acordo a definição de Delizoicov (2013), que a característica principal desse momento é fazer com que o educando reconheça a necessidade de aprender novos conhecimentos e, a partir da percepção da fragilidade dos seus argumentos, verificar a importância da ciência para a compreensão da situação-problema.

VI.2. ANÁLISE DO 2 MOMENTO PEDAGÓGICO

No momento da organização dos conhecimentos, a turma foi dividida em 6 grupos de educandos, que se mantiveram juntos nas demais atividades. Ainda no tema da situação-problema inicial, cada grupo fez a leitura de um trecho da reportagem que embasou a discussão na etapa anterior e a utilizou como fonte auxiliar para a resolução de 5 questões aludindo ao tema. Todos os grupos desenvolveram uma argumentação própria para respondê-las e, quanto ao conteúdo das respostas, pode-se afirmar que foram redigidas de acordo com o conhecimento científico e condizem com uma possível explicação às questões.

Algumas dessas respostas foram selecionadas para serem compartilhadas e examinadas, por conta de oferecerem, em seus conteúdos, subsídios para um diagnóstico reflexivo fundamentado nos referenciais acurados.

Para a questão Qual é a relação entre eletricidade e magnetismo?, os grupos conseguiram acertadamente reconhecer os elementos que interligam a eletricidade e o magnetismo, comentando em maior parte que cargas elétricas em movimento ou um fio condutor eletrizado produzem um campo magnético, nas palavras dos educandos, Essa relação é fundamental na produção de eletricidade e se chama eletromagnetismo. (grupo 1) e Essa conexão é essencial para tecnologia como motores elétricos e geração de energia. (grupo 2).

Na questão, Qual experimento é considerado como o primeiro que estabeleceu essa relação? Como ele foi realizado?, em todas as respostas o experimento de Oersted foi mencionado como o precursor para a área do eletromagnetismo, acrescentando que [...] funcionava da seguinte forma: ele colocou um fio condutor conectado a uma bateria paralelo a agulha de uma bússola, quando a bateria foi ligada a agulha da bússola mudou de direção. (grupo 3) e Essa experiência modificou a direção da agulha da bússola, que utiliza do campo magnético terrestre, ao colocar um corrente próxima criando um novo campo. Desse modo, a bússola não apontaria para o norte geográfico. (grupo 1).

Para a questão, Como o grupo explica o que é uma corrente elétrica?, todos os grupos responderam, ainda que optando por palavras diferentes com o mesmo significado, que se trata do fluxo ordenado de cargas elétricas em um condutor, mencionando em alguns casos a existência de uma diferença de potencial para que o fenômeno ocorra. Quando questionados sobre O que acontece com a carga elétrica que está sobre a ação de um campo magnético?, os grupos mencionaram que a carga elétrica passará a estar sujeita a uma força ou que sofrerá uma alteração da trajetória, resultando em um movimento circular. Os grupos 1 e 2 frisaram, ainda, que esse descolamento é perpendicular à direção do campo magnético.

Para a questão Por que as linhas de transmissão poderiam afetar a saúde da população que mora em suas proximidades?, destacaram-se Devido à proximidade dessas moradias com as linhas de transmissão, essas populações acabam sendo condutoras da corrente elétrica. Estudos apontam, que como consequência essas pessoas têm a chance de ter duas vezes mais doenças, como câncer e depressão. (grupo 1), Por conta das linhas de transmissão é gerado um campo eletromagnético, que sua exposição prolongada pode causar câncer e distúrbios neurológicos. (grupo 2) e Leucemia, câncer no cérebro, neoplasia do sistema nervoso central e mudanças na circulação sanguínea. Assim como o campo magnético tem influência na eletricidade, ele terá influência no nosso corpo, pois possuímos eletricidade.

(grupo 4). De modo geral, os grupos identificaram que esse risco à população existe em razão do campo magnético gerado pelos fios condutores de corrente elétrica. Foram mencionados pelos educandos alguns dos tipos de doenças, baseando-se no texto informativo da reportagem jornalística, que poderiam afetar a saúde da população em situação vulnerável de exposição ao campo. Ademais, percebe-se que os educandos conseguem formular uma explicação de causalidade pautada nos conteúdos da Física, ao mencionarem que o corpo humano possui constituintes que sofrem a ação da interação com o campo magnético.

Outra atividade desenvolvida nesta etapa foi uma pesquisa extraclasse de coleta de informações na internet, na qual os grupos de educandos precisavam determinar o valor estimado do campo magnético de uma lista com 10 equipamentos, tecnologias ou fenômenos da natureza que utilizam as propriedades do magnetismo para o funcionamento ou o produzem por consequência, a saber: terrestre, ressonância magnética, super ímã, ímã de geladeira, transformador de eletrodoméstico, acelerador magnético, trem MagLev, cartão magnético, torre de queda livre e fechadura magnética. A partir dessa lista, os valores encontrados e classificados em ordem decrescente, foram comparados e receberam uma breve explicação sobre a origem e funcionamento.

Ao longo da discussão, algumas questões pertinentes foram levantadas pelos educandos, como: "É possível produzir um campo magnético como o da Terra?", "Por que a intensidade do campo magnético do super ímã é maior que aquele usado na torre de queda livre?" e "Por que o cartão do passe rápido perde o saldo quando aproximado de um ímã forte?". Todas essas questões foram respondidas de maneira dialógica com os educandos, para que pudessem também expressar seu entendimento e suposições a respeito da Física que permite compreendê-los. Nota-se ainda que, de forma autônoma, os educandos buscam encontrar situações contextualizadas com base nas experiências em que o conteúdo aprendido se faz presente. Destarte, é provável que estratégias desse tipo, em que há o resgate ao cotidiano, os auxiliem na tarefa de aprender novos conceitos.

De modo a aplicar na prática os conteúdos aprendidos ao longo das aulas, cada um dos grupos de educandos recebeu materiais, acessíveis e de baixo custo, que os permitisse construir um motor elétrico de corrente contínua a partir das orientações contidas em um roteiro de instrução experimental. O princípio de funcionamento do circuito elétrico do qual é feito o motor consiste, basicamente, em um fio condutor, enrolado no formato de uma bobina, podendo girar em torno de um eixo enquanto percorre uma corrente elétrica, estando ele sob a influência de um campo magnético externo. Devido ao efeito da interação entre o campo magnético com corrente elétrica, nesta configuração, o fio condutor sofre a ação de uma força magnética que o faz girar, transformando energia elétrica em energia cinética.

A construção do motor elétrico e a compreensão da Física por trás do experimento oportunizaram a discussão de alguns dos conceitos do eletromagnetismo, dos componentes do motor e das variáveis reconhecidas que determinam seu funcionamento, como: a diferença de potencial da pilha, a espessura do fio, a intensidade do ímã, as conexões elétricas, dentre outras. A maioria dos grupos conseguiu que o motor funcionasse como se esperava, visualizando o efeito do uso da força magnética que age sobre um fio de corrente, imerso em uma região com campo magnético, para a realização de trabalho, transformando energia elétrica em energia mecânica. A Figura 1 mostra um exemplar dos motores elétricos

produzidos pelos educandos.



Figura 1: Motor elétrico produzido pelos educandos. Fonte: Os Autores (2024).

O uso das atividades experimentais é um meio para encorajar os educandos. Os autores Santos e Dickman (2019) apontam a utilização de experimentos reais e virtuais como metodologias proveitosas para o ensino e aprendizagem, tanto para a assimilação do conteúdo quanto para provocar o interesse e motivação dos educandos, e ainda, que apresentam uma vantagem significativa quando comparadas às aulas teóricas expositivas.

O envolvimento dos educandos durante a prática foi evidente. Aqueles que tinham dificuldade em interpretar as instruções do roteiro receberam auxílio tanto do educador quanto dos colegas de turma, para que autonomamente o grupo conseguisse prosseguir na atividade. Em diversos momentos, os educandos buscaram sanar suas dúvidas com o educador a respeito dos conteúdos e fenômenos observados, discutindo entre si, expondo seus pontos de vista e hipóteses sobre o experimento. Diante disso, a proposição da atividade de construção do motor elétrico permitiu aos educandos compreenderem e interpretar o conteúdo conceitual de Física usando uma metodologia de aprendizagem alternativa e complementar à aula expositiva tradicional, mas que também promove a incorporação dos conceitos científicos.

Para concluir a atividade, os grupos responderam a uma série de questões a respeito da atividade experimental realizada. Tais questões foram elaboradas pensando em exercitar nos educandos a capacidade de reunir, na forma de uma produção textual, o conhecimento científico aprendido com a descrição do que observavam. Para a primeira questão - O que acontece quando o ímã é retirado? -, todos os grupos alegaram corretamente em suas respostas que o motor elétrico iria deixar de funcionar.

Na segunda questão - Há uma posição adequada para o ímã? -, todos os grupos apontaram afirmativamente que existe uma posição correta em que o ímã deve ser colocado, a grande maioria utilizou o termo para cima como indicativo para quando o ímã está apontando para a bobina e, ainda, dois grupos acrescentaram à resposta o apontamento

de que as linhas de campo magnético nesta configuração também estarão para cima, perpendicularmente ao fio condutor da bobina.

Na quinta questão - O que ocorre quando o fio é ligado à pilha? -, alguns grupos de educandos escreveram que o fio passa a esquentar quando feita a conexão, outros que ele passa a conduzir corrente elétrica. Neste caso, as duas constatações podem ser consideradas como certas; idealmente, uma resposta mais completa poderia trazer que há uma perda de energia em sua forma térmica, devido ao efeito Joule, na passagem de corrente elétrica pelo fio condutor. Quando questionados Por que a bobina gira, quando o circuito elétrico é fechado?, dois grupos se aproximaram mais de uma resposta certa, em suas palavras: Gira pela atuação da corrente elétrica, pela força gerada pelo campo magnético e pelo impulso inicial. (grupo 4) e A bobina gira quando o circuito elétrico é fechado por causa da força magnética. (grupo 5), os outros grupos mencionaram, em suma, que o fenômeno acontece por causa do ímã e do seu campo magnético, mas não destacaram a ação da força magnética sobre o fio condutor e, apenas um grupo não respondeu à pergunta.

Para a terceira questão - Podem-se inverter os pólos do ímã? O que acontece? -, 3 do total de 6 grupos percebeu corretamente que, ao realizar a inversão dos pólos do ímã, muda-se o sentido de rotação da bobina. Um dos grupos escreveu que a bobina continuaria se movimentando conforme a orientação das linhas de campo do ímã e outros dois grupos argumentaram que não seria possível, pois a bobina deixaria de estar imersa no campo magnético. Neste ponto, pode-se inferir uma confusão de interpretação da questão ou uma dificuldade em abstrair a disposição das linhas de campo magnético do ímã disponibilizado, que tinha uma proteção metálica em um dos lados e, portanto, apenas o lado oposto teria efeito magnético. Já na sexta e última questão - Podem-se inverter as ligações nos polos da pilha? O que acontece? -, 5 dos 6 grupos afirmaram que o motor elétrico continuaria funcionando do mesmo modo, e apenas 1 grupo disse que Ao alterarmos o sentido da corrente, a bobina gira para o outro lado também. (grupo 5).

A atividade prática de construção do motor elétrico precisou de mais aulas do que havia sido planejado para ser concluída, culminando na adaptação do planejamento de execução da sequência didática. Como não se tinha disponibilidade de mais aulas para realizar o que foi estipulado para a etapa de aplicação dos conhecimentos, ou seja, a preparação e apresentação dos planos de ação pelos grupos de educandos, optou-se por reelaborar a atividade, para que houvesse, mesmo que de forma breve, uma retomada da discussão sobre a situação-problema inicial. Ainda dentro da etapa de organização dos conhecimentos, de maneira expositiva e dialogada, explicou-se aos educandos o motivo dos fios de alta tensão precisarem estar em alturas elevadas e como esta medida é insuficiente para a segurança das pessoas que vivem em suas proximidades. E, também, sobre o efeito nocivo desse campo eletromagnético mesmo sendo menos intenso que o terrestre, que, por sua vez, não exerce nenhuma influência prejudicial ao corpo humano, suscitando a necessidade de se conhecer o conceito de indução eletromagnética. Logo, a partir dos conhecimentos científicos estudados nas aulas, a situação-problema inicial pôde ser reinterpretada e entendida mais profundamente.

Vale ressaltar que, nessa retomada da situação-problema inicial, feita ao final da implementação da sequência didática, foi realizada uma explicação mais técnica sobre o porquê desse perigo para a saúde humana. Foram trazidos à discussão estudos que apontam, na ex-

posição prolongada a campos eletromagnéticos de baixa frequência, a indução de correntes elétricas fracas no corpo humano, que estão mais consistentemente associadas a certos tipos de doenças, algumas destas, inclusive, citadas pelos educandos nas respostas. Mostrou-se, também, que ainda existe controvérsia sobre o assunto, já que são diversos os obstáculos na avaliação dos riscos, devido à própria raridade das doenças possivelmente causadas e pela dificuldade na quantificação de parâmetros relevantes, como o tempo de exposição e o período necessário para a indução de efeitos nocivos à saúde (Marcilio; Habermann; Gouveia, 2009).

Em relação ao questionário de reação aplicado ao final da sequência didática, seis educandos da turma enviaram suas respostas através de formulário online. A opção pela sua execução neste formato, que pode ter sido um dos motivos para o baixo número de retorno, se deu justamente por conta da falta de tempo de aula disponível para a coleta de respostas de modo presencial. Dos educandos respondentes, todos afirmaram compreender o conceito de força magnética e que saberiam identificar a forma das linhas de campo e a direção e sentido (através da regra da mão direita) do campo magnético de um fio retilíneo, de uma espira circular e de um solenoide. Na questão que solicitava que citassem pelo menos uma aplicação para o campo magnético, foram mencionados: ressonância magnética, trem-bala, motores elétricos, bússola, cartões magnéticos, microfones e ímãs. Todos afirmaram que gostaram bastante das aulas e a maioria disse que o tema das aulas e as discussões levantadas despertavam a curiosidade (apenas um educando respondeu que não). Sobre o que foi mais interessante, os educandos afirmaram terem sido a montagem do motor elétrico, as curiosidades das utilizações do campo magnético e as atividades em grupo no geral. A prática experimental foi indicada por todos como a metodologia que mais contribuiu para a aprendizagem e todos responderam afirmativamente que a contextualização de assuntos relacionados com o cotidiano e a sociedade os motivaram durante as aulas, que a variação de métodos de ensino é importante e que gostariam de ter mais aulas de Física como as executadas.

A análise isolada do primeiro e do segundo momento pedagógico possibilitou a verificação da evolução da aprendizagem dos educandos no processo de ensino e um domínio maior sobre os conceitos físicos, corroborando a afirmação de que a proposta desenvolvida é eficiente no que se incumbem. Em suma, identificou-se uma avaliação positiva da aprendizagem dos conteúdos de Física. Propondo a utilização de ferramentas didáticas em contraponto às práticas tradicionais, obteve-se resultados satisfatórios para o ensino do tema campo magnético. Segundo Giacomini (2014), as propostas baseadas na perspectiva freiriana, dialógicas e que consideram o contexto em que o educando está inserido, podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem, propiciando o desenvolvimento do senso crítico e o aumento do nível de consciência da realidade. Isto posto, acredita-se que este trabalho, de caráter qualitativo, juntamente às estratégias pedagógicas adotadas, pode colaborar nas discussões voltadas para o alcance das metas de aprendizagem na disciplina.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe reflexões acerca dos resultados parciais colhidos com o desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino dos conteúdos associados ao

conceito de campo magnético, estruturada pelo modelo dos 3MP juntamente ao enfoque CTS. Além de se fazer a descrição dos procedimentos de condução adotados nas aulas e das atividades desenvolvidas, puderam ser elaboradas discussões pertinentes a partir da análise da experiência de prática da proposta. Por conseguinte, acredita-se que algumas dessas discussões possam vir a colaborar com o desenvolvimento de outros trabalhos na área de ensino com abordagem semelhante.

O desenvolvimento de sequências didáticas dentro da perspectiva freiriana modifica a concepção centralizadora e hierárquica para o ensino e aprendizagem, ao propiciar uma postura problematizadora, tanto ao educando quanto ao educador, por meio da dialogicidade em conjunto com a contextualização dos conhecimentos científicos. Desse modo, sua estrutura geral, que considera tanto o educador quanto os educandos como sujeitos na construção do conhecimento, constitui-se de um excelente modo de se repensar e modificar as metodologias tradicionais de ensino, rompendo com a concepção de que o educando é agente passivo no processo educativo, aumentando sua voz ativa e tornando-o protagonista deste processo.

Nesta proposta, a etapa de problematização inicial procurava promover a demanda pela aquisição do conhecimento científico, considerando-se a interação do educando no processo. Utilizando a frase de chamada para uma reportagem jornalística, sobre os impactos, principalmente à saúde humana, de uma situação cotidiana, foram trazidas questões problematizadoras que possibilitaram impulsionar o envolvimento e uma maior compreensão dos educandos sobre o tema. Como resultado desse momento, obteve-se um resultado positivo aparente, pois eles puderam expressar seus diferentes pontos de vista dialogicamente, o que impulsionou o reconhecimento da necessidade de aprofundar os estudos dos conteúdos da Física.

Para a etapa de organização dos conhecimentos, Delizoicov e Angotti (1992) consideram como elemento essencial o mapeamento das concepções dos educandos decorrentes da etapa anterior para a realização da sistematização dos conhecimentos. Desse modo, a primeira atividade da etapa consistiu na proposição, pela educadora, de novas questões, indo além daquelas feitas na etapa inicial. Na proposta exposta neste trabalho, puderam ser feitas problematizações a respeito das condições sociais das pessoas que viviam em locais próximos às redes de transmissão de energia. Com apoio no texto informativo da reportagem jornalística de referência, verificou-se que essas populações eram em sua maioria jovens, com baixos níveis de escolaridade e renda, ou seja, mostrou-se aos educandos a clara correlação entre classe social e vulnerabilidade aos efeitos nocivos do campo eletromagnético (Bernardes, 2009).

A avaliação desta atividade trouxe resultados positivos, pois puderam ser feitas discussões pertinentes com enfoque nas relações CTS, em uma perspectiva de ensino freiriana, na medida em que foi pensada para cumprir com as expectativas do segundo momento pedagógico. Tanto a atividade para busca na internet de valores estimados para campos magnéticos provenientes de determinados equipamentos, tecnologias ou fenômenos da natureza, quanto a de construção do motor e resolução de perguntas sobre o experimento, tiveram como resultado, nas análises das produções dos educandos, indicativos de que estes conseguiram, de maneira geral, empregar corretamente os conhecimentos científicos da Física que foram estudados.

Contudo, devido à indisponibilidade de tempo em sala de aula para a execução da etapa de aplicação dos conhecimentos, conforme o planejamento elaborado na sequência didática, a estratégia precisou ser reelaborada. A alternativa adotada para contornar o impedimento foi realizar uma discussão de encerramento que possibilitasse a retomada dos assuntos tratados na problematização inicial. Logo, vê-se a necessidade de que outros trabalhos tragam resultados da sua execução, aprimorando, apresentando soluções para aquilo que for necessário e adaptando a proposta conforme o contexto da escola, de modo a se obter mais resultados para serem analisados, discutidos e comparados. Outrossim, sabendo-se que a diversificação das metodologias utilizadas é proveitosa para o processo de ensino e aprendizagem, pois assim se tem a possibilidade de se encontrar aquelas mais eficientes, a prática pedagógica deste trabalho poderia ser expandida ao uso de outras metodologias de ensino, de modo a identificar aquela mais adequada à aprendizagem da turma. Acredita-se, portanto, que mais trabalhos com recorte de pesquisa semelhante possam contribuir fortemente para a obtenção de propostas de ensino cada vez mais apropriadas ao ensino e aprendizagem dos conteúdos de Física. Apesar das dificuldades inerentes à inserção de uma nova abordagem metodológica em sala de aula, o educador ao fazê-la deve ter disposição para encarar o desafio. Todavia, a avaliação dos resultados da implementação da sequência didática proposta a partir da estratégia didático-metodológica dos 3MP, executada concomitantemente à perspectiva freiriana com enfoque CTS, mostrou que os pontos positivos se sobressaem, o que a torna uma estratégia de ensino viável para o ensino dos conteúdos relacionados ao conceito de campo magnético.

Nesse sentido, é esperado que este estudo contribua para a formulação de novas abordagens para o Ensino de Física no EM. A proposta visa a integrar teoria e prática para aprimorar a elaboração temática que incorpora momentos pedagógicos. Destaca-se a estratégia pela sua flexibilidade, assim como seu potencial para embasar propostas didáticas em outras áreas de conteúdo da Física. Essa abordagem demanda que o educador execute um planejamento cuidadoso, realizando uma extensa coleta de materiais de pesquisa para apoio e fazendo escolhas criteriosas de problemas relevantes para o tema, a fim de garantir o melhor desenvolvimento da proposta ao longo das aulas.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P. J. S.; FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 2, p. 461-482, ago. 2015. DOI <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n2p461>>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n2p461/29943>>. Acesso em 17 jun. 2024.

ARAÚJO, E. S.; NASCIMENTO, J. L. B.; SILVA, J. C.; ANDRADE, C. F. O uso de simuladores virtuais educacionais e as possibilidades do PhET para a aprendizagem de Física no Ensino Fundamental. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 3, p. 125, 2021. DOI <<https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a22>>. Disponível em:

<<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2875/1555>>. Acesso em: 7 abr. 2024.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*. v. 1, número especial, nov. 2007.

AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. Florianópolis - SC. 257 f. [Tese (Doutorado em Educação)]. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 1, p. 6784, mar. 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37915/28952>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

BERNARDES, J. Campos magnéticos de linhas de transmissão ameaçam saúde da população. In: *Diário da Saúde*. 14 jul. 2009. Disponível em: <<https://www.diariodasaude.com.br/news.php?article=campos-magneticos-linhas-transmissao-ameacam-saude-populacao&id=4310&nl=nlds>>. Acesso em: 30 nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC, 2006a.

BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares do ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2006b.

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

CARVALHO, I. C. M. O sujeito ecológico: a formação de novas identidades culturais e a escola. In: PERNAMBUCO, M. M. C. A.; PAIVA, I. A (org.). *Práticas coletivas na escola*. Campinas: Mercado das Letras, 2013. p. 114123.

DELIZOICOV, D. A educação em ciências e a perspectiva de Paulo Freire. In: PERNAMBUCO, M. M. C. A.; PAIVA, I. A (org.). *Práticas coletivas na escola*. Campinas: Mercado das Letras, 2013. p. 1553.

DELIZOICOV, D. Concepção problematizadora para o ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné-Bissau. São Paulo: Instituto de Física - USP, 1982.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. *Física*. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2007.

DIAS F. F.; LEONEL, A. A. Escolas do Campo: um olhar sobre a legislação e práticas implementadas no Ensino de Física. *Revista Ensaio Educação em Ciências*, v. 20, n. e2874, p. 122, 2018. DOI <<https://doi.org/10.1590/1983-21172018200113>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/NC7mPvWSLMqVrrf4HT6CPJR/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

FERREIRA, A. C. R. O Uso Do Simulador Phet No Ensino De Indução Eletromagnética. Volta Redonda - RJ. 101 f. [Dissertação (Mestrado em Ensino de Física)]. Universidade Federal Fluminense. 2016. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/4225/Antonio%20Cezar%20Ramos%20-%20Disserta%E7%E3o%20Final.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2003.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

GIACOMINI, A. Intervenções curriculares na perspectiva da abordagem temática: avanços alcançados por professores de uma escola pública estadual do RS. Santa Maria - RS. 149 f. [Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências)]. Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/6678/GIACOMINI%2c%20ALEXANDRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

HABERMANN, M. Prevalência de exposição aos campos eletromagnéticos e Justiça Ambiental no município de São Paulo. São Paulo - SP. 118 f. [Dissertação (Mestre em Ciências)]. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5137/tde-15062009-112244/publico/HabermannM.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

LEONEL, A. A. Um olhar para a formação docente em Física a partir do estágio supervisionado: potencialidades e limites. In: BRANCHER, V. R.; DREHMER-MARQUES, K. C.; NONENMACHER, S. E. B. (Org). *Formação de Professores no Ensino de Ciências*. Santo Ângelo: Metrics, 2021. p. 127150.

LIMA, J. R.; FERREIRA, H. Contribuições da engenharia didática como elemento norteador no ensino de Física: estudando o fenômeno de Encontro de Corpos com atividades da robótica educacional. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 42, p. 112, 2020. DOI <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0021>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/LCMHMfGDTkYcKfd8GKK8tMh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2022. 128 p.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 562613, 2012. DOI <<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p562>>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p562/22936>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MARCILIO, I.; HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. Campos magnéticos de frequência extremamente baixa e efeitos na saúde: revisão da literatura. Revista Brasileira Epidemiologia, v. 12, n. 2, p. 10523, 2009. DOI <<https://doi.org/10.1590/S1415-790X2009000200002>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbepid/a/G57jydSd5f5VQdSvJDgyqDN/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MELO, I. G. As dificuldades em Lecionar Física no Ensino Médio na visão dos docentes. Fortaleza - CE. 48 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)]. Universidade Federal do Ceará, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/31417/1/2016_tcc_igmelo.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação Contemporânea. Revista do Professor de Física, v. 1, n. 1, p. 113, 2017. DOI <<https://doi.org/10.26512/rpf.v1i1.7074>>. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. Estudos Avançados, v. 32, n. 94, p. 7380, 2018. DOI <<https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 17 jun. 2024.

MUENCHEN, C. A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS. Florianópolis - SC. 137 f. [Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica)]. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

NASCIMENTO, T. G.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. Convergencia Revista de Ciencias Sociales, v. 13, n. 42, p. 95116, 2006. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/quimica/aticulacoes_enfoq_cts.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

PERRENOUD, P. Não mexa na minha avaliação! Uma abordagem sistêmica da mudança. In: PERRENOUD, P. Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999. p. 145168.

SANTOS, C. J.; TELLES, F. T.; JESUS, N. F. S.; MACHADO, C. B. H.; FERREIRA, C. N. Descargas elétricas atmosféricas: uma aplicação da sequência didática dos três momentos pedagógicos. *Educação Pública - Divulgação Científica e Ensino de Ciências*, v. 1, n. 3, p. 119, out. 2022. DOI <<https://doi.org/10.18264/repdcec.v1i3.56>>. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/divulgacao-cientifica/index.php/educacaopublica/article/view/56/65>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SANTOS, J.; DICKMAN, A. Experimentos reais e virtuais: proposta para o ensino de eletricidade no nível médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 1, 2019. DOI <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0161>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbef/a/BKKqL43Gq4Dh83B9zzCS6hk/>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, p. 112, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 112, dez. 2002. DOI <<https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SIQUEIRA, G. C.; RIBEIRO, S. A. F.; FREITAS, C. C. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; LUCAS, L. B. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 17, n. 48, p. 1634, jul. 2021. DOI <<https://doi.org/10.3895/rts.v17n48.14128>>. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14128>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SOUZA, B. C.; VALADARES, J. M. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. *Ciência & Educação*, v. 28, n. 22002, p. 116, 2022. DOI <<https://doi.org/10.1590/1516-731320220002>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wrqqtgJQtWx5XvJhkxhYFn/?lang=pt>>. Acesso em: 7 out. 2023.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.