

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ HENRIQUE PIÑOTQUEWICZ

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO ABORDAGEM DIDÁTICA NA
LICENCIATURA EM FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES

CURITIBA

2025

JOSÉ HENRIQUE PIÃO TQUEWICZ

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO ABORDAGEM DIDÁTICA NA
LICENCIATURA EM FÍSICA: CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE
PROFESSORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, Linha de Pesquisa Cultura, Escola e Processos Formativos em Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ivanilda Higa

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DO CAMPUS REBOUÇAS

Piãotquewicz, José Henrique.

O ensino por investigação como abordagem didática na licenciatura em física : contribuições para a formação inicial de professores / José Henrique Piãotquewicz – Curitiba, 2025.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ivanilda Higa

1. Educação – Estudo e ensino. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Ensino – Licenciatura. 4. Professores – Formação. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação EDUCAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **JOSÉ HENRIQUE PIÃO TQUEWICZ**, intitulada: **O Ensino por Investigação como abordagem didática na Licenciatura em Física: contribuições para a formação inicial de professores**, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 25 de Fevereiro de 2025.

Assinatura Eletrônica

06/03/2025 09:25:17.0

ANA CLAUDIA URBAN

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

05/03/2025 16:21:36.0

MARTA MAXIMO PEREIRA

Avaliador Externo (CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECN. CELSO SUCKOW DA FONSECA)

Assinatura Eletrônica

06/03/2025 14:37:38.0

ALEX BELLUCCO DO CARMO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA)

AGRADECIMENTOS

Sempre ouvi de colegas e professores que a pós-graduação é um período solitário. Se hoje pudesse falar com eles, diria que este recorte da realidade não me pertence. Sou muito grato por ter tido a companhia de pessoas incríveis ao longo desses dois anos, com as quais aprendi lições de valor imensurável.

Aos colegas do GEPCED-CN, pelo apoio constante, auxílio em momentos de desespero, prazos apertados, documentos a serem enviados ao colegiado e modelos que não eram encontrados em site algum. Ter vocês comigo nessa etapa fez com que a jornada fosse mais fácil.

À professora Ivanilda, pelos incontáveis ensinamentos, compreensão, auxílio e paciência no decorrer da elaboração deste projeto. O professor que venho me tornando carrega consigo muito do que aprendi observando a senhora, e espero um dia inspirar alunos da forma como a senhora o faz.

Às professoras Ana, Marta e Caroline, e aos professores Alex e William, por aceitarem o convite para comporem a banca do presente trabalho e contribuírem para as reflexões aqui desenvolvidas.

Aos licenciandos que aceitaram fazer parte deste projeto, enriquecendo a discussão dos tópicos abordados em nossos encontros e possibilitando o desenvolvimento de um trabalho que guardarei com muito carinho.

Aos gigantes.

Talvez Isaac Newton tenha cunhado uma das frases mais utilizadas no âmbito acadêmico ao elaborarmos agradecimentos: “*Se eu vi mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes*”. Usualmente, essa frase é empregada no sentido de evidenciar o aspecto colaborativo da ciência, mas, neste contexto, quero utilizá-la para agradecer a todas as pessoas que foram verdadeiros gigantes para mim, me carregando em seus ombros nos momentos em que as forças me faltavam.

Meus melhores amigos, Johnathan, Mari e Gus. Pelos encontros, desabafos, conversas completamente sem pé nem cabeça, mas que me colocavam de novo no prumo, e faziam com que a minha cabeça ficasse mais leve e os pés voltassem ao chão.

Minha família, Lily, Wyk e Ka. Pelo entusiasmo inabalável a cada conquista, cada evento frequentado, trabalho aceito e novos avanços na minha perspectiva de pesquisa. Vocês sempre me incentivaram, e as viagens nos finais de semana para ver a princesinha do dindo foram o combustível necessário para percorrer essa jornada de dois anos.

Meus padrinhos, Silvia e Vítório (que mais parecem meus pais). Pelo carinho e cuidado incontestáveis, visitas em Curitiba e as demonstrações mais genuínas de afeto que qualquer pessoa poderia sentir.

Minha namorada, Liliane. Por ser a minha maior companheira, fiel escudeira, e a base que eu precisava nos momentos em que as minhas fundações não pareciam tão estáveis. Sem você nada disso seria possível, esse trabalho é conquista tão sua quanto minha.

Meus pais, Luciane e Francisco. Pelo amor incondicional, que eu espero um dia retribuir à altura. Todas as minhas conquistas serão sempre por vocês.

RESUMO

O presente trabalho objetivou analisar as perspectivas mobilizadas por licenciandos em Física em um contexto formativo de Ensino Superior envolvendo atividades experimentais investigativas. A motivação do estudo jaz na compreensão das potencialidades que a formação docente, quando contemplada pela perspectiva investigativa, possibilita aos licenciandos em formação inicial. A partir de uma revisão sistemática de literatura, identificou-se características de como o Ensino por Investigação é abordado na formação inicial docente, indicando lacunas formativas que dificultam a implementação da abordagem por licenciandos após sua formação. Objetivou-se o estudo das contribuições para a constituição da identidade docente, fomentadas pela implementação de uma proposta de atividades em uma disciplina de Metodologia e Práticas de Ensino de Física de uma universidade federal brasileira. Almejando estudar as perspectivas de ensino emergentes a partir da utilização do Ensino de Ciências por Investigação, no desenvolvimento do trabalho foram utilizadas estratégias tais como revisão sistemática de literatura da área pesquisada, desenvolvimento e implementação de uma sequência de atividades com licenciandos em Física. Os dados foram construídos analisando-se questionários, diários, transcrições e atividades, buscando unidades de significado que oferecessem aprofundamento das perspectivas emergentes sobre o Ensino de Ciências por Investigação quando licenciandos são postos em contato com a abordagem como alunos. Os resultados da análise dos dados apontam para um aumento na criticidade dos licenciandos, caminhando às características de um professor reflexivo. Além disso, defende-se a necessidade da vivência de propostas de ensino de diferentes abordagens para que suas possibilidades de mudança sejam compreendidas pelos sujeitos. A partir da implementação da sequência de atividades, verificou-se que, mesmo que uma intervenção de curta duração não seja suficiente para o aprendizado pleno do arcabouço do Ensino de Ciências por Investigação, sua proposta, como aproximação inicial, resultou no desenvolvimento de habilidades alinhadas com os pressupostos da abordagem, trilhando caminhos direcionados à superação do tradicionalismo acadêmico, voltados para uma formação com perspectiva socioconstrutivista.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação; Atividades Experimentais Investigativas; Formação inicial; Licenciatura em Física.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the perspectives mobilized by undergraduate Physics teacher education students in a Higher Education training context involving investigative experimental activities. The motivation behind the study lies in understanding the potential that teacher education, when guided by an investigative approach, offers to pre-service teachers. Through a systematic literature review, characteristics were identified regarding how Inquiry-Based Science Teaching (IBST) is addressed in initial teacher training, revealing gaps in training that hinder its implementation by teachers after graduation. The study sought to investigate the contributions to the development of teaching identity fostered by the implementation of a set of activities in a Methodology and Teaching Practices in Physics course at a Brazilian federal university. Aiming to study the emerging teaching perspectives resulting from the use of Inquiry-Based Science Teaching, this work involved strategies ranging from a systematic literature review in the relevant field to the development and implementation of a sequence of activities with Physics teacher education students, followed by data analysis. This data, gathered through questionnaires, journals, transcripts, and activities, was used to identify units of meaning that provide insights into emerging perspectives on Inquiry-Based Science Teaching when pre-service teachers engage with the approach as learners. The results of the data analysis point to an increase in the critical thinking skills of the participants, moving toward the characteristics of reflective practitioners. Additionally, the study emphasizes the importance of engaging with diverse teaching approaches so that their potential for transformation can be fully understood by future teachers. Although a short-term intervention may not be sufficient for full mastery of the Inquiry-Based Science Teaching framework, its implementation as an initial approach contributed to the development of skills aligned with its principles, paving the way for overcoming academic traditionalism and promoting a socioconstructivist perspective in teacher education.

Key words: Inquiry-Based Science Teaching; Investigative Experimental Activities; Initial Teacher Education; Physics Teacher Training.

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EnCI	Ensino por Investigação
EnECI	Encontro de Ensino de Ciências por Investigação
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências
EPEF	Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
FEX	Física Experimental
MNPEF	Mestrado Profissional em Ensino de Física
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PP	Professor Pesquisador
PPGE-UFPR	Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal do Paraná
PR	Professora Responsável
PSS	Processo Seletivo Simplificado
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
SEI	Sequência de Ensino Investigativo
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.	37
Quadro 02	Quantidade de artigos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior, por ciência de referência.	41
Quadro 03	Quantidade de artigos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior, por combinação de palavras-chave.	42
Quadro 04	Quantidade de trabalhos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior em edições do ENPEC.	47
Quadro 05	Quantidade de trabalhos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior em edições do EPEF.	47
Quadro 06	Caráter das diferentes formas como o EnCI é abordado no contexto do Ensino Superior	51
Quadro 07	Atividades desenvolvidas ao longo da intervenção.	60
Quadro 08	Ações do PEnCI em atividades em sala de aula.	77
Quadro 09	Atividades características das fases de investigação, traduzidas.	80
Quadro 10	Relação entre dados coletados e objetivos específicos da pesquisa.	82
Quadro 11	Ações do PEnCI identificadas na proposta do pesquisador.	112
Quadro 12	Atividades investigativas identificadas na proposta do pesquisador.	115
Quadro 13	Ações do PEnCI identificadas na proposta de Mariana e Vitor.	116
Quadro 14	Atividades investigativas identificadas na proposta de Mariana e Vitor.	119
Quadro 15	Ações do PEnCI identificadas na proposta de Diogo e Rafael.	120
Quadro 16	Atividades investigativas identificadas na proposta de Diogo e Rafael.	122
Quadro 17	Ações do PEnCI identificadas na proposta de Pedro e Carlos.	124
Quadro 18	Atividades investigativas identificadas na proposta de Pedro e Carlos.	126
Quadro 19	Ações do PEnCI identificadas na proposta de Ana e Sara.	127
Quadro 20	Atividades investigativas identificadas na proposta de Ana e Sara.	129
Quadro 21	Frequência de ações do PEnCI nas propostas dos licenciandos.	133
Quadro 22	Frequência de atividades investigativas nas propostas dos licenciandos.	134

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO.24	
2.1. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO PRINCÍPIO DE MUDANÇA.....	24
2.2. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A CULTURA ESCOLAR.....	30
2.3. AULAS INVESTIGATIVAS E SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO.....	32
2.4. O PAPEL DO PROFESSOR E OS GRAUS DE LIBERDADE INTELECTUAL.....	35
3. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR.....	39
3.1. POR QUE NÃO NO ENSINO SUPERIOR?.....	40
3.1.1. Periódicos.....	41
3.1.2. Eventos.....	46
4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS.....	52
4.1. O DESENVOLVIMENTO DE UMA PESQUISA-AÇÃO.....	53
4.2. CONTEXTO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	56
4.2.1. Acompanhamento, observação e ambientação.....	58
4.2.2. Uma Proposta de intervenção investigativa no contexto do Ensino Superior...59	
4.3. CONSTRUÇÃO DE DADOS.....	68
4.3.1. Documentos.....	69
4.3.2. Transcrições de áudio.....	70
4.3.3. Questionamentos adicionais.....	71
4.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	72
5. PERSPECTIVAS EMERGENTES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - ANÁLISES E DESDOBRAMENTOS.....	83
5.1. QUESTIONÁRIOS DIAGNÓSTICOS.....	83
5.2. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS.....	88
5.2.1. Atividade diretiva.....	89
5.2.2. Atividade investigativa: resolução inicial.....	90
5.2.3. Atividade investigativa: otimização dos resultados.....	95
5.2.3.1. Rafael em seu novo grupo; com Pedro e Luiz.....	96
5.2.3.2. Mariana em seu novo grupo; com Sara e Diogo.....	100
5.2.3.3. Vitor em seu novo grupo; com Ana e Carlos.....	105
5.2.4. Formalização do conhecimento - Eletrostática.....	108
5.2.5. Formalização teórica - Ensino por Investigação.....	109
5.3. PLANEJAMENTO DE PROPOSTAS INVESTIGATIVA PELOS LICENCIANDOS... 111	
5.3.1. Apresentação do material produzido pelo pesquisador.....	111
5.3.2. Análise do material produzido por Mariana e Vitor.....	115
5.3.3. Análise do material produzido por Diogo e Rafael.....	119
5.3.4. Análise do material produzido por Pedro e Carlos.....	123
5.3.5. Análise do material produzido por Ana e Sara.....	127
5.3.6. Análise do material produzido por Luiz.....	130
5.3.7. Síntese das análises dos materiais produzidos pelos licenciandos.....	132
5.4. RELAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DA ANÁLISE E A CULTURA ESCOLAR 136	
5.4.1. Pergunta 1: Sobre as experiências enquanto docente.....	137

5.4.2. Pergunta 2: Sobre a implementação da atividade desenvolvida.....	138
5.4.3. Pergunta 3: Sobre alterações na sequência de atividades proposta.....	139
6. CONCLUSÕES.....	143
REFERÊNCIAS.....	148
APÊNDICE A - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS.....	154
APÊNDICE B - RESULTADOS DAS BUSCAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	162
APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).....	169
APÊNDICE D - QUESTIONAMENTOS ADICIONAIS.....	173

1. INTRODUÇÃO

A Física, enquanto componente curricular da etapa formativa do Ensino Básico e pertencente à grande área de Ciências da Natureza, tem como uma de suas características e pontos norteadores possibilitar aos alunos uma formação crítica. Almeja-se com isso que lhes seja possível analisar o mundo e os fenômenos que ocorrem à sua volta e, conseqüentemente, tomar decisões para eventos cotidianos fundamentados em conhecimentos formais e na compreensão de como tais conhecimentos emergem em situações pertinentes à sociedade. Partindo de tal pressuposto, as potencialidades emergentes da implementação do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) vão ao encontro da perspectiva de formação do sujeito cidadão ao final do Ensino Básico:

Conhecer as ciências tem, portanto, um alto grau de comprometimento com a percepção de que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida. (Sasseron, 2015, p. 52).

No cenário brasileiro, documentos nacionais, com destaque para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sugerem a utilização de abordagens de ensino construtivistas, pautadas na ideia de que o aluno deve ser protagonista da construção do próprio conhecimento, e que a escola se caracteriza enquanto ambiente de formação para a cidadania. No entanto, é necessário questionar se a formação docente atualmente encontrada no Brasil contempla tal modelo de educação para as escolas de Ensino Básico.

É precisamente em direção a este questionamento que surgiram as inquietações que serviram como gênese para o trabalho aqui apresentado. Ao nos aprofundarmos na abordagem didática do EnCI, é possível identificar elementos que foram utilizados como pilares na redação de tais documentos que regulamentam a prática educacional do Ensino Básico, dentre eles: a postura ativa do aluno, o professor enquanto facilitador e guia do processo e a preocupação com o ensino da ciência sob uma perspectiva que contemple sua importância social (Brasil, 2018). Embora não seja utilizada a nomenclatura “Ensino por Investigação” ao longo do documento, a utilização do termo “investigação”, “investigativo” ou similares, repetidas vezes, faz alusão a um referencial bastante específico, corroborado pelos

contextos onde as expressões são encontradas. A exemplo disso, trazemos a citação encontrada no texto referente a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, do Ensino Fundamental:

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (Brasil, 2018, p. 322).

E posteriormente no tocante à etapa do Ensino Médio:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos [...]. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta, e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (Brasil, 2018, p. 472).

Em seu trabalho publicado em 2018, Sasseron amplia nossa visão, tanto no sentido da perspectiva de pesquisa educacional, quanto da gradual inserção da abordagem investigativa em currículos escolares em escala global, que passam a contemplar um ensino de ciências que abarque o desenvolvimento de práticas voltadas não apenas à formalização de conceitos, mas também ao desenvolvimento de diferentes modos de raciocinar e realizar juízo a respeito de problemas cotidianos. No entanto, ao olharmos para o panorama nacional, são reduzidas as características do EnCI que realmente encontram tração no discurso da BNCC. Ao pensarmos no EnCI em sua perspectiva contemporânea, com objetivos que buscam proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de conhecimentos de diferentes naturezas - de processos, conceituais e epistêmicos -, pouco se encontra no documento nacional que transcende o domínio conceitual do conhecimento científico (Sasseron, 2018). Além disso, apoiamo-nos no trabalho de Cogo e Leite (2019) para reiterar o caráter conceitual da redação da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, onde as autoras debruçam-se sobre a discussão a partir do ideal de Conhecimento Científico que é encontrado na BNCC: como um arcabouço de diferentes conhecimentos construídos pela humanidade ao longo da sua história. Porém, ao elencar diferentes aspectos da historicidade da ciência, percebemos a

carência de exploração dos processos atrelados ao seu desenvolvimento, com vistas ao domínio epistêmico do conhecimento científico.

[...] e ressaltamos a importância de um entendimento dos estudantes sobre a Ciência e seus processos históricos, filosóficos, sociais, políticos e econômicos, e não apenas fatos científicos isolados. (Cogo e Leite, 2019, p. 16).

Esta visão de conhecimento científico enquanto um conjunto de saberes a serem aprendidos reforça o desenvolvimento do domínio conceitual do conhecimento, ao passo que elementos inerentes à sua construção, validação, avaliação e comunicação permanecem alheios aos objetivos de ensino do documento.

Tal fato, aliado às perspectivas formativas construídas ao longo da formação inicial e ao interesse de compreender com maior profundidade as nuances da formação docente resultaram na pergunta: “como pode-se esperar que os professores ensinem ciências sob uma perspectiva investigativa, se em sua experiência formativa o contato com a abordagem não foi pautado em vivências?”. O questionamento faz-se especialmente pertinente quando percebe-se que em termos de Investigação, enquanto abordagem didática, o documento não discorre a respeito de como as diferentes modalidades de ação devem ser compreendidas em sala de aula, e quais ações são pertinentes aos diferentes agentes da dinâmica: aluno e professor (Cogo e Leite, 2019). A temática é apontada como elemento de reflexão em diferentes trabalhos, a citar os aqui elencados, uma vez que as autoras também concordam com Sasseron (2018, p.1082) que, nas considerações finais de seu trabalho, aponta que “todas estas observações construídas ao longo deste texto apontam para uma necessidade urgente e constante: a formação dos professores.”

A pertinência da inquirição acima realizada jaz, precisamente, na relevância social que a perspectiva investigativa apresenta enquanto abordagem voltada para o Ensino de Ciências sob uma perspectiva crítica, problematizada e coerente com a realidade do aluno; ou seja, na identificação entre o que o aluno está a aprender com o que ele encontra no seu cotidiano (Sasseron, 2015). Para a obtenção de tal resultado, é necessário um professorado que esteja apto e disponha das habilidades necessárias para a implementação de abordagens investigativas, e para isso, conseqüentemente, é tão importante quanto necessário que a investigação seja

adotada como componente formativo de professores. A necessidade de compreensão da forma como o EnCI é visto no âmbito do Ensino Superior é justificada pela ausência de trabalhos que tratam da abordagem nesta etapa de ensino, como será abordado mais adiante neste texto.

Assim sendo, a partir da teoria construída em seu entorno, olhamos para o EnCI como uma abordagem multifacetada, com possibilidades de ensino contemplando “leituras de textos, comparações entre fenômenos, estudo de caso, simulações em programas de computador explorando um fenômeno real ou fictício, trabalho com imagens e dados de experimentos fornecidos pelo professor” (Vilarrubia, 2017, p.14). Ademais, conforme enunciado por Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011, p. 99):

[...] a atividade investigativa é uma estratégia de ensino, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. Essa estratégia pode englobar quaisquer atividades (experimentais ou não), desde que elas sejam centradas no aluno, propiciando o desenvolvimento de sua autonomia e de sua capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, ao se apropriar de conceitos e teorias de ciências da natureza.

Argumenta-se então que, de forma semelhante ao que temos com outras abordagens, cujas perspectivas caminhem em direção à importância da elaboração da ciência enquanto construto social, o EnCI emerge como uma possibilidade para a promoção de alfabetização científica (Sasseron; Carvalho, 2011). Isso ocorre, dentre outros fatores, por meio da intencionalidade do professor ao ministrar suas aulas e com a relação que ele mesmo terá com o conhecimento científico ao longo delas. Quando comparada à uma perspectiva tradicional de ensino, no EnCI o educador passa a assumir uma postura de orientador, para que o conhecimento não seja simplesmente depositado nos estudantes, mas sim construção conjunta por parte do seu aprendiz, mediada pelas ações docentes adotadas (Carvalho, 2018). Por ser uma abordagem centrada no aluno e na sua construção do conhecimento, verificamos que a educação sob a perspectiva investigativa vai ao encontro de um ensino de ciências que não apenas tenha como propósito a apreensão de fatos científicos, mas também de habilidades necessárias para a interpretação do mundo que nos cerca (Bunterm *et al.* 2014), o que se faz cada vez mais relevante diante do volume de informações às quais qualquer indivíduo é exposto diariamente.

Nesse sentido, as contribuições possíveis para o professor que emerge da formação inicial sob uma perspectiva socioconstrutivista se estendem para além da sua formação enquanto indivíduo; a configuração do EnCI enquanto abordagem representa um conjunto de ações tomadas pelo professor de acordo com a sua perspectiva de ensino (Sasseron, 2015). Isso significa que o contato enquanto aluno e apropriação dos conceitos que o fundamentam, potencialmente serão refletidos na prática profissional do professor que ele virá a ser, e, por conseguinte, no aprendizado dos alunos que ele virá a ter (Vilarrubia, 2017).

Ensinar ciências não é tarefa trivial, e tal afirmação se mostra especialmente verdadeira para o caso do ensino de Física, que constantemente necessita de abstrações, modelizações matemáticas e deduções que fogem do campo da obviedade; por esse motivo, a formação do professor de Física que vise prepará-lo para a prática profissional enquanto docente não pode ser vista como elemento secundário em detrimento das disciplinas específicas da ciência de referência. A validade de tal argumento é amparada pelas resoluções CNE/CP no 1 e CNE/CP no 2, de 18 e 19 de fevereiro de 2002, respectivamente, as quais estabelecem parâmetros a serem seguidos no que se refere à prática enquanto componente curricular para a formação de professores, de forma que tal elemento da licenciatura não seja mais contemplado apenas nas etapas de estágio da graduação, mas sim que seja contemplado ao longo da duração do curso, permeando o currículo dos cursos de licenciatura. Em complemento, menciona-se também o parecer CNE/CES no 15/2005, do qual se destaca:

"[...] a prática como componente curricular é o conjunto de atividades formativas que proporcionam experiências de aplicação de conhecimentos ou de desenvolvimento de procedimentos próprios ao exercício da docência". (Brasil, 2005, p. 3)

Se tais parâmetros e definições são encontrados na legislação brasileira, por que a realidade do ensino universitário é tradicional? A prática de ensino, enquanto componente curricular, tem como objetivo a inserção do licenciando em um contexto de aprendizado prático, como o nome bem sugere, colocando-lhe em contato com as ações a serem desempenhadas futuramente. No entanto, o exercício prático (palpável) é raramente encontrada no currículo dos cursos de licenciatura, e, quando presente, ainda apresenta seus traços tradicionalistas por meio de atividades

roteirizadas e com baixo grau de liberdade intelectual (Carvalho, 2018), a exemplo das disciplinas de Física Experimental. No contexto dos cursos de graduação em Licenciatura em Física, tanto nas disciplinas do componente referente à Física, quanto ao Ensino, o exercício de investigações e desenvolvimento palpável do conhecimento, em muitos dos casos, é alheia aos alunos, sendo pautada na leitura e discussão de textos e com aulas de perspectiva tradicional, conforme encontrado na revisão sistemática de literatura, apresentada posteriormente no presente trabalho. A respeito disso, concordamos com Vilarrubia (2017, p. 24) sobre aspectos da prática docente, relacionando seu aprendizado com a “*aprendizagem na ação*: os licenciandos, durante seu preparo profissional docente, aprendem por meio do fazer ou da performance com auxílio dos profissionais que os iniciam nas tradições da prática”.

Para compreender as características que imputam sobre o Ensino Superior essa perspectiva tradicional, faz-se necessário então o levantamento de informações de diferentes naturezas, partindo de diferentes fontes, tanto teóricas quanto empíricas. Almejando isso, no **capítulo 2** deste trabalho, partiu-se de uma conceituação teórico-metodológica do EnCI, buscando elencar ao menos algumas das suas características de cunho histórico, e a evolução pela qual a abordagem passou até a concepção que temos hoje. Para isso, buscou-se informações referentes às suas primeiras propostas, feitas por John Dewey, verificando as alterações que se fizeram necessárias e os pontos que mantiveram-se consistentes até os dias atuais, passando por Joseph Schwab, que argumentava em favor de um ensino de ciências que abarcasse tanto estruturas conceituais, quanto procedimentos construídos e revisados ao longo da história (Barrow, 2006; Sá; Lima e Aguiar Jr., 2011). Não obstante, a necessidade de elaboração a respeito de pontos como: as atitudes do professor que visam propiciar aos alunos um ambiente favorável ao aprendizado por meio da garantia de liberdade intelectual, atitudes docentes que visem aos discentes passarem de ações manipulativas às intelectuais (Carvalho, 2018) e a forma como tais ações se estruturam em torno de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), o que Duschl e Grandy (2007) enunciam como o ensino de ciências baseado em unidades, em oposição ao ensino baseado em aulas individuais. É necessário, no entanto, pontuar que o EnCI configura-se como uma abordagem didática com possibilidades que extrapolam o âmbito das atividades experimentais. Dentro das propostas possíveis encontramos também

problemas de lápis e papel, leitura e discussão de textos históricos (Carvalho, 2018). A opção pela ênfase em atividades experimentais investigativas é reflexo do interesse do próprio pesquisador nas possibilidades que tal vertente oferece; ainda assim, ao elaborarmos os fundamentos teórico-metodológicos com os alunos, tais alternativas também foram exploradas.

A fim de identificar tais práticas no cenário universitário, no contexto dos cursos de formação inicial de professores, desenvolveu-se, no **capítulo 3**, uma revisão sistemática de literatura, contemplando uma janela de 10 anos de pesquisa (2013 - 2023) e abrangendo artigos publicados em periódicos nacionais depositados no repositório da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com *qualis*¹ entre A1 e A4, bem como as últimas cinco edições de dois eventos de abrangência nacional de pesquisa em educação de ciências: o Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) e o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF); e últimas duas edições do Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI). Tais análises forneceram aporte para algumas das constatações que elaboramos ao longo do trabalho, assim como auxiliaram-nos a justificar a relevância da pesquisa aqui pretendida, uma vez que buscamos por indicativos do Ensino por Investigação enquanto abordagem desenvolvida no Ensino Superior. No entanto, o que encontramos caminha num sentido que enfatiza a carência do desenvolvimento prático da abordagem, especialmente quando nos referimos aos componentes curriculares dos cursos de formação. O que prevalecem são trabalhos que buscam elencar percepções dos licenciandos, relatos de experiência de aplicação por parte dos alunos em diferentes contextos (estágio, residência pedagógica, disciplinas de metodologias e práticas de ensino), ou até mesmo propostas de ensino. Os trabalhos que trazem a relação prática do EnECI usualmente são localizados em programas extensionistas optativos aos licenciandos, a exemplo do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), sendo pontualmente encontrados no contexto curricular obrigatório. Entretanto, verifica-se em tais trabalhos o argumento em favor da implementação do EnECI para a formação de professores, com trabalhos em defesa

¹ O Qualis periódicos tem por objetivo contribuir para o processo de avaliação dos programas de pós-graduação. [...] O Qualis Ensino é proposto para harmonizar-se com essas perspectivas ao valorizar critérios que privilegiam elementos de avaliação quantitativa e qualitativa, por meio da consideração de indexadores vinculados a índices bibliométricos quantitativos e critérios de qualidade acadêmica (Brasil, 2019).

da abordagem de forma pertinente e encontrada ao longo do currículo dos cursos para a promoção de uma perspectiva formativa investigativa (Moura; Sedano, 2019; Gadelha; Tenório, 2020; Santos *et al.*, 2023).

A reflexão necessária que sucede tais constatações é: se o Ensino por Investigação tem tanto potencial enquanto abordagem pedagógica, por que ele não é utilizado dentro do próprio ambiente acadêmico? Um elemento passível de argumentação é a própria seleção de professores para atuação no Ensino Superior, muitos dos quais possuem vasta especialização na ciência de referência, mas possuem lacunas formativas no tocante à formação pedagógica. Prioriza-se o conhecimento do conteúdo a ser ensinado em detrimento dos conhecimentos pedagógicos para tal.

[...] a formação inicial docente precisa considerar que os conhecimentos pedagógicos são a “alma da docência”, ou seja, a especificidade do professor são os conhecimentos pedagógicos, pois, se não o fossem, bastaria saber o conteúdo a ser ensinado para ser professor. A docência exige conhecimento especializado, não só o conhecimento dos conteúdos disciplinares, mas de toda a complexidade que envolve o ato de ensinar. (Volkman; Mendes; Baccon, 2016, p. 14).

Talvez a prevalência do tradicionalismo no contexto acadêmico brasileiro, referindo-se à perspectiva de educação bancária (Freire, 2019), pode vir a ser um dos elementos que acabam por coibir a implementação do EnCI. Além disso, a resistência à mudança também é potencialmente reforçada pela estrutura curricular, vencimentos de conteúdos, ou até mesmo a falta de domínio ou desconhecimento da abordagem por parte dos próprios docentes. Posto isso, a pergunta que o presente trabalho se propõe a responder é: Quais ações do professor que desenvolve o EnCI são mobilizadas por licenciandos em Física em um contexto formativo envolvendo atividades experimentais investigativas? Este questionamento, por conseguinte, deu origem ao **objetivo geral** da pesquisa:

- Analisar quais perspectivas do Ensino por Investigação são mobilizadas por licenciandos em Física em um contexto formativo envolvendo Atividades Experimentais Investigativas (AEI).

Para alcançar tal objetivo e com o intuito de estabelecer um plano de trabalho a ser seguido para o desenvolvimento da pesquisa, elencou-se os seguintes

objetivos específicos:

- I. Identificar as concepções prévias de licenciandos em Física sobre Ensino por Investigação e como este significado se constituiu;
- II. Caracterizar, a partir do desenvolvimento de uma sequência de atividades investigativas, os principais elementos evidenciados pelos licenciandos em sua participação em uma AEI;
- III. Analisar as perspectivas do Ensino de Ciências por Investigação emergentes a partir da elaboração de propostas investigativas de ensino pelos licenciandos.

Desta forma, buscou-se identificar formas de desenvolvimento do Ensino por Investigação no ambiente de formação inicial de professores de Física, pensando em formas de conceituação, implementação, registro e posterior análise de dados, a fim de estabelecer relações que permitam inferências a respeito do aprendizado dos licenciandos sobre a abordagem investigativa, num cenário educacional onde eles aprendem a abordagem, ao mesmo tempo em que são submetidos a ela. Isso ocorreu com vistas a uma metodologia de pesquisa qualitativa, conforme apresentada no **capítulo 4**; pautada na pesquisa-ação, dado o caráter interventivo da proposta almejada, o ideal iterativo das práticas de reflexão e ação, constituindo a pesquisa como uma forma de compreender com maior detalhamento a própria prática (Tripp, 2005).

Para tal, a parte empírica da pesquisa ocorreu ao longo de uma disciplina de Metodologias e Práticas de Ensino de Física da grade curricular do curso de Licenciatura em Física, em uma Universidade Federal, onde, numa espécie de metalinguagem, propôs-se uma Sequência de atividades contemplando o EnCI (**Apêndice A**) tendo a eletrostática como tema. No entanto, o objetivo da sequência não centrou-se no ensino da eletrostática enquanto componente do currículo da Física, mas sim, em utilizar diferentes atividades experimentais que permitem o ensino de eletrostática para conceituar o Ensino por investigação. Em outras palavras, utilizar o EnCI, em especial com AEI, para ensinar os aspectos teórico-metodológicos e práticos do próprio EnCI.

Por meio de questionários diagnósticos iniciais, a implementação da sequência de aulas, e posterior *feedback* e entrevista com os alunos, é possível estabelecer parâmetros que evidenciam quais elementos do Ensino por investigação emergem antes, durante e após a atividade realizada com os licenciandos, observando quais fundamentos foram apreendidos e quais perspectivas foram mobilizadas.

Para a identificação de tais elementos, optou-se pela análise de conteúdo de Laurence Bardin (2002), dada a natureza diversificada dos dados, contemplando desde registros escritos a transcrições de áudio. No **capítulo 4**, de encaminhamentos metodológicos, enfatizamos os elementos da análise de conteúdo e a estratégia elencada de modo a estabelecermos os eixos temáticos *a posteriori*, a partir de unidades de significado comuns emergentes dos dados. Por meio do tratamento dos dados, realizado no **capítulo 5**, levantamento e caracterização de tais unidades e atribuição de significados aos elementos relatados pelos alunos, no movimento de relacionar o que é falado, o que é escrito e o que é apreendido, objetivamos, ao final deste trabalho, tecer conclusões que elucidem o questionamento inicial, e apontem perspectivas de formação docente pautadas em vivências (Carvalho, Gil-Pérez, 2011; Villarrubia, 2017), visando um professorado com formação não apenas para o ensino de conceitos científicos, mas também para o ensino de ciências enquanto atividade humana.

No **capítulo 6** buscamos relacionar as informações e análises até então construídos com os novos dados, provenientes de um questionário proposto aos alunos ao fim das atividades da disciplina e conclusão da intervenção. Com isso, objetivamos aprofundar a compreensão de quais são as perspectivas emergentes por parte dos licenciandos a respeito do EnCI, e como tais perspectivas se relacionam com aspectos constituintes da cultura escolar. Com tal objetivo em nosso horizonte, os questionamentos direcionados aos alunos alinharam-se com as suas experiências até então tidas com a docência, reflexão sobre as próprias atividades desenvolvidas no decorrer da disciplina, e as suas perspectivas de implementação dos planejamentos didáticos por eles construídos. Para tal, pautamo-nos no trabalho de Forquin (1992), a fim de estabelecermos conceitualmente aspectos da dinâmica cultural do espaço escolar.

Por fim, no **capítulo 7**, concluímos com a sistematização das informações construídas ao longo da dissertação, e com o levantamento de contribuições propor-

cionadas pelo trabalho para o campo da formação de professores, a destacar a importância de os licenciandos vivenciarem as diferentes abordagens didáticas para que as perspectivas de mudanças por elas possibilitadas lhes sejam verossímeis. Nesta seção, delineamos o caminho percorrido por meio dos objetivos específicos e sua relação com o objetivo geral da pesquisa, interpretando os resultados provenientes da análise dos materiais desenvolvidos pelos alunos, indicando o emergir da criticidade por parte dos licenciandos como elemento de destaque, necessário à abordagem investigativa, e indissociável da formação de um professor reflexivo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Antes mesmo de nos debruçar sobre os aspectos teórico-metodológicos da pesquisa realizada, faz-se pertinente o desenvolvimento de mesma natureza da abordagem de ensino utilizada como motivação, ferramenta e objetivo do presente trabalho. No presente texto, olhamos para o Ensino por Investigação com a sua constituição enquanto uma abordagem didática com perspectiva socioconstrutivista (Sasseron, 2015; Gaspar, 2009), uma vez que a sua implementação não influencia apenas nos métodos e estratégias que o professor virá a utilizar, mas também fundamenta a própria concepção do ensino de ciências a partir de um arcabouço próprio. Categorizamos o EnCI como tal por conta do ideal que uma abordagem é aflorada por características de mudança de papel tanto do professor quanto dos alunos, caráter colaborativo entre pares e forte ideal de fomento da autonomia do aluno, a depender do objetivo e intencionalidade do professor. Isto é, não constitui-se ações isoladas para o contexto de realização de intervenções pontuais, mas sim abarca também ações e procedimentos que são realizados pelo professor para construir um ambiente de trabalho investigativo condizente com o ensino de ciências sob uma perspectiva epistemológica (Sasseron, 2021).

Historicamente falando, a abordagem não é necessariamente recente, com propostas datando do início do século XX, no entanto, muitas foram as alterações sofridas, justificando-se uma (ainda que breve) contextualização para melhor compreendermos de onde viemos e para onde estamos seguindo ao optarmos pelo seu uso.

2.1. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COMO PRINCÍPIO DE MUDANÇA

O uso de atividades práticas experimentais não é novidade. Carvalho (2010) aponta que a sua utilização no planejamento de aulas de Física remonta ao século XIX, e que o seu propósito sempre tem sido o de aproximar os alunos dos fenômenos físicos. Isso não significa que a utilização desse recurso (por vezes chamado de "aulas práticas", ou "aulas de laboratório") foi sempre bem aproveitado, ou com um propósito além da simples demonstração por parte do professor, uma vez que, conforme elabora a autora:

A grande maioria destes laboratórios se traduz em aulas extremamente estruturadas com guias do tipo "receitas de cozinha". Nessas aulas, os alunos seguem planos de trabalho previamente elaborados, entrando nos laboratórios apenas para seguir os passos do guia, onde o trabalho do grupo de alunos se caracteriza pela divisão das tarefas e muito pouco pela troca de ideias significativas sobre o fenômeno estudado (Carvalho, 2010, p. 54).

A necessidade (e conseqüente busca) por currículos de ciências que objetivem a aproximação entre o que é ensinado dentro das salas de aula das escolas e o que é comum na prática científica também não é recente (Munford e Lima, 2007; Carvalho, 2010). A superação de modelos curriculares que vençam a ideia do ensino de ciências como algo puramente conteudista e pautado na memorização tem se apresentado como uma jornada com idas e vindas. Pesquisadores passaram a interessar-se na relação entre como se ensina, e como se aprende, e, devido à pesquisa a respeito dos processos de ensino em sala de aula, o Ensino por Investigação, dentre outras abordagens, tem se configurado, com o passar dos anos, como uma alternativa em constante manutenção e aprimoramento que reflete tal perspectiva de educação (Carvalho, 2011).

No âmbito do ensino de ciências, podemos citar a proposta curricular de John Dewey, no ano de 1916, como um ponto de inflexão no que tange às metodologias e abordagens de ensino de ciências. A sua recomendação da inclusão da investigação (do inglês, *inquiry*) nos anos correspondentes ao jardim de infância, ensino primário e secundário (no currículo norte-americano, *K-12*) parte da observação de que, nas etapas citadas, havia uma ênfase demasiada sobre os fatos científicos, sem, de fato, enfatizar o pensamento com caráter científico. De forma a solucionar o problema elencado, Dewey adotou uma estratégia de ensino pautada em um método científico rígido, composto por seis etapas: percepção de situações desconcertantes, clarificação do problema, formulação de uma hipótese, teste dessa hipótese, revisão da hipótese com testes rigorosos e agindo sobre a solução (Barrow, 2006).

Destaca-se que, desde a primeira versão de tal proposta, objetiva-se um envolvimento ativo dos alunos e posicionamento do professor enquanto facilitador e guia da atividade em questão. No entanto, conforme mencionado, a prática científica pautada em um método "rígido" sugerido por Dewey não perdurou, de modo que o próprio autor alterou o foco da sua proposta em 1944 para um objetivo centrado no desenvolvimento do pensamento reflexivo e condizente com os aspectos científicos

que almeja-se que os estudantes aprendam. Dessa forma, a abordagem ganhou traços metodológicos mais gerais, não tão fechados quanto na versão anterior, com fases enunciadas como: apresentação do problema, formulação de hipóteses, coleta de dados durante a realização de experimentos e formulação de uma conclusão (Barrow, 2006). Em contraste com a visão de ciências e método científico que temos hoje, talvez possamos categorizar tal perspectiva adotada por Dewey como uma visão ainda tradicional do "fazer científico", pautada numa ideia bastante procedimental e linear do desenvolvimento do conhecimento, atribuindo ao exercício de tal atividade uma visão bastante reducionista do que é a ciência e as suas possibilidades de ensino, limitando a investigação à uma sequência de tarefas realizadas de maneira mecânica (Bevins e Price, 2016).

A partir dos pilares estabelecidos por Dewey, os anos subsequentes do século XX resultaram em diferentes propostas curriculares que contemplavam a investigação de diferentes formas, e de maneira a atender diferentes interesses e concepções sobre o que o próprio termo significaria. Uma vez que muito do desenvolvimento e fundamentação teórica do Ensino por Investigação tem origem em solo norte-americano e países membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), deve-se considerar que os contextos históricos e sociopolíticos da época de desenvolvimento tiveram grande impacto nos materiais produzidos e a forma como a investigação seria tratada com os alunos (Zômpero e Laburú, 2011; Sá, Lima e Aguiar Jr., 2011). No caso do ensino de Física, podemos citar períodos de tensão no cenário estadunidense, como o período da Guerra Fria e os avanços da União Soviética (o lançamento do satélite Sputnik, por exemplo) que fez com que as propostas curriculares escolares fossem questionadas, uma vez que a prioridade momentânea seria a formação de futuros cientistas (Barrow, 2006). Elencamos como exemplos a elaboração do *Physical Science Study Committee* (PSSC) e o *Harvard Physics Project* (Carvalho, 2010), que já representaram avanços no que tange à utilização de atividades experimentais e à participação dos alunos, ainda que ambos os projetos trouxessem perspectivas bastante procedimentais da ciência na sua concepção de ensino.

Conforme enunciado por Abd-El-Khalick *et al.* (2004), agora já tratando-se de anos mais recentes, a onipresença da investigação em currículos de ensino de ciências (ou, em nossa opinião, ao menos a sua intenção) é observado em diferentes contextos de implementação. No entanto, a própria concepção de

investigação apresenta diferentes perspectivas e a sua utilização apresenta uma série de dicotomias quanto ao seu objetivo curricular. Tais dicotomias são elencadas em seção do mesmo artigo, escrita por Richard Duschl, e entre elas destacamos: "aprender ciências *versus* aprender sobre ciências", "ciência como uma busca constante pela verdade *versus* ciência como uma atividade pautada na resolução de problemas" e "ciência como um processo de teste e justificação de conhecimentos *versus* ciência enquanto processo de descoberta e geração de novos conhecimentos".

Ao nos referirmos ao Ensino por Investigação como princípio de mudança, objetiva-se o movimento de uma transição da perspectiva de que a investigação, dentro do ensino de ciências, serviria apenas como uma ferramenta para alcançar a formalização de conhecimentos científicos. Almeja-se um ideal de ensino que contemple a investigação como objetivo de aprendizagem, tanto no que se refere aos seus resultados, quanto seus processos; ou ainda, elaborando sobre outra das dicotomias apontadas por Duschl: um ensino de ciências por investigação pautado tanto na ciência enquanto construção conceitual e cognitiva, quanto como atividade social (Abd-El-Khalick *et al.*, 2004). Tal perspectiva envolve um ideal de ensino de ciências que transpõe o domínio conceitual, demasiadamente enfatizada em aulas pautadas no Ensino Tradicional² (Diniz-Pereira, 2000), evidenciando-se também os domínios social e epistêmico do conhecimento científico. Estes três domínios do conhecimento científico, Duschl e Grandy (2007, p. 144, tradução nossa) descrevem como:

- Conceitual: as estruturas e processos cognitivos usados ao raciocinar sobre tópicos científicos, as concepções tradicionais, construídas no Método Científico;
- Epistêmica: as estruturas usadas ao desenvolver e avaliar o conhecimento científico;
- Social: os processos e contextos sociais que moldam como o conhecimento é desenvolvido, comunicado, representado e discutido.

Além desses domínios, em anos recentes têm se discutido também acerca do domínio material, correspondente à criação, uso e adaptação de ferramentas

² "O ensino tradicional é essencialmente verbalista, mecânico, mnemônico e de reprodução do conteúdo transmitido via professor, aulas expositivas ou via livro-texto. Esse tipo de abordagem baseia-se, segundo Paulo Freire, na tipologia da "educação bancária", ou seja, uma forma de ensino que se caracteriza por "depositar" no aluno conhecimentos, informações, dados, fatos etc." (DINIZ-PEREIRA, 2000, p. 123).

disponíveis aos estudantes, diferentes tecnologias e modos de organização que possam vir a sustentar e possibilitar o desenvolvimento do trabalho intelectual (Sasseron, 2021).

No tocante a perspectivas de ensino investigativas e à relação entre tais domínios, a crítica dos autores sobre a primazia do domínio conceitual em detrimento das demais é justificada pelo embasamento das aulas tradicionais no chamado "Método Científico", que representa uma simplificação dos processos pelos quais a ciência realmente é desenvolvida. A implementação de aulas que visam às dimensões epistêmica e social caminha em direção a um ensino de ciências que conceitua a ciência enquanto construção humana e trata da investigação e do processo científico como tópicos de igual importância na educação científica.

A respeito disso, baseamo-nos na afirmação trazida por Bevins e Price (2016) de que a investigação (e, conseqüentemente, o Ensino por Investigação) enquanto ato científico não é somente um processo algorítmico a ser utilizado para fins de verificação (seja ela científica, no caso de pesquisadores, ou pedagógica, para os professores), mas sim um recurso que pode ser estruturado em diferentes níveis, que atendem a diferentes finalidades, e que, ultimamente, objetivam aproximar o aluno do conhecer, pensar e fazer científico. Sobre isso, os autores elaboram:

Esta abordagem proporciona aos alunos uma melhor apropriação da sua aprendizagem e permite-lhes navegar ativamente pelos caminhos para uma maior compreensão, maior motivação, melhores atitudes em relação ao esforço científico e crescimento da sua autoestima e da sua capacidade de lidar com novos dados num mundo cada vez mais complexo (Bevins e Price, 2016, p.19, tradução nossa).

Tal citação é corroborada pela fala de Bunterm *et al.* (2014) ao afirmarem que uma das formas de caracterizarmos o Ensino por Investigação seria descrevê-lo como uma abordagem pedagógica centrada no aluno, composta por atividades que possibilitam a aquisição tanto do conhecimento científico, quanto de habilidades processuais inerentes à ciência. Sobre isso, Ferraz e Sasseron (2017) elaboram que um ambiente investigativo corresponde também ao estímulo para que os alunos desenvolvam ações sobre os fenômenos e objetos de aprendizagem que são inerentemente científicos, como a análise de dados, construção de explicações e argumentação. Tal desenvolvimento, por sua vez, é fomentado pela proposição de situações problematizadoras que potencializem o estabelecimento de relações entre

o conteúdo científico a ser estudado e construído dentro de sala de aula, e o cotidiano encontrado pelos alunos. Assim sendo, a objetivação de um ensino de ciências pautado na proposição de um problema alinha-se com o ideal de criação de condições para que o aluno possa, sob orientação do professor, raciocinar e construir um novo conhecimento sobre o mundo (Carvalho, 2013).

A utilização de atividades de Ensino por Investigação representariam, desta forma, uma mudança de um currículo com foco em "o que queremos que os alunos saibam, e o que eles precisam fazer para aprendê-lo" para um currículo que questione "o que queremos que os alunos sejam capazes de fazer, e o que eles precisam saber para que possam fazê-lo" (Duschl e Grandy, 2007; Sá, Lima e Aguiar Jr., 2011). Scarpa e Campos (2018) reforçam tais aspectos construtivistas do conhecimento como elementos fundamentais, principalmente no que tange à importância de considerarmos o que os alunos trazem consigo para a sala de aula em termos de conhecimentos prévios, as interações que ocorrem entre sujeito e objeto de estudo, e, necessariamente, a importância das relações sociais que fundamentam a construção do conhecimento. No entanto, ao almejar alcançar tal objetivo e proporcionar tal mudança, sabemos que se trata de uma proposta deveras ambiciosa, que depende de uma série de fatores, dentre eles, o preparo dos professores que implementarão tais medidas de mudança (Bunterm *et al.*, 2014).

Desta forma, o complicador referente à formação docente e preparação dos profissionais foi o motivador para desenvolvimento do presente trabalho. O Ensino por Investigação é estudado há décadas e possui um corpo de conhecimento vasto, em diferentes idiomas e com referenciais teóricos bem consolidados, mas ainda assim é necessário o questionamento sobre o preparo dos professores que utilizarão esta abordagem no chão da sala de aula, e de que forma o próprio Ensino por Investigação lhes foi ensinado nos anos de formação inicial. Se deseja-se que a abordagem seja efetiva com os alunos da Educação Básica, deve-se olhar para os profissionais responsáveis pelo seu ensino, e a forma como a investigação é contemplada curricularmente nos cursos de licenciatura (no presente caso, em Física). O questionamento aqui proposto é se o seu ensino é tradicionalmente pautado na exposição da abordagem enquanto alternativa, ou se os professores em formação possuem contato com as ferramentas que posteriormente poderão utilizar quando atuarem como educadores nas salas de aula brasileiras. Pretende-se, dessa forma, uma reflexão sobre o processo formativo de professores a partir do contato

com o Ensino por Investigação de forma contextualizada, e as potencialidades mobilizadas a partir da reflexão do seu papel docente no ensino de ciências, sob uma perspectiva que transcenda a reprodução de conteúdos centrada apenas no domínio conceitual do conhecimento.

2.2. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E A CULTURA ESCOLAR

A instituição escolar, enquanto ambiente formativo, pode ser configurada como um espaço de encontro de culturas, haja vista a variedade do público que o configura. No entanto, para além disso, o ambiente escolar também é caracterizado pela existência de uma cultura própria, com relações, escolhas e ações que corroboram o estabelecimento de uma dinâmica ímpar, a qual denominamos de cultura escolar.

A escola não é apenas, com efeito, um lugar onde circulam fluxos humanos, onde se investem e se gerem riquezas materiais, onde se travam interações sociais e relações de poder; ela é também um local – o local por excelência nas sociedades modernas – de gestão e de transmissão de saberes e de símbolos. (Forquin, 1992, p. 28).

Assim sendo, ao nos referirmos a tais interações sociais e relações de poder, estamos discutindo elementos imersos nesta definição cultural, cujos braços se estendem e influenciam de diferentes formas o modo como a dinâmica entre aluno e conhecimento, por fim, ocorre. Para elucidar como tal dinâmica se relaciona com o que até aqui foi discorrido no presente trabalho, olharemos com maior detalhamento para elementos que Forquin (1992) concatena sob dois dos tópicos em seu texto: 1) Imperativos didáticos e cultura escolar; e 2) As matérias escolares, territórios e dinâmicas sociais. Nosso objetivo com isso está localizado na identificação de como tais elementos, atualmente presentes nas escolas, influenciam a formação de professores, direta ou indiretamente. Uma vez que ao longo dos cursos de licenciatura os alunos terão contato com o território escolar (alguns mais cedo que outros³) e seus

³ Julgamos pertinente a adição deste parênteses pelo fato de que alguns alunos entram em contato com a escola muito mais cedo que outros. No caso do estado do Paraná, alunos de graduação que tenham concluído ao menos 25% da grade horária do curso são elegíveis para o cargo de professor da rede básica, mediante aprovação no Processo Seletivo Simplificado (PSS) (Paraná, 2024). Além disso, há alunos participantes de programas tais como o PIBID e Residência Pedagógica. É possível que aqueles alunos de graduação que não participem de tais atividades terão seu contato com a escola, como futuros professores, apenas nos períodos em que realizem o estágio curricular supervisionado.

aspectos culturais próprios, é plausível assumirmos que o contato com tal cultura, de alguma forma, será refletida na forma como o licenciando olhará para as atividades realizadas nas disciplinas vinculadas às práticas de ensino. Por “terem experiência” com o ambiente escolar, o planejamento de atividades que se adequem à realidade encontrada torna-se por eles justificado, porém pode ser um fator que coíbe o aprofundamento em perspectivas de ensino que venham a destoar de tal realidade. No tocante ao primeiro dos tópicos elencados, um dos imperativos didáticos inerentes à cultura escolar (e para a própria prática docente) é a transposição didática, termo cunhado por Michel Verret, referente à “transmissão de um saber adquirido, daqueles que sabem para os que ainda não sabem. Daqueles que aprenderam, para aqueles que aprendem” (Verret, 1975, p. 139 *apud* Leite, Candau, 2004, p. 47). Não trata-se de uma mera simplificação do conteúdo científico de vanguarda, mas sim uma forma de relacioná-lo ao conhecimento “de sala de aula” de forma inteligível aos alunos, chamados por Yves Chevallard de “saber sábio” e “saber ensinado”, respectivamente (Alves Filho, Pietrocola, Pinheiro; 2001). Tal transposição didática surge na relação entre três objetos: professor, ensino e conhecimento (Chevallard, 2013), e a forma como estes se relacionam resulta nas ações que constituem o conjunto de práticas do professor em questão. Baseados nisso, parece-nos coerente assumirmos que a forma como o conhecimento científico é transposto pelo professor, em grande parte, reflete-se no conjunto de ações pretendidas pelo profissional e a sua própria perspectiva de ensino.

A relação que aqui buscamos estabelecer com o segundo dos tópicos elencados do texto de Forquin (1992) diz respeito à resistência docente quando confrontados com inovações que perturbem a, até então bem estabelecida, dinâmica escolar. Quando olhamos para tal comportamento sob a luz das incertezas trazidas pela redação de documentos como a BNCC, que exerce grande influência sobre o que ocorre no interior de uma sala de aula, mas que, conforme apontado por Sasseron (2018) e Cogo e Leite (2019), pouco informa a respeito do que o professor deve fazer nesse cenário, tal resistência parece-nos compreensível, e a transposição didática desempenhada pelo professor passa a assumir os contornos do ensino que já é tradicional no ambiente escolar.

É por isso que as inovações que supõem novos recortes nas matérias ensinadas e uma redefinição das fronteiras entre os saberes podem ser percebidas pelo docente como ameaçadoras a sua identidade pessoal,

sobretudo se elas lhe impõe verdadeiras "migrações" em direção a atividades menos familiares. (Forquin, 1992, p. 38).

2.3. AULAS INVESTIGATIVAS E SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVO

Além da natural (e compreensível) preocupação no que tange ao controle da classe, é inegável que um dos fatores que causa maior preocupação nos professores é o tempo empreendido para cada fase do desenvolvimento do currículo proposto. A constante pressão de "vencer conteúdos" em contraste com a qualidade do aprendizado que os alunos atingem é uma discussão repleta de intricacões, e, ao encontro disso, o Ensino por Investigação é apresentado como uma alternativa ao ensino tecnicista, visando um aprendizado holístico do fazer e compreender ciências, enfatizando que isso não se alcança por uma série de aulas desconexas, cada uma abordando um tópico curricular transmitido (e aqui enfatiza-se a palavra "transmitido") de forma apressada aos alunos em porções fracionadas, mas sim com aulas que se completem e se desenvolvam ao longo de uma série de encontros, resultando num processo educacional contínuo (Duschl e Grandy, 2007). Isso reflete um aspecto bastante característico e enraizado da cultura escolar: a ideia de "dar conta de um currículo", ou até mesmo "formar para a resolução de contas"; e sendo a escola o palco de atuação do professor, este aspecto da cultura escolar é transposto para a formação docente (Sasseron, 2024).

Nesse aspecto, faz-se necessário que o docente que busca implementar o EnCI em suas aulas possua um olhar aguçado para o currículo posto e a sua relação com os tempos e recursos escolares. A forma como determinadas aulas (ou sequências de aulas) são ministradas, estratégias utilizadas e primor pelo aprofundamento de determinados assuntos refletem a intenção pedagógica do professor, que necessita tomar decisões coerentes com suas intenções ao desenvolver o EnCI. Tais decisões, por vezes, podem ser vistas como uma "transgressão" do currículo a ele imposto, mas são elementos inerentes ao fazer docente (Sasseron, 2024). Se visamos possibilitar uma familiarização com o conteúdo, um contato progressivamente mais intenso com o tópico de estudo, e uma formalização científica que seja inteligível ao aluno, que lhe faça sentido e que resulte em um aprendizado para além da realização de contas, visando aspectos de alfabetização científica (Sasseron, 2015), a necessidade de um planejamento que não se dê em caixinhas de aulas com temas isolados a serem vencidos a cada

semana, mas sim um estudo contínuo, conforme acima proposto por Duschl e Grandy (2007), faz-se imprescindível. Em concordância com isso, ao buscarmos enunciar, de fato, "por que precisamos de sequências de ensino investigativo, em oposição a atividades pontuais?", enfatiza-se:

Nesse contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (Carvalho, 2013, p. 9)

Tal perspectiva, no entanto, não descarta a utilização de atividades investigativas pontuais, e não amparamo-nos no ideal de que todos os conteúdos devem ser ministrados de acordo com a abordagem investigativa, posicionando-nos em concordância com Mumford e Lima (2007) ao elucidar que alguns temas se beneficiam mais da abordagem do que outros, e que o EnCI se configura como uma, dentre outras estratégias, a serem utilizadas pelos professores na busca pela diversificação da sua prática docente.

A proposta por nós abordada no decorrer do presente trabalho dialoga com os pressupostos postos por Carvalho (2013) no sentido da importância dada ao planejamento que relaciona o aluno, o conteúdo e materiais e as interações sociais possibilitadas. Concordamos também com a prerrogativa de abordagem de conhecimentos prévios, elaboração de novas ideias e discussão colaborativa. No entanto, a sequência de aulas aqui desenvolvida não configura-se como uma SEI, uma vez que não parte de uma problematização inicial a ser desenvolvida, mas sim de uma atividade experimental diretiva, a qual é sucedida por outras atividades experimentais com diferentes características investigativas. Assim sendo, nos valem e corroboramos Carvalho (2013) ao evidenciarmos, para nossos fins, a necessidade de um encadeamento de aulas, atividades e a construção de uma narrativa no decorrer dos encontros, ao mesmo tempo que enfatizamos o objetivo de não apenas possibilitar a apropriação do conhecimento do EnCI, mas também das habilidades que se fazem necessárias para a sua implementação por parte do professor em formação.

O parêntese aqui feito ao nos referirmos sobre o encadeamento de aulas,

diz respeito à dificuldade de elaborar temas mais complexos dentro de encontros isolados, pelo fato de que não estamos acostumados com aulas investigativas, e muitas vezes não sabemos como proceder e utilizar o tempo para tal. O EnCI é consolidado a partir da apresentação de boas questões, da busca da resolução de problemas, diálogo entre alunos, elaboração pautada em conhecimentos prévios e uma construção colaborativa do referencial científico, e não do mero ensino de um "método científico", e isso, evidentemente, necessita de tempo (Sasseron, 2024).

Todas essas elaborações teóricas servem ao propósito de formação científica dos estudantes. Evidentemente, diferentes etapas de ensino corresponderão a uma maior robustez e sofisticação, mas podemos afirmar que a semelhança presente na implementação de atividades investigativas em diferentes etapas de ensino encontra-se na objetivação da alfabetização científica. Sasseron (2013) atribui a tal termo o significado de um processo em constante desenvolvimento, que permite aos aprendizes conhecimento suficiente para discutir criticamente temas científicos e suas relações com a vida e sociedade. Para atingir tal objetivo, ainda que não seja a única, o EnCI é apresentado como uma abordagem coerente com o que almeja-se que os aprendizes sejam capazes de fazer, configurando-se como uma “modalidade de interação trabalhada para o desenvolvimento da alfabetização científica em sala de aula” (Sasseron, 2015, p. 51). A complexidade de tal tarefa é compatível com a perspectiva de que dificilmente o conhecimento científico se fará inteligível ao aluno se feito por meio de exemplificações desconexas, atividades isoladas, ou resolução de exercícios que pouco se relacionem com a sua realidade, ou seja,

[...] as ciências abordadas em sala de aula precisam ser mais que uma lista de conteúdos disciplinares e devem permitir também o envolvimento dos alunos com características próprias do fazer da comunidade científica; entre elas: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias (Sasseron, 2013, p. 42).

Dessa forma, sendo o processo de investigação algo complexo, e com um objetivo fundamental para a formação do aluno, faz-se necessária a reflexão da formação profissional daqueles que serão responsáveis por tal processo formativo. O EnCI não corresponde a uma ferramenta, técnica ou metodologia; ele consiste em uma abordagem didática justamente pela forma que o diálogo com os alunos acontece, ou seja, não é apenas uma mudança na forma como os conceitos são apresentados, mas sim nos processos que nos permitem apresentar os conceitos

científicos, e a maestria de tais processos depende de uma formação docente cuidadosa e intencionalmente planejada para tal (Sasseron, 2024).

2.4. O PAPEL DO PROFESSOR E OS GRAUS DE LIBERDADE INTELECTUAL

"O que é demandado do professor no Ensino por Investigação?". Pode parecer uma pergunta simples, mas que resulta em respostas contendo uma série de práticas, algumas comuns à diversas abordagens didáticas, e outras específicas ao EnCI (Maximo-Pereira; Cunha, 2021) para as quais profissionais formados poderão encontrar lacunas em sua formação. Conforme citado anteriormente, o papel do professor sofre uma drástica mudança, deixando de ser o único responsável pela elaboração teórica do conceito estudado, como no contexto de uma aula expositiva, precisamente programada para o preenchimento de quadros e cadernos, introdução e elaboração de conceitos e proposição e resolução de exercícios demonstrativos. Com o uso de tal abordagem surge uma situação muito mais complexa, mas igualmente mais frutífera: a atribuição do papel de mediador que auxiliará os alunos na construção do seu próprio conhecimento, abraçando a imprevisibilidade inerente a alguns momentos das aulas para a elaboração de conceitos, e partilhando a responsabilidade da conceituação de fenômenos e conclusão de sequências de ensino em conjunto com seus alunos.

Sendo o professor o responsável pelo planejamento das aulas a serem implementadas; o desenvolvimento, as potencialidades e os resultados que podem ser alcançados com o que é por ele elaborado dependem de múltiplos fatores, a citar elementos ambientais, estruturais ou até mesmo burocráticos e que fogem à sua alçada. No entanto, um dos fatores sobre os quais o professor tem total controle e que orienta grandemente a sua atuação e perspectiva de ensino é a sua intencionalidade, no caso do EnCI, voltado à "possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos" (Sasseron, 2015, p. 58). Sendo este um ponto elencado em diferentes abordagens, é necessário destacar que representa papel central no que se refere à elaboração de atividades investigativas, uma vez que influencia diretamente no que é possibilitado (ou não) aos alunos. Em anos recentes, as definições do Ensino por Investigação passam a discorrer sobre a forma como o docente cria condições para que suas

aulas fujam da transmissão mecânica, uma das características do Ensino Tradicional. No EnCI, os alunos são encorajados a:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Em consequência disso, quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo (Carvalho, 2018, p. 766).

Dessa forma, no âmbito do Ensino por Investigação, o ambiente de ensino criado pelo professor se faz tão pertinente quanto os tópicos estudados e o planejamento idealizado. É o estabelecimento de um espaço de interação entre alunos e o material de estudo que possibilita um lugar seguro para que o estudante participe sem medo de errar; "isso é dar liberdade intelectual aos alunos" (Carvalho, 2018, p. 767). No caso do presente trabalho, focaremos no estudo das atividades experimentais investigativas, não nos aprofundando nas potencialidades que outras atividades, como discussão de textos históricos, ou resolução de problemas também podem trazer (Carvalho, 2018). Tais perspectivas são igualmente valiosas e contribuem grandemente para a formação do sujeito no percurso escolar, no entanto, em razão do tempo disponível para a elaboração, verificação, implementação e análise de uma intervenção, optamos por localizar a parte prática da proposta em AEI, com indicações de atividades de outra natureza como parte da leitura complementar sugerida. Dito isso, o **Quadro 01** apresentado em seguida aponta elementos chave da prática experimental, e pontos a serem analisados sob a perspectiva de qual agente da atividade está encarregado por cada uma das tarefas. Quando confrontados com tal quadro, é natural que reflita-se sobre a crítica previamente feita, ainda nesta sessão, sobre o tradicionalismo do chamado "método científico", e como ele aparece representado nesta organização de dados; entretanto, deve-se observar que o quadro não apresenta um passo a passo metodológico engessado a ser seguido, mas sim uma série de elementos que naturalmente são observados ao longo do desenvolvimento de uma atividade experimental investigativa. Assim sendo, o quadro não apresenta a receita a ser seguida, mas sim alguns ingredientes necessários para que a atividade seja realizada, e a forma como esses ingredientes serão utilizados depende (novamente)

dos fatores condicionantes da ação docente e da intencionalidade do professor. A gênese deste tipo de análise é atribuída por Carvalho (2010) aos estudos de Milton O. Pella no que se refere ao estudo de tais atividades no contexto do Ensino Médio americano (*High School*), e foi aprimorado de forma a apresentar, de maneira inteligível, o gradiente de responsabilidades transferidas aos alunos ao passo que aumentamos o grau de liberdade intelectual.

No entanto, como é de se imaginar, isso não é obtido repentinamente e mediante simples atitudes a serem desenvolvidas no decorrer de uma atividade em específico. Requer esforço por parte do docente e uma preparação cautelosa, que irá concordar com o grau de liberdade intelectual que ele planeja possibilitar aos seus alunos; quanto maior a responsabilidade dos alunos ao longo das aulas desenvolvidas, maior será o grau em questão. É necessário, porém, observar que "aumentar a responsabilidade" dos alunos não equivale a possibilitar que eles ajam de forma arbitrária sem que o professor interfira, mas sim que as suas atitudes ao longo das atividades sejam orientadas pelo professor que cumpre o papel de balizar o conhecimento que é, aos poucos, construído pelos alunos, no sentido objetivado no seu planejamento.

Quadro 01: Graus de liberdade de professor (P) e alunos (A) em atividades experimentais.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusão	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Carvalho (2018) *apud* Carvalho, Ricardo, Sasseron, Abib, & Pietrocola, 2010, p. 55

Como observa-se no quadro acima, à medida que os graus de liberdade intelectual aumentam, a responsabilidade por diferentes etapas não é alterada bruscamente, mas sim de forma gradual, por meio do seu compartilhamento entre professor e alunos no que diz respeito ao desenvolvimento metodológico das atividades experimentais em questão, e a conclusão é feita de forma colaborativa envolvendo a classe como um todo. Os graus de liberdade maiores, como o 3 e o 4, podem ser mais facilmente desenvolvidos em turmas cujo contato com o EnCI já tenha sido estabelecido, onde os alunos não se limitam mais a apenas entender o

raciocínio do professor, mas atuam ativamente no processo que culminará na sistematização feita com os colegas ao fim da atividade (Carvalho, 2018). Tal movimentação pode ser assustadora ao professor; Bunterm *et al.* (2014) enunciam que o medo de perder o controle dos estudantes dentro da sala de aula sentido pelo professor é um dos fatores que limita muitos educadores a conterem-se em atividades de graus 1 e 2, representando um ensino diretivo; o que podemos relacionar com um natural desconforto perante ao desconhecido e a desnaturalização do ambiente de sala de aula como um lugar naturalmente inquisitório. Se os professores são "acostumados" com o ensino diretivo ao longo dos seus anos de formação, torna-se plausível considerar que o preparo por meio do (e para o) ensino investigativo durante a sua formação profissional venha a refletir na sua própria prática docente em anos futuros.

3. O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR

Uma vez definido o tópico a ser estudado e alguns dos seus pressupostos teórico-metodológicos, devemos definir o contexto no qual a investigação será feita, bem como os motivos que nos levaram a tomar tal escolha.

No capítulo anterior nos debruçamos sobre elementos que caracterizam o Ensino por Investigação como uma abordagem com grande potencial para a formação de sujeitos críticos, com capacidade de vincular conceitos científicos com a sua realidade cotidiana e tomar decisões pautadas em uma cuidadosa interpretação do mundo à sua volta. No entanto, é necessário o questionamento a respeito da preparação dos docentes que farão uso de tal abordagem dentro da sala de aula do ensino básico, ou seja, o quanto do Ensino por Investigação realmente é abordado nos anos de formação inicial dos nossos professores.

A respeito disso, a própria Base Nacional Comum Curricular é responsável pelo uso do termo "investigação" ou similares inúmeras vezes, sendo eles encontrados múltiplas vezes em mais de 70 das 600 páginas do documento (ainda que muitas dessas vezes sem se referir, de fato, ao processo investigativo, resultando em uma certa perda do significado da palavra enquanto abordagem teoricamente fundamentada). No entanto, independente de utilizações diversas do termo em questão, é possível verificar de forma enfatizada pelo documento o quanto a investigação no processo científico se faz necessária para a formação do sujeito-cidadão. Isso nos leva ao importante questionamento: os conhecimentos educacionais necessários para propiciar tal formação são encontrados nos componentes curriculares dos cursos de formação de professores? No que tange especificamente a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, na etapa do Ensino Médio, o documento é bastante claro:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (Brasil, 2018, p. 550).

Ademais, a Competência Específica 3 diz respeito justamente à investigação de situações-problema, avaliação de como o conhecimento científico e tecnológico é desenvolvido e aplicado, bem como suas consequências sociais (Brasil, 2018). Ademais, nos parágrafos descritivos de tal competência, encontra-se:

[...] espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento (Brasil, 2018, p. 558).

A inclusão de tais perspectivas num documento que tem como objetivo traçar as bases educacionais em âmbito nacional é uma conquista, fruto das inúmeras pesquisas realizadas a respeito da abordagem temática em questão ao longo de muitos anos nas etapas de ensino contempladas na Educação Básica. É necessário, no entanto, reconhecer que seria inocente acreditar que a mera redação desses elementos e a elaboração de novos materiais de apoio seriam suficientes para contemplar as nuances que fazem o EnCI ser tão complexo enquanto abordagem didática.

Assim sendo, buscamos conhecer de forma mais aprofundada a realidade da pesquisa brasileira no que tange à abordagem do Ensino por Investigação no contexto formativo do Ensino Superior, como se dá a preparação dos docentes que deverão ter domínio da abordagem para propiciar uma educação tal qual a almejada para os alunos dos ensinos Fundamental e Médio, e quais as possíveis lacunas formativas encontradas durante os anos de licenciatura.

3.1. POR QUE NÃO NO ENSINO SUPERIOR?

Acreditamos que a prática do professor é uma amálgama das experiências que vivenciou ao longo de todos esses anos, e pelos exemplos de professores com os quais teve contato, conforme afirma Villarrubia (2017, p. 27):

[...] os licenciandos, durante o processo de se tornarem professores, seguem modelos de “bons professores” que possuem ou possuíam durante a vida acadêmica. Primeiramente, a concepção de “bom professor” é polissêmica, e depende de diversos contextos e fatores, e a observação e tentativa de reprodução de um modelo podem tornar o futuro professor um mero aprendiz que aprende o saber a ser acumulado.

Por conseguinte, a formação de um professor com as habilidades necessárias, e que tenha segurança para a implementação do Ensino por Investigação pode ficar comprometida se tal prática não for por ele vivenciada.

Assim sendo, realizamos uma revisão sistemática da produção acadêmica brasileira no que tange à implementação da abordagem na etapa de ensino em questão. Faz-se pertinente também a delimitação de estudo estabelecida, que buscou analisar a presença (e a natureza da presença) do Ensino por Investigação apenas nos cursos de formação inicial, não contemplando, desta forma, a formação continuada. Tal escolha se deu por conta do foco e interesse de pesquisa, localizando e refletindo sobre a presença curricular do EnCI, e a preparação dos docentes recém formados.

Inicialmente, almejamos apenas a inclusão de artigos que contemplassem o Ensino por Investigação dentro do contexto formativo dos cursos de Licenciatura em Física, mas após ver o quão reduzidos eram os resultados, a busca foi ampliada para quaisquer áreas, resultando num montante significativamente maior. Uma vez selecionados os artigos e trabalhos, buscou-se categorizá-los com base na ciência de referência tratada ao longo do texto, conforme disposto no **Quadro 02**.

Quadro 02: Quantidade de artigos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior, por ciência de referência.

Licenciatura			Bacharelado/Não especificado
Física	Química	Biologia	
14	18	29	17

Fonte: O autor (2025).

A revisão se deu com base em materiais advindos de artigos nacionais e eventos nacionais da área de pesquisa em ensino de ciências da natureza, totalizando 78 trabalhos (**Apêndice B**).

3.1.1. Periódicos

A busca do material na modalidade de periódicos foi feita nos arquivos concatenados pelo repositório da CAPES, com uma janela de tempo de dez anos (2013 - 2023), abrangendo artigos publicados em periódicos com *qualis* entre A1 e A4.

Para tal, foram feitas diferentes combinações de busca utilizando as seguintes palavras-chave: "ensino por investigação", "ensino investigativo", "ensino superior", "formação docente", "licenciatura" e "graduação". Os resultados das buscas podem ser encontrados no **Quadro 03**.

Quadro 03: Quantidade de artigos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior, por combinação de palavras-chave.

Combinação	Quantidade de artigos (bruta)	Quantidade de artigos utilizados
Ensino por investigação (exato) + ensino superior (contém)	14	3
Ensino investigativo (exato) + ensino superior (contém)	4	1
Ensino por investigação (exato) + formação docente (contém)	47	8
Ensino investigativo (exato) + formação docente (contém)	23	1
Ensino por investigação (exato) + licenciatura (contém)	24	5
Ensino investigativo (exato) + licenciatura (contém)	7	2
Ensino por investigação (exato) + graduação (contém)	20	3

Fonte: O autor (2025).

Como pode-se perceber, a quantidade bruta de artigos obtidos pela busca (139) representa uma quantidade muito superior àquela dos artigos realmente analisados (23). Tais artigos foram localizados em 14 periódicos diferentes: Revista de Ensino de Ciências e Matemática, Enseñanza de las Ciencias, Docência em Ensino Superior, Alexandria, Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Formação Docente, Revista Insignare Scientia, Investigações em Ensino de Ciências, Revista Vivências, Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Triângulo, Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática, Ciência & Educação. A discrepância apontada

ocorreu por motivos como: a categorização realizada pelo autor em termos de palavras-chave não refletir com precisão o conteúdo do artigo, repetição do mesmo artigo em buscas utilizando diferentes palavras-chave, e, de forma mais comum, a não contemplação do trabalho no que diz respeito ao escopo da investigação aqui proposta, uma vez que muitos trabalhos encontrados diziam respeito a contextos alheios ao Ensino Superior, mas como a palavra encontrava-se citada no texto do trabalho, o mecanismo de busca retornou tal resultado. Assim sendo, a cuidadosa leitura dos resumos, objetivos e pontos principais dos trabalhos elencados foi uma ferramenta essencial para a definição dos arquivos contemplados na presente revisão.

Uma vez selecionados e lidos em sua totalidade, buscamos, com base nesses artigos, compreender de que forma os elementos do Ensino por Investigação permeiam a formação de professores. Atentamo-nos então para a forma aparecem na etapa do Ensino Superior, enquanto implementação da abordagem em sala de aula com os alunos, de forma teórica, por meio do desenvolvimento de atividades presumidamente investigativas, reflexões a partir de ações dos alunos em diferentes contextos etc.

Alguns elementos emergem de forma bastante contundente em múltiplos trabalhos, apontando, desta forma, uma tendência no que tange à utilização da abordagem nos cursos de Ensino Superior. E para tal, é necessário que façamos uma separação no tocante à utilização do EnCI. No ensino das disciplinas com estreita relação à ciência de referência, raros são os trabalhos encontrados em nossa revisão cuja ação docente contempla o uso da abordagem; estes são: Isidoro, Bellucco e Carvalho (2020) e Silva, Vertuan e Silva (2018) como os exemplos encontrados onde o EnCI é abordado em disciplinas de Física Geral I e Cálculo Diferencial e Integral I, respectivamente. Tais disciplinas ainda parecem se preocupar demasiadamente com o ensino conceitual das ciências em detrimento das dimensões epistêmica e social do conhecimento científico, e o elemento investigativo não surge com a devida atenção.

Já em disciplinas voltadas à área de educação, componentes dos cursos de licenciatura, podemos citar a enunciação e formalização da abordagem pautadas na leitura e discussões de referenciais teóricos entre a turma, muitas vezes seguidos da solicitação de elaboração de atividades com viés investigativo por parte dos discentes, a exemplo do que é encontrado em Melo *et al.* (2023): Experimentos

investigativos na formação de professores de ciências e biologia no ensino remoto. O EnCI é proposto como tópico de estudo, no entanto, a profundidade e característica com a qual ele é abordado parece-nos não contemplar o necessário para uma aprendizagem plena dos seus fundamentos. Além disso, por parte dos próprios autores parece haver certa confusão em relação ao que realmente é o Ensino por Investigação, de forma que repetidas vezes a abordagem foi classificada como uma "metodologia ativa", termo este que não engloba em sua totalidade o arcabouço teórico-metodológico que faz do EnCI uma abordagem didática. O resultado disso é que, muitas vezes, os alunos têm contato com o EnCI, mas sem os recursos de apropriação que potencialmente permitirão a utilização efetiva da abordagem em anos subsequentes. Apontamos assim para a diferença existente entre os alunos serem expostos a algo com intuito de introdução e familiarização; e o que pode vir a possibilitar a sua apropriação. Tal afirmação é válida tanto para o ensino da ciência de referência ao longo do curso de graduação, quanto diferentes abordagens, técnicas, ferramentas e metodologias de ensino, de forma que não será meramente a leitura de artigos da área, ou produção de um plano de aula deslocado do contexto investigativo que dará conta disso.

Além disso, cursos de graduação com didáticas tradicionais baseadas em atividades experimentais para confirmação de conceitos, leis ou teorias vistas em aulas ou em livros preocupam pesquisadores do ensino de ciências, que enfatizam a necessidade de mudanças nas estratégias didáticas dos cursos de licenciatura (NRC, 2000). Nesse sentido, a formação docente inadequada pode educar professores com dificuldade em lecionar numa perspectiva construtivista de ensino (como é o caso do ensino por investigação) [...]. (Villarrubia, 2017, p. 36).

É necessário arcabouço teórico, estudo, conceituação e aplicação por parte do professor para que isso se concretize. Tais características foram identificadas em trabalhos que buscavam processos de reflexão orientada ao longo da elaboração de propostas didáticas por licenciandos, uma vez que os discentes tinham dificuldades em contemplar nos seus planejamentos elementos-chave do EnCI, a destacar a proposição de problemas de forma contextualizada. (Stuart, Marcondes; 2022).

Foi possível identificar que os trabalhos que relatam de forma mais contextualizada, reflexiva e crítica o uso do Ensino por Investigação são os que, de alguma forma, possibilitaram ao aluno o exercício da abordagem. Tais artigos comumente relatam o contexto de aplicação da pesquisa como projetos de

extensão, Programa Institucional de Bolsas de Incentivo à Docência (PIBID), programas de residência pedagógica etc., ou seja, em sua grande maioria, cenários acadêmicos deslocados da grade curricular dos cursos de formação superior e, em algumas situações, o estágio curricular supervisionado, citamos como exemplo o artigo de Coelho (2020). Em tais contextos, foram identificadas características que fornecem aporte para a constituição desta categoria: a apresentação e formulação teórica da abordagem por parte dos professores orientadores, contemplando a prática com os membros dos grupos em questão e exemplificações (Oliveira e Obara, 2018), mas também a construção colaborativa de materiais e atividades que os estudantes aplicariam em diferentes ambientes, seja em escolas ou até mesmo com os próprios colegas, e, talvez mais importante dentro do processo formativo, passariam por um processo reflexivo após a implementação, pautado na discussão de potencialidades, dificuldades encontradas e pontos a serem considerados, como descrito em Coelho (2020).

Ainda que sejam escassos os trabalhos que abordem tal temática, pode-se identificar alguns elementos que ressaltam uma nova categorias de documentos, referente à preocupação com a inserção do Ensino por Investigação em disciplinas do componente pedagógico dos cursos de licenciatura a exemplo de: (Melo; Dutra; Dávila, 2021; Silva; Mortimer, 2013; Menezes, 2021; Monteiro; *et al.*, 2022; Jesus; Martins; Silva, 2023). Ao que nos parece, as propostas e trabalhos que citam o Ensino por Investigação como uma possibilidade de ensino alternativo nos cursos de formação de professores muito se relacionam com a distância entre o âmbito teórico e o âmbito pedagógico, ou seja, de maneira prática, não são exploradas as nuances que a abordagem oferece de forma aplicada à prática de docência, resultando em uma formação insuficiente ao licenciando. A respeito disso, concordamos com a afirmação de que

[...] é reduzido o número de disciplinas teóricas da área de Educação (Didática, Psicologia da Educação ou do Desenvolvimento, Filosofia da Educação etc.) e que, mesmo as disciplinas aplicadas, têm espaço pequeno nas matrizes, sendo que estas, na verdade, são mais teóricas que **práticas**, onde deveria haver equilíbrio entre esses dois eixos. Com essas características apontadas, com vasto rol de disciplinas e com a ausência de um eixo formativo para a docência claro, presume-se a pulverização na formação dos licenciados, o que indica frágil preparação para o exercício do magistério na educação básica” (Gatti, 2011, p. 218, grifo nosso).

O termo “prática” grifado na citação é tido como o desenvolvimento no sentido de execução daquilo que é aprendido, não estando vinculando única e exclusivamente a atividades de cunho prático, mas sim possibilitando ao licenciando a realização tangível e concreta daquilo que lhe é ensinado.

Assim sendo, é necessário apontar que os próprios professores e pesquisadores não são ingênuos a ponto de acreditar que a forma como a abordagem em questão vêm sendo utilizada no Ensino Superior é algo perto do ideal. A presente etapa da revisão sistemática aqui desenvolvida identificou que alguns dos próprios artigos encontrados fazem alusão, justamente, à ausência de publicação de trabalhos que contemplem a utilização da abordagem de forma problematizada na etapa em questão, caracterizando uma nova categoria de trabalhos, e evidenciando tanto a preocupação quanto sugestões de implementação e aprofundamento teórico em disciplinas de cunho pedagógico (Silva, 2020; Jesus *et al.*, 2023), e conseqüente preocupação com o perfil dos licenciados ao final da sua formação inicial.

3.1.2. Eventos

No que se refere à publicação de trabalhos em eventos, a busca aqui apresentada contemplou três grandes eventos de Pesquisa em Educação de Ciências da Natureza de magnitude nacional em solo brasileiro: o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e o Encontro de Ensino de Ciências por Investigação (EnECI). Frisamos que, no momento de elaboração da dissertação não contemplamos o Simpósio Nacional de Ensino de Física pela natureza do evento não ser especificamente voltada para a pesquisa em Educação, abrangendo um leque maior de possibilidades de submissão de trabalhos. Para cada um dos eventos, foram analisados os trabalhos publicados nos seus respectivos anais e páginas de programação da edição em questão. No caso do ENPEC e do EPEF, o levantamento foi feito para as últimas cinco edições de cada evento (no caso do ENPEC: edições de 2015, 2017, 2019, 2021 e 2023; e no caso do EPEF: edições de 2014, 2016, 2018, 2020, 2022) e os arquivos foram encontrados por meio da utilização da ferramenta de busca dos próprios organizadores, contendo as palavras chave: "ensino por investigação" e "ensino investigativo".

Uma vez que a associação de múltiplas palavras-chave não era permitida pelo sistema de busca dos eventos, optou-se então pela leitura flutuante (Bardin, 2002) de todos os trabalhos encontrados contendo tais termos, a fim de selecionar quais seriam pertinentes para o desenvolvimento da pesquisa almejada. Os resultados da busca encontram-se dispostos no **Quadro 04** para o ENPEC e no **Quadro 05** para o EPEF. Já para o caso do EnECI, por se tratar de um evento específico do Ensino de Ciências por Investigação, as palavras-chave elencadas para o levantamento foram "formação inicial", "formação de professores", "licenciatura", "ensino superior" e "graduação". Ressalta-se que ao nos referirmos ao EnECI, conseguimos acesso apenas aos trabalhos publicados na segunda edição, ocorrida em 2020, e na terceira edição do evento, ocorrida em 2024, das quais foram elencados para análise 13 e 29 trabalhos, respectivamente.

Quadro 04: Quantidade de trabalhos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior em edições do ENPEC.

Edição do evento	Quantidade de trabalhos (bruta)	Quantidade de trabalhos utilizados
X ENPEC - 2015	23	1
XI ENPEC - 2017	10	1
XII ENPEC - 2019	24	3
XIII ENPEC - 2021	1	0
XIV ENPEC - 2023	10	1

Fonte: O autor (2025).

Quadro 05: Quantidade de trabalhos que abordam o EnCI no contexto do Ensino Superior em edições do EPEF.

Edição do evento	Quantidade de trabalhos (bruta)	Quantidade de trabalhos utilizados
XV EPEF - 2014	4	1
XVI EPEF - 2016	6	1
XVII EPEF - 2018	12	3
XVIII EPEF - 2020	10	2
XIX EPEF - 2022	3	0

Fonte: O autor (2025).

Em consonância com o que foi observado na análise de artigos feita na seção 3.1.1., a análise dos trabalhos apresentados nos eventos selecionados resultou em

pontos de reflexão semelhantes. Destacamos as semelhanças encontradas como à natureza do conteúdo dos trabalhos: contextos de aplicação e até mesmo conclusões convergentes no que se refere à carência de estudos no palco do Ensino Superior, em especial, nas ciências de referência. À medida que, em disciplinas particulares à licenciatura, ressalta-se a preocupação com a forma que as disciplinas referentes ao componente pedagógico dos cursos de formação inicial contemplam a abordagem estudada. Além disso, tal qual observado na seleção de artigos para compor a presente revisão sistemática de literatura, evidenciamos a discrepância entre as quantidades de trabalhos referentes ao Ensino por Investigação no Ensino Básico, e os trabalhos desenvolvidos na etapa do Ensino Superior (no contexto de formação inicial) em ambos os eventos. No caso do EnECI, tal discrepância mostrou-se ainda mais acentuada, sendo que na segunda edição, dos 232 trabalhos apresentados, apenas 13 foram destacados, e dos 377 trabalhos apresentados na terceira edição, apenas 29 foram utilizados para o desenvolvimento da presente revisão.

De acordo com a leitura integral dos trabalhos selecionados, é identificar que, ainda em muitas situações, o Ensino por Investigação emerge nas disciplinas de formação superior como um tópico de discussão, porém sem aprofundamento teórico-prático, a citar Biancolin e Roa (2024); Chefer e Oliveira (2024). Nesses casos, professores universitários concentram seus esforços no campo conceitual da abordagem, seguido pela elaboração de sequências de ensino por parte dos alunos como método avaliativo. As nuances características da implementação de uma abordagem complexa, como é o caso do Ensino por Investigação, no contexto curricular, para as quais o professor formador pode não ter o devido arcabouço teórico-metodológico, potencializa constituição de dificuldades de aprendizagem dos seus principais elementos por parte dos licenciandos, ou seja, os alunos aprendem sobre a abordagem sem, de fato, terem contato com o EnCI (Piãotquewicz; Portela; Higa, 2023). Isso ocorre quando tem-se atividades pautadas apenas na leitura e posterior proposta de desenvolvimento de atividades investigativas pelos licenciandos, sem que haja uma etapa que contemple a assimilação de tal referencial, a exemplo do que é relatado por Souza e Machado (2024), resultando em um efeito dominó que forma professores possivelmente despreparados para a implementação em quaisquer tipos de sala de aula, geração após geração.

"Isso obriga que as propostas de renovação sejam também vividas, vistas em ação: somente assim torna-se possível que estas propostas tenham efetividade e que os futuros professores (ou aqueles que estão já em exercício) rompam com a visão unilateral da docência recebida até o momento." (Carvalho, Gil-Pérez; 2011, p. 41)

Portanto, não basta que o professor seja um reproduzidor de conhecimentos dispostos aos alunos de maneira transmissora, mas sim que ele esteja coordenando um trabalho intelectual que torna-o professor, remetendo-se ao ato de ensinar, neste caso, futuros professores. Defendemos tal perspectiva para disciplinas de cursos de formação de professores de modo geral, tanto dos componentes curriculares de ensino quanto da ciência de referência. Ao fazer isso, o professor formador de professores vai ao encontro do pensamento freireano:

"É preciso, sobretudo, [...] que o formando, desde o princípio mesmo de sua experiência formadora, assumindo-se como sujeito também da produção do saber, se convença definitivamente de que ensinar não é *transferir conhecimento*, mas criar as possibilidades para a sua produção e a sua construção." (Freire, 2011, p. 20).

Assim sendo, não faz-se suficiente colocar os alunos de graduação em posição de simples leitura e debate, atribuir-lhes tarefas de desenvolvimento de sequências sem que eles saibam como a vivência do Ensino por Investigação se dá, e sem a experiência da complexa mudança de postura do professor para um professor-pesquisador (Carvalho, Gil-Pérez, 2011) que orienta seus alunos. Tal postura é semelhante a esperar que um acadêmico do curso de Física aprenda as intricadas da mecânica quântica meramente pela apresentação às equações de Schrödinger, princípio da incerteza de Heisenberg etc. Ou seja, o professor "[...] deve engajar os estudantes não apenas em um trabalho prático, manual, mas principalmente intelectual" (Souza *et al.*, 2013, p. 13).

Desta forma, seja para o ensino de ciências, ou seja para a própria abordagem em questão, concordamos com Azevedo (2004, p. 22):

"Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e a agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações" (Grifo nosso).

Neste aspecto, colocamos o professor em formação no papel do aluno (conforme grifado) que tem como objetivo o aprendizado de determinada abordagem, a partir da sua participação e mediação de um professor formador, de forma análoga a um aluno de Ensino Médio aprendendo conceitos de ciências da natureza sob orientação do seu professor. Assim, resgata-se a visão por nós corroborada de que a vivência se faz indispensável para o processo de aprendizado de tais propostas de renovação.

Tal qual observado na análise dos artigos realizada na subseção anterior, percebe-se a presença de trabalhos que buscam utilizar o Ensino por Investigação no Ensino Superior, porém relatam, novamente, dificuldades por parte dos licenciandos em compreender nuances que não lhes foram proporcionadas dada a complexidade do ato de ensinar investigativamente (Santos *et al.*, 2020; Lemos; Cruz; Nascimento, 2020). Além disso, de forma semelhante ao que constatou-se nos artigos presentes no repositório da CAPES, somam-se os trabalhos que fazem alusão à revisão curricular dos cursos de licenciatura e argumentam em favor da contemplação do Ensino por Investigação enquanto componente formativo do professorado nacional a destacar Moura; Sedano (2019); Gadelha e Tenório (2020) e Santos *et al.* (2023). Não obstante, seguindo a tendência do que também foi levantado e descrito na seção anterior, verificou-se trabalhos relativos a atividades e projetos contendo elementos do Ensino por Investigação desenvolvidos em atividades extensionistas, PIBID, cursos de curta duração ou disciplinas optativas, a exemplo dos trabalhos de Oliveira *et al.* (2020), Cordeiro, Morini e Pugliese (2020), Freitas *et al.* (2024), Portela (2024) e Jacobucci *et al.* (2024).

Tais constatações sugerem a existência, ainda que não prevalente, de professores formadores que ocupam cadeiras vinculadas à disciplinas pedagógicas dos cursos de licenciatura, e que possuem algum conhecimento teórico-metodológico do Ensino por Investigação. No entanto, na produção analisada, a tendência aparente aponta para atividades docentes que o abordam de maneira superficial, indicando uma potencial lacuna formativa na especialização de tais professores formadores no que se refere às particularidades necessárias para a implementação da abordagem.

Com base na revisão sistemática aqui apresentada, foi possível concatenar categorias com fundamentações semelhantes e indicar quais são as perspectivas emergentes a partir do *corpus* constituído, que retratam a forma como o EnCI é mais

frequentemente abordado no contexto do Ensino Superior, sendo utilizado de forma prática, apresentação teórica (dada a profundidade com a qual a abordagem é utilizada), ou elemento de reflexão sobre a formação inicial:

Quadro 06: Caráter das diferentes formas como o EnCI é abordado no contexto do Ensino Superior.

Caráter da abordagem	Categorização dos trabalhos	Quantidade de trabalhos
Implementação	Possibilitação do exercício da abordagem; Exploração em contextos de fomento à docência curriculares (estágio), e extensionistas (PIBID e residência pedagógica).	39
Apresentação	Enunciação e formalização pautada em leituras, discussões e proposta de atividades (sem prática).	18
Reflexão	Contemplanção e discussão a respeito do EnCI enquanto componente da formação inicial de professores.	21

Fonte: O autor (2025).

Tal sistematização foi pautada na leitura dos trabalhos resgatados dentro do recorte estabelecido para a revisão aqui proposta. A abrangência de um *corpus* maior, de forma a verificar se tais categorias e caracteres se mantêm, e quais novas categorização somam-se a estas, pode possibilitar um panorama mais completo da produção acadêmica nacional referente ao tópico.

Sendo o EnCI uma perspectiva formativa abrangente e multifacetada, conforme abordado na introdução do presente trabalho, defendemos a formação de professores críticos e reflexivos, e para tal, é necessário que tal perspectiva seja refletida nos cursos de formação. Sobre isso, destacamos:

“A noção de professor reflexivo se baseia na consciência da capacidade de pensamento e reflexão que caracteriza o ser humano como criativo e não como mero reproduzidor de ideias e práticas que lhe são exteriores. É central nesta conceptualização, a noção do profissional como uma pessoa que, nas situações profissionais, tantas vezes incertas e imprevisas, atua de forma inteligente e flexível, situada e reativa.” (Alarcão, 2011, p. 44).

Assim, a implementação prática e conceitual do EnCI não pode limitar-se aos projetos paralelos à grade curricular e que o aluno pode ou não encontrar ao longo do seu período de formação inicial. Tão importante quanto o conhecimento formal da sua ciência de referência é o conhecimento pedagógico necessário para o ensino problematizado social, cognitiva e epistemologicamente, da forma como é esperado que os professores sejam capazes ao fim da sua formação, o que só será alcançado se a formação do profissional for permeada por essas mesmas perspectivas.

4. ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS

Sob a luz dos objetivos elencados e propondo-nos a analisar quais são as perspectivas do EnCI mobilizadas por licenciandos no decorrer das atividades aqui concentradas, assim como as justificativas apresentadas por meio da revisão sistemática de literatura apresentada na seção 3, o percurso metodológico a ser realizado foi elaborado com vistas a uma perspectiva de pesquisa de natureza qualitativa, uma vez que a condução das etapas de investigação, das informações coletadas e dos dados resultantes foi fundamentada de maneira descritiva (Lüdke; André, 2018). Outros elementos que fornecem aporte para caracterizarmos essa pesquisa como qualitativa são as descrições que aqui buscamos realizar para melhor compreender o cenário onde a pesquisa ocorreu, tais como conversações e interações entre os participantes da pesquisa. Além disso, a inerente e necessária interpretação do pesquisador, uma vez que tais dados não são facilmente refletidos em termos estatísticos, resulta em um processo reflexivo e subjetivo da sua parte, de forma que o sujeito pesquisador torna-se um importante instrumento de análise na investigação do tópico elencado em sua totalidade, ao passo que o ambiente no qual a pesquisa se desenvolve é a fonte direta dos dados (Monteiro, 1991; Bogdan; Biklen, 1998).

Uma vez que pesquisas qualitativas não são construídas em torno de regras precisas e de comum aplicação a uma grande gama de casos, é natural que esta categoria venha a dispor de uma grande diversidade de processos e de maior flexibilidade por parte do pesquisador (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998).

[...] dada a natureza idiográfica (não repetível) e holística (que exige a visão da totalidade) dos fenômenos sociais, nenhuma teoria selecionada a priori é capaz de dar conta dessa realidade em sua especificidade e globalidade; [...] a focalização prematura do problema e a adoção de um quadro teórico a priori turvam a visão do pesquisador, levando-o a desconsiderar aspectos importantes que não se encaixam na teoria e a fazer interpretações distorcidas dos fenômenos estudados (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998, p. 148).

Isso faz com que, procedimentalmente, não exista um método que seja mais recomendável ou mais eficiente, de forma que é a natureza dos problemas elaborados pelo pesquisador que irá determinar o método utilizado (Monteiro, 1991). Em concordância com isso, Martins (2004) afirma que essa abordagem adapta as

suas técnicas de acordo com o que é mais apropriado à observação que está sendo realizada, e que a interpretação dos dados obtidos depende de uma capacidade integrativa e analítica do pesquisador, que deve contar também com a sua intuição, imaginação e experiência ao realizar a análise dos microprocessos que caracterizam o fenômeno estudado, realizando um estudo intensivo dos dados obtidos.

Dentre as diferentes ferramentas para composição de dados e desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa qualitativa, apontamos a observação participante como ponto de especial interesse para a realização das etapas necessárias para contemplação dos objetivos aqui almejados. A escolha pela observação participante condiz com os encaminhamentos metodológicos propostos, que elencam a entrada do pesquisador no contexto onde sua coleta será realizada, as interações com sujeitos de pesquisa e a manutenção de um registro de informações obtidas nestas interações como pivôs da obtenção dos dados, que servirão como base para o desenvolvimento do trabalho e busca por respostas (Bogdan; Biklen, 1998).

4.1. O DESENVOLVIMENTO DE UMA PESQUISA-AÇÃO

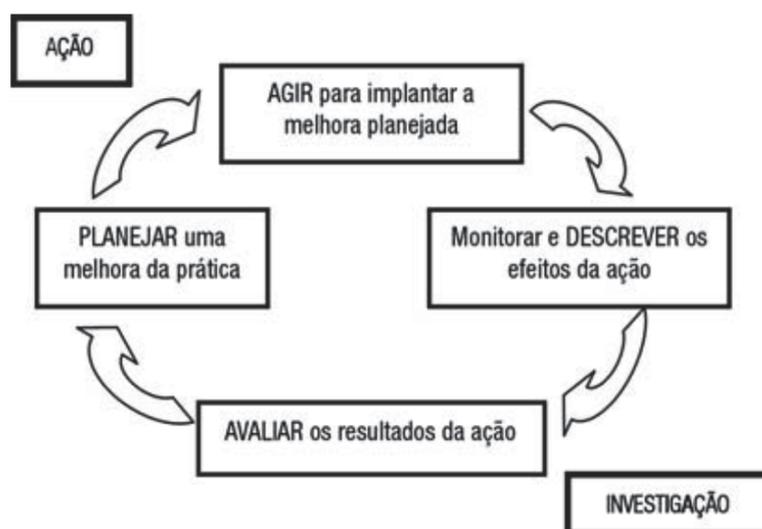
Guiados pelos referenciais acima abordados e com objetivos de pesquisa estabelecidos, observamos a pertinência do estudo *in loco* da forma como o Ensino por Investigação, no contexto do Ensino Superior, contribui para a formação de docentes de Física quando estudado de maneira contextualizada e problematizada ao longo de uma disciplina de Metodologia de Ensino; isso significou uma preparação e desenvolvimento de uma sequência de aulas no decorrer da disciplina, que ocorreu com a participação colaborativa da professora responsável.

Pautado nas intencionalidades do pesquisador e no caráter interventivo das etapas de pesquisa necessárias, caracteriza-se o trabalho aqui descrito, dentro do guarda-chuva de pesquisas qualitativas, como uma pesquisa-ação (Franco, 2005). Dentre diferentes perspectivas de pesquisa-ação, como aporte teórico que nos permite aprofundar a escolha de tal metodologia de pesquisa, cita-se Tripp (2005) ao descrevermos o projeto como uma forma investigativa da própria prática, por meio de intervenções realizadas dentro de fases de um ciclo de investigação-ação. Parte-se do pressuposto que a pesquisa-ação conceitua-se como uma tentativa continuada, sistemática e empiricamente fundamentada de aprimorar a prática,

caracterizando-se como uma estratégia para o desenvolvimento de professores/pesquisadores que podem utilizar as suas pesquisas de modo a aprimorar o seu "fazer docente" e, conseqüentemente, o aprendizado propiciado aos seus alunos (Tripp, 2005). Tais pontos evidenciam a importância de localizarmos o presente trabalho na perspectiva de um aprofundamento da compreensão de aspectos da formação docente e como a proposta que aqui descreveremos pode contribuir para a promoção de mudanças no perfil do professor que emerge após os anos de licenciatura.

A pertinência da escolha da metodologia em questão se destaca na presença de elementos de investigação-ação nas etapas de pesquisa. Essa escolha apresenta uma possibilidade ímpar quando elencamos o contexto da realização ao longo da disciplina supracitada. Um ciclo de investigação-ação (**Figura 01**) é definido por etapas de planejamento, ação, descrição e avaliação das atividades implementadas (Tripp, 2005), o que associa-se intimamente com a perspectiva de realização de diferentes atividades reflexivas com os alunos, que serviram como catalisador para a busca de alternativas para a melhora da prática de ensino e a inserção/conceituação do Ensino por Investigação de forma contextualizada no decorrer do currículo disciplinar.

Figura 01: Ciclo de investigação-ação



Fonte: Tripp (2005).

O desenvolvimento da intervenção proposta seguiu os passos apresentados na **Figura 01** no sentido de que: a partir das observações realizadas no contexto de

observação participante e informações colhidas a partir de questionários diagnósticos; a) planejou-se uma intervenção coerente com os objetivos de pesquisa e que caminhasse em direção às necessidades evidenciadas pelos licenciandos a partir dos questionários; b) implementou-se a intervenção proposta, observando as atividades desenvolvidas pelos licenciandos e fornecendo orientação de acordo com a abordagem estudada; c) coletamos os materiais desenvolvidos pelos licenciandos e documentos elaborados pelo pesquisador ao longo da participação com o objetivo de descrição dos resultados obtidos; e d) estudou-se os resultados da ação com base na análise de conteúdo (Bardin, 2002), desenvolvimento de um dispositivo de análise das atividades elaboradas pelos licenciandos, e análise de questionamentos adicionais postos após a finalização da intervenção, pautada também em Bardin (2002). Dessa forma, orientamos a construção de dados empíricos da pesquisa a partir de cinco etapas, sendo elas:

1. Questionários diagnósticos e discussões prévias sobre conceitos inerentes ao Ensino por Investigação;
2. Planejamento e implementação de uma sequência de atividades experimentais, tendo os licenciandos como sujeitos;
3. Desenvolvimento e entrega de atividade envolvendo a elaboração de uma sequência de atividades experimentais investigativas pelos alunos;
4. Apresentação, aprofundamento e comentários sobre as sequências desenvolvidas pelos alunos, de modo a propiciar a reflexão coletiva e reelaboração das sequências pelos alunos;
5. Realização de questionários adicionais com os alunos com o intuito de identificar as principais perspectivas emergentes a respeito do EnCI e suas possibilidades de implementação em sala de aula.

Onde, nas etapas 1, 3 e 5 obtivemos dados de natureza escrita, e em 2 foram obtidos dados em forma de registro e gravações de áudio. A escolha e desenvolvimento de tais etapas foi feita em conjunto com a professora responsável pela disciplina, buscando contemplar não apenas os objetivos da pesquisa, mas também a articulação com os temas norteadores da ementa do componente curricular. Isso evidencia novos elementos inerentes à realização de uma pesquisa-ação, como a preocupação com tópicos que sejam de interesse mútuo e a

produção de uma relação custo-benefício igualmente benéfica para todos os participantes (Tripp, 2005).

Assim sendo, a intervenção desenvolvida pelo pesquisador nas aulas da disciplina de Metodologia de Ensino foi pensada de forma a não encerrar-se na aplicação de uma sequência de ensino a respeito de tópicos de Física com os licenciandos, seguida pela indicação do referencial teórico para leitura, mas no desenvolvimento de uma sequência de atividades (**Apêndice A**) que tivesse como objetivo central a conceituação do Ensino por Investigação por meio de atividades investigativas, possibilitando aos alunos um exemplo tangível do assunto estudado à medida que ele é formalmente elaborado. Por sua vez, aos professores foi possibilitada a avaliação dos resultados obtidos e expressos pelos alunos em cada etapa, pavimentando os encaminhamentos necessários para a reflexão por parte do pesquisador, a fim de obter os dados que fundamentaram o trabalho e possibilitaram a reflexão da prática educacional no decorrer da implementação (Tripp, 2005).

No tocante aos dados construídos, estes possuem diferentes naturezas, variando desde a resposta a questionários iniciais com o intuito de verificar concepções prévias dos licenciandos, suas produções no decorrer da intervenção: relatórios, desenhos e aparatos experimentais; transcrições dos áudios referentes à etapa do desenvolvimento em grupos; produções de sequências de ensino por parte dos alunos e questionários adicionais. Além disso, o diário de bordo do pesquisador caracteriza-se como ferramenta indispensável no registo de nuances do ambiente investigado.

4.2. CONTEXTO DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Conforme enunciado anteriormente, a realização das etapas práticas de pesquisa se deu ao longo de uma disciplina de Metodologia de Ensino, inserida na grade curricular do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública. O componente curricular localiza-se no 5º período do curso, não sendo, desta forma, o primeiro contato dos licenciandos com tópicos inerentes às práticas pedagógicas e temas específicos da formação de professores. Embora não exista menção específica do Ensino por Investigação na ementa da disciplina, a elaboração dos tópicos inerentes à abordagem é justificada pelos estudos de práticas pedagógicas que envolvam o conhecimento prévio dos alunos, além da problematização crítica de

diferentes perspectivas teórico-metodológicas para o ensino de Física. A escolha da disciplina em questão foi feita considerando-se a sua proposta curricular e pontos de convergência entre os objetivos almejados pelo pesquisador e as características de uma disciplina naturalmente voltada para o estudo e conceituação de diferentes abordagens, recursos, metodologias e ferramentas de ensino.

Uma vez levantadas tais potencialidades e verificada a pertinência das perspectivas de formação docente provenientes da disciplina possibilitadas para a pesquisa e vice-versa, bem como o interesse mútuo entre o pesquisador e a professora responsável pela disciplina no desenvolvimento deste trabalho, fez-se escolha do componente curricular como espaço de realização da Prática de Docência do curso de mestrado. A professora da disciplina apresenta vasto conhecimento no tocante às diferentes abordagens didáticas, sendo doutora em Educação e possuindo vínculo institucional com a universidade em questão desde 1997.

O interesse da realização da Prática de Docência não jaz apenas no que tange a coleta de informações necessárias para a realização da pesquisa, mas também apresenta-se como um recurso para garantir a fidedignidade dos dados recolhidos, uma vez que os sujeitos de pesquisa terão um convívio mais próximo com o pesquisador desde o começo do semestre, em contrapartida à sua entrada no ambiente apenas na etapa de coleta, o que viria a ser bastante disruptivo para os sujeitos; assim como contribuir para a formação do professor pesquisador que emerge ao fim do percurso formativo do mestrado.

O processo formativo contou com a participação de 13 licenciandos, as atividades propostas e implementadas sob regência do pesquisador foram desenvolvidas presencialmente ao longo de quatro semanas, com 4 horas-aula semanais, além de atividades propostas para serem entregues por parte dos alunos, realizadas no período entre os encontros. No começo do semestre, ao buscar conhecer o perfil dos licenciandos e diferentes atividades por eles empreendidas nos anos de licenciatura, sendo extensionistas ou não, dos 13 licenciandos participantes, cinco fizeram parte do PIBID, dois desenvolveram atividades de Iniciação Científica e três apresentaram experiência docente enquanto professor admitido via Processo Seletivo Simplificado (PSS)⁴ do Paraná ou cursinho preparatório pré-vestibular.

⁴ O PSS é um sistema de contratação de funcionários temporários para a rede estadual de educação do estado do Paraná.

4.2.1. Acompanhamento, observação e ambientação

Uma vez acordado com a professora da disciplina quais seriam as intervenções realizadas, deu-se início ao semestre letivo com a apresentação da professora, pesquisador e programa da disciplina. Com o intuito de garantir o tempo necessário para a ambientação com a presença do pesquisador por parte dos licenciandos, tanto a professora quanto o pesquisador concordaram que seria metodologicamente mais adequado iniciar a disciplina com os conteúdos presentes na ementa, com aulas conduzidas pela docente e com interações cada vez mais frequentes por parte do mestrando. Tem-se ciência de que a presença do pesquisador resultará em uma influência sobre os resultados, sendo este um dos fatores inerentes ao tipo de pesquisa aqui pretendido. Assim sendo, o conjunto de atitudes empreendidas para assegurar o contato gradual entre mestrando e sujeitos de pesquisa revela-se indispensável na promoção de um ambiente que seja confortável para os licenciandos, onde eles possam agir com naturalidade, e elimine, tanto quanto possível, a presença de elementos disruptivos aos sujeitos de pesquisa, mitigando resultados que poderiam impactar os dados a serem coletados no sentido de não refletir a realidade das atividades realizadas pelos licenciandos.

Ainda que as aulas ministradas nesse primeiro momento tenham sido protagonizadas pela professora, tão cedo quanto possível deu-se início à coleta de informações por meio de registros escritos das observações realizadas ao longo dos encontros semanais, bem como por meio de respostas a questionários diagnósticos. Uma vez que a implementação desses questionários já era prática comum por parte da professora, a inclusão de questões que viriam a ser contempladas posteriormente no decorrer da intervenção do pesquisador serviu ao propósito de diagnósticos iniciais, os quais serviriam para compreender o perfil dos licenciandos e de concepções por eles trazidas sobre conceitos do Ensino por Investigação, e que seriam retomados novamente em momentos posteriores, em conjunto com os sujeitos, evidenciando as mudanças de perspectiva e aprimoramento do aprofundamento teórico que dá aporte à abordagem estudada.

Ainda que a realização da Prática de Docência tenha sido norteadada pelo contexto de pesquisa a ser desenvolvido, é necessário observar que este não é o objetivo da realização deste estágio no aspecto institucional. Assim sendo, a

intervenção proposta pelo acadêmico só é válida se fizer parte de um *continuum* quando inserida nas atividades da disciplina; isto é, deve haver coerência entre o que os alunos previamente estudaram e os assuntos que serão abordados no decorrer da regência do pesquisador. Isso se deu por meio da introdução teórica de tópicos sobre concepções espontâneas no ensino de Física, bem como os movimentos da Mudança Conceitual (Driver & Easley, 1978) e Perfis Conceituais (Mortimer, 2001) que antecederam as aulas nas quais foi desenvolvida a intervenção do pesquisador, uma vez que para a perspectiva socioconstrutivista idealizada pelo EnCI, a valorização do conhecimento prévio dos estudantes, manifestado por meio de tais concepções espontâneas representa vital importância.

Durante este período de observação, a interação com os alunos e participação em discussões, atividades e apresentações em conjunto com a professora da disciplina garantiram que os licenciandos vissem o pesquisador como membro permanente da disciplina, resultando em conversas que ocorreram de forma bastante natural, comentários por vezes descontraídos e o estabelecimento de um ambiente bastante fértil para o desenvolvimento de novas ideias e atividades em colaboração com os licenciandos. Assim sendo, ao final deste período, deu-se início à intervenção didática por parte do pesquisador.

4.2.2. Uma Proposta de intervenção investigativa no contexto do Ensino Superior

A atividade em questão, contemplada ao longo da regência do mestrando na disciplina, foi construída com vistas à apresentação do Ensino por Investigação aos alunos de forma contextualizada, inteligível e prática; isto é, objetivou-se a utilização de uma sequência de ensino pautada em atividades experimentais investigativas para a conceituação do próprio Ensino por Investigação, ao invés de uma atividade pautada na leitura e discussão de referenciais teóricos da área e sem perspectivas práticas para a sua implementação. Desta forma, a partir do quarto encontro da disciplina, o pesquisador, com auxílio da professora responsável, deu início às atividades planejadas, com etapas descritas no **Quadro 07**.

Quadro 07: Atividades desenvolvidas ao longo da intervenção.

ENCONTRO	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS
4	<p>Início da sequência:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Realização de um experimento diretivo (<i>momento 1.1.</i>); ● Proposta de um problema investigativo (<i>momentos 1.2. a 1.5.</i>); <ul style="list-style-type: none"> ○ Tentativa de resolução do problema por parte dos licenciandos; ○ Registro escrito das estratégias utilizadas e observações realizadas no diário experimental.
5	<p>Continuação da sequência:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Discussão e formalização com os alunos de termos inerentes à investigação, como "hipótese" e "plano de trabalho"; ● Orientações e esclarecimento de dúvidas a respeito da elaboração dos diários experimentais; ● Realização das etapas da aula anterior com os alunos ausentes no encontro em questão (<i>momentos 1.1. a 1.5.</i>); ● Indicação de leitura para o próximo encontro: Carvalho (2010), As práticas experimentais no ensino de Física.
6	<p>Continuação e conclusão da sequência:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reorganização dos grupos; ● Proposta de uma nova situação problema, complexificação da anterior e busca pela melhoria de resultados (<i>momento 2.1.</i>); ● Resolução da situação proposta pelos licenciandos; ● Compartilhamento e discussão sobre as hipóteses, experimentos realizados e conclusões obtidas (<i>momento 2.2.</i>); ● Formalização teórica dos conceitos envolvidos (<i>momento 2.3.</i>); ● Discussão e conceituação do Ensino por Investigação com base na atividade recém realizada (<i>momentos 2.4. e 2.5.</i>); ● Orientações para a elaboração das Sequências de Ensino Investigativo por parte dos licenciandos (<i>momento 2.6.</i>); ● Indicação de textos de referência contendo fundamentos do EnCI para leitura dos alunos.
7	Apresentação das propostas desenvolvidas pelos alunos e devolutiva parcial.

Fonte: O autor (2025).

Inicialmente, faz-se pertinente um esclarecimento no que diz respeito às escolhas realizadas para o desenvolvimento das atividades experimentais em questão, que é a opção da utilização de uma situação problematizadora e a motivação de resolução de um problema envolvendo conceitos inerentes da Física, mais especificamente a eletrostática. Isso não significa, no entanto, que a atividade teve por objetivo o ensino desse conteúdo em termos da formalização Física. O ensino da ciência de referência é utilizado como plano de fundo para a contextualização e transposição do EnCI em um objeto de estudo palpável aos sujeitos, de forma que o cerne da atividade fundamenta-se na conceituação da abordagem didática com os licenciandos, por meio da vivência dos estudantes enquanto alunos aprendendo sob a sua implementação. O caminho metodológico

por eles percorrido traz consigo elementos de comparação entre atividades investigativas e diretivas, bem como o posterior resgate de momentos de ensino para a discussão de elementos fundantes sobre o EnCI (como a intencionalidade do professor). Ao longo da conceituação, são apresentadas justificativas para as decisões pedagógicas tomadas, ancoradas em aspectos teóricos encontrados em diferentes referenciais, e relacionando aos exemplos contidos na proposta que, após a implementação da sequência, passam a ser familiares.

Assim sendo, o primeiro encontro da sequência foi iniciado pela proposta de que os alunos realizassem em grupos um experimento envolvendo conceitos de eletrostática. A situação em questão correspondeu a um experimento diretivo, contendo instruções em um roteiro escrito fornecido (**Apêndice A.1**) aos alunos sobre a montagem do aparato experimental, itens a serem observados e anotações a serem feitas. A justificativa para a utilização de um experimento diretivo ao início da intervenção se encontra justamente na intenção de, posteriormente, realizar comparações com os alunos e apresentar as diferentes características de atividades com graus de liberdade intelectual distintos. O fato de a sequência não iniciar a partir de um problema ou situação posta aos alunos como objeto de estudo é um dos elementos que não a caracteriza como uma SEI, mas sim, como uma sequência de atividades experimentais que contempla elementos investigativos. Os estudantes teriam como objetivo a construção de um pêndulo eletrostático, a verificação do seu funcionamento quando aproximado de um gerador de Van de Graaff e o registro das observações realizadas na etapa de teste do aparato montado. Tal atividade representa, na sequência (**Apêndice A**), o **momento 1.1: Atividade diretiva: experimento roteirizado**.

É tanto curioso quanto pertinente ressaltar, no entanto, que embora tal etapa tenha sido concebida com o intuito de representação de uma atividade com menor grau de liberdade intelectual proporcionado aos alunos (Carvalho, 2018), observamos ainda alguns elementos inerentes à prática investigativa em decorrência da forma que a atividade foi conduzida. Ou seja, entre concepção e condução de uma proposta de ensino, muitos são os resultados discrepantes do objetivo inicial que podem ser observados a depender da prática do professor, podendo acarretar em uma atividade inicialmente diretiva apresentando elementos de investigação; ou uma atividade com referencial investigativo, mas que torna-se diretiva ao longo da sua implementação. Tal fato é corroborado pela fala de Sasseron (2024), ao refletir

que nenhuma atividade pensada a priori é investigativa, mas sim tem a possibilidade de tornar-se investigativa dentro de sala de aula a partir dos diálogos estabelecidos com os alunos. Em implementações futuras, deve-se tomar cuidado para delimitar mais claramente as condições dessa etapa da proposta, dada a intenção da sequência de atividades.

Finalizado este momento, o qual podemos considerar uma verificação experimental realizada pelos alunos, as etapas subsequentes referem-se a uma atividade também experimental, no entanto, com características mais expressivas do EnCI. Para isso, baseamo-nos no trabalho de Berto *et al.* (2023) durante as etapas de desenvolvimento e adaptação da sequência. O trabalho original consiste na proposição do seguinte problema: “Como vocês conseguem fazer com que o palito de fósforo dê um giro de 360°, sem tocá-lo, assoprá-lo ou movimentar a mesa com os materiais disponíveis?”. Sendo idealizado para turmas da terceira série do Ensino Médio, para implementarmos no contexto de um curso de Ensino Superior, a proposta passou por um processo de "complexificação", com o intuito de apresentar um desafio maior para os alunos do curso de graduação. Isso se deu por meio da reescrita da pergunta problematizadora, alterações no kit experimental fornecido aos alunos (que passou a incluir materiais que oferecem diferentes formas de solução do problema, além de materiais que em nada contribuiriam para tal), e inclusão de uma segunda rodada de otimização do experimento, resultante de uma nova pergunta problema.

Deu-se início, então, ao **momento 1.2: Atividade investigativa: Proposição do problema**, onde os licenciandos, ainda reunidos em grupos, foram então confrontados com o problema "como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?". Certificando-se de que a questão havia sido compreendida por todos, distribuiu-se os kits experimentais (**momento 1.3: Atividade investigativa: Familiarização com os materiais**) que continham uma variedade de objetos que poderiam ou não ser úteis na resolução do desafio (**Apêndice A.2**). Uma vez que nesta etapa da sequência almejava-se a obtenção de um grau de liberdade intelectual IV (Carvalho, 2018), os alunos foram encarregados de todo o processo de elaboração de um plano de trabalho, levantamento e teste de hipóteses, observação e registro de informações. Por meio desta estratégia, no **momento 1.4: Atividade investigativa: Desenvolvimento experimental**, foi possível verificar a interação entre alunos nos

grupos, o confronto de ideias discrepantes e o debate em busca das melhores estratégias a serem implementadas, verificando aspectos sociais da elaboração do conhecimento científico como empreendimento colaborativo, além do domínio epistêmico no que diz respeito à forma como o conhecimento é produzido e avaliado, além do seu caráter de produção não-linear, evidenciando a necessidade de adaptação e readequação de estratégias e hipóteses frente a resultados diferentes dos previstos (Duschl; Grandy, 2007).

O **momento 1.5: Atividade investigativa: Síntese dos resultados** representou a conclusão desta primeira aula, e foi solicitada na forma de um diário experimental. Isso foi levantado como elemento fundamental tanto para a atividade realizada pelos licenciandos, quanto como dados valiosos para a pesquisa, uma vez que possibilita ao pesquisador um acesso para a produção do aluno no contexto de sala de aula, sob autoria do próprio sujeito. Além disso, os próprios alunos fizeram uso de tais registros em um momento posterior, a ser descrito a seguir. Não foi fornecido aos alunos qualquer elemento que deveria estar necessariamente presente em tal diário, apenas orientações no sentido de registro de hipóteses, abordagens utilizadas para a solução do problema, divergência de opiniões entre membros do grupo, resultados observados (fossem eles frutíferos ou não), etc.

O segundo encontro foi marcado por dois momentos bastante distintos entre si. O primeiro deles emergiu de discussões entre o pesquisador e a professora, bem como da análise do que havia sido produzido pelos alunos na aula anterior. Ao longo da fase de escrita nos diários experimentais, e posterior leitura realizada no decorrer da semana que antecedeu o quinto encontro da disciplina, percebeu-se que os alunos não haviam compreendido o que, de fato, seria o estabelecimento de um plano de trabalho, e o que seriam as hipóteses levantadas pelo grupo, muitas vezes relacionando-os como equivalentes.

Desta forma, optou-se por realizar uma discussão com os alunos sobre algumas características referentes à forma de estruturar os pensamentos, ações e resultados de uma dada hipótese e contrastá-los com a observação, e como isso se reflete no que tange à epistemologia da ciência e seus processos; e posteriormente os alunos foram estimulados a realizar correções em suas anotações feitas no encontro anterior. Além disso, no quinto encontro fizeram-se presentes alunos que não haviam participado da aula anterior. Em conversa com a professora responsável e breve análise das implicações sobre o calendário acadêmico, verificou-se a

possibilidade de realizarmos, então, as atividades empreendidas na aula anterior (**momentos 1.1 a 1.5**) somente com este grupo de alunos, enquanto os colegas utilizariam o tempo que julgassem necessário para o aprimoramento dos seus registros.

A implementação da atividade com tais licenciandos ocorreu de forma bastante semelhante, no entanto, pode-se destacar o fato de que como a sala encontrava-se muito mais vazia por conta da ausência dos colegas que já haviam realizado tal etapa da sequência de atividades, os alunos do grupo buscaram muito mais interações com a professora e pesquisador. Por sua vez, coube aos responsáveis refletirem sobre quais interações e mediações seriam realizadas com os alunos, a fim de evidenciar os aspectos desejados de investigação.

No sexto encontro da disciplina, além do encerramento da sequência em questão, objetivamos problematizar ainda mais a questão norteadora da atividade com base em algumas alterações (cuidadosamente deliberadas) na sequência. Talvez a mudança mais significativa foi a alteração dos grupos, os quais inicialmente tinham sido organizados pelos próprios alunos, mas que, nesse novo momento, foram rearranjados de forma que novos grupos fossem constituídos sem que houvesse mais de um membro dos agrupamentos anteriores por equipe. Justificamos tal escolha com base na promoção de uma nova situação onde os licenciandos fossem postos para discutir as hipóteses e conclusões prévias, as quais haviam sido construídas juntamente com o seu grupo de origem, com novos integrantes. Nesse processo ocorre uma negociação entre os sujeitos, verificação e validação das ideias trazidas, e juízo de valor (pautado no discurso, evidências e demonstrações), de qual seria o melhor percurso metodológico a ser seguido, uma vez que agora apresentamos uma nova pergunta e constituímos o **momento 2.1: Atividade investigativa: Otimização dos resultados**: “de que forma podemos otimizar o experimento para conseguirmos o resultado desejado da forma mais eficiente possível, talvez conseguindo uma rotação maior?”.

Além da introdução desta nova condição na pergunta e reorganização dos grupos, removemos alguns dos materiais dos kits experimentais (disponível no plano de aula da sequência de ensino - **Apêndice A**), como o cano de cobre e ímãs, uma vez que vimos que os alunos se debruçaram fortemente em tais materiais para a tentativa de resolução na primeira etapa, mas não encontraram formas frutíferas de solução (haja visto que, realmente, os materiais em questão não representavam as

melhores escolhas para o problema), ou conseguiram atingir o objetivo por vias que não se relacionavam com a unidade temática de conhecimentos escolhida para a contextualização desta sequência (eletrostática). Faz-se pertinente destacar que a escolha pela remoção de tais materiais não se deu de forma "proibitiva" aos alunos, mas sim por meio da construção do argumento de encorajar que eles buscassem formas alternativas de solução do problema, incitando novas discussões e a exploração de materiais que inicialmente haviam passado despercebidos pelos alunos, cujo foco centrou-se na utilização do cobre e do ímã. Somado a isso, a circulação dos professores entre os grupos, propondo questões auxiliares a depender das montagens experimentais elaboradas pelos alunos, ou até mesmo solicitando que os alunos explicassem o que estavam fazendo, fez com que a dinâmica colaborativa e social da atividade se evidenciasse, ao passo que compunham seu repertório de termos cientificamente apropriados.

O **momento 2.2: Discussão de resultados** deu-se no formato de uma grande plenária, onde todos os grupos foram convidados a explorar, demonstrar o aparato experimental por eles construído (caso quisessem), e comunicar aos colegas as particularidades do caminho metodológico por eles escolhido. Essas discussões serviram não apenas como catalisador do domínio social da produção de conhecimento científico, uma vez que a turma toda se engajou em trocas referentes a cada uma das apresentações, indicando similaridades, diferenças, dificuldades e novas hipóteses que poderiam solucionar problemas enfrentados por diferentes grupos, mas também o caráter epistêmico refletido no relato dos processos, discussões, testes e alterações realizados em cada grupo a fim de solucionar o problema posto.

A conclusão da seção da intervenção correspondente à contextualização do EnCI, por meio de uma atividade vinculada ao assunto de eletrostática, foi concluída com uma formalização do conhecimento mediada pelo professor e com base nos argumentos, hipóteses e observações realizadas pelos licenciandos (**momento 2.3: Formalização do conhecimento**). Buscou-se pontos das falas de cada grupo, pedindo para que os alunos repetissem alguns elementos, ao passo que o professor solicitou auxílio para o desenho dos arranjos experimentais na lousa, servindo como auxílio visual para a discussão. A conclusão não lhes foi apresentada, mas sim construída em conjunto, vinculando o fenômeno percebido com os processos por meio dos quais corpos neutros adquirem carga líquida diferente de zero e separação

de cargas, formalizando o conceito a partir dos materiais e estratégias utilizados, dando corpo teórico aos processos de eletrização por atrito e indução.

No EnCI, ainda mais ao nos referirmos a graus de liberdade mais elevados, o papel do professor é bastante complexo. Um professor que não esteja preparado para a utilização da abordagem pode se deparar com uma situação com enorme potencial investigativo, mas eliminar a possibilidade de aprofundamento por questões que podem lhe gerar, num primeiro momento, desconforto pela imprevisibilidade inata deste tipo de atividade. Sobre isso, Carvalho (2018) aponta:

[...] a maioria dos professores do nível médio, não podendo alcançar os dois conceitos básicos do ensino por investigação – organização de problemas e liberdade intelectual para os alunos – têm grande dificuldade de trabalhar com as sequências de ensino investigativo, mesmo que sejam eles os próprios autores das sequências (Carvalho, 2018, p. 789).

Esse foi um dos pontos balizadores que nos levou à elaboração da sequência de aulas em sua totalidade, mas, mais especificamente, os momentos finais. Conforme enunciado anteriormente, o objetivo desta proposta não foi o ensino de Física, mas sim o ensino de aspectos inerentes ao próprio EnCI, ou seja, utilizou-se da abordagem como um meta-ensino para a sua própria conceituação. Assim sendo, findado o momento pedagógico, deu-se início a uma discussão sobre o EnCI (**momento 2.4: Discussão: o que é investigação?**), com o intuito de, em conjunto com os alunos, conceituarmos o que caracteriza uma investigação e uma atividade pedagógica que se utiliza dos seus pressupostos. Isso se deu, novamente, em formato de plenária com todos os licenciandos presentes, utilizando exemplos das próprias atividades que os acadêmicos haviam concluído, e comparando a atividade realizada no início da sequência de aulas, com a construção empreendida nos momentos subsequentes. O que observou-se foi que, muito embora os professores deliberadamente não tenham feito uso das terminologias "investigação", "investigativo" ou variantes similares, os alunos, coletivamente, abordaram o termo e algumas das suas principais características, a respeito das quais discutiremos com maior profundidade na sessão de discussão dos resultados.

Com tais elementos elencados pelos alunos, os quais foram anotados na lousa por parte dos professores, foi realizada uma exposição dialogada com o intuito de formalização teórica dos principais aspectos teórico-metodológicos do EnCI (**momento 2.5: Elaboração teórica do Ensino por Investigação**). Isso ocorreu

com auxílio de mídias digitais, retomada de perspectivas históricas por meio de referenciais teóricos que trazem tal abordagem (a exemplo disso, temos Barrow, 2006), e discussão com os alunos no sentido de apresentar conceitos fundantes do EnCI, e buscar identificá-los ao longo da proposta empreendida, na qual eles acabaram de atuar como sujeitos. Este movimento teve o objetivo de atribuir um significado tangível para essas características fundamentais, e como as escolhas e primazia por tais características impactam na atuação do professor, que deve ter o seu papel modificado em consonância com a sua intencionalidade para a atividade proposta.

A conclusão da sequência correspondeu à proposta de uma atividade aos alunos, que ficariam incumbidos da idealização de uma sequência de atividades investigativa de sua própria autoria, podendo ser feita de forma individual, ou em duplas. Tivemos o intuito de enfatizar a importância de escolhas conscientes por parte do professor, e do primor teórico-metodológico necessário para que o professor assuma o papel de mediador nas atividades propostas. Para isso, solicitamos aos alunos que buscassem em materiais de referência (periódicos, livros, apostilas etc.) atividades experimentais que apresentassem características de ensino diretivo, equiparáveis ao grau de liberdade intelectual I, e transformassem-nas em atividades com um grau de liberdade intelectual superior. Isso, ultimamente, exemplificaria como a alteração de determinadas características atitudinais por parte do docente, em função da sua intencionalidade, pode resultar numa mudança de perspectiva de ensino possibilitada aos alunos.

A entrega da sequência elaborada pelos alunos foi solicitada para o período de uma quinzena após a aula de encerramento (prazo esse que foi cumprido pela maioria dos alunos). Em decorrência da deflagração de uma paralisação dos docentes e técnicos-administrativos em educação (e no caso da instituição na qual ocorreu a pesquisa, também dos discentes), e consequente paralisação das aulas, a apresentação das sequências elaboradas para o restante da turma ocorreu na volta às atividades acadêmicas. Resumiu-se tal aspecto da atividade, onde os alunos discorreram sobre suas propostas, escolhas feitas e objetivos almejados. As interações com os apresentadores ocorreram no formato de uma banca, onde os colegas e professores teriam seus designados períodos para arguição, estabelecendo uma relação de reciprocidade com os colegas comandando a apresentação, com sugestões, dúvidas, comentários e elogios. No entanto,

destacamos que tal apresentação não representa o encerramento da implementação de tais atividades, uma vez que, após feitas as contribuições por parte dos professores e colegas, os licenciandos tiveram uma nova oportunidade de endereçar possíveis inconsistências em suas propostas, elaborar estratégias diferentes e corrigir momentos descritos de forma a melhor refletirem a sua intencionalidade ao elaborar os planos de aula.

4.3. CONSTRUÇÃO DE DADOS

A construção de dados se deu de forma processual, ocorrendo tanto durante a implementação da sequência de atividades conduzida pelo pesquisador ao longo da sua intervenção na disciplina, quanto nos encontros prévios ao seu início. Os dados foram elaborados de modo a suscitar uma leitura cronológica, que nos permitisse avaliar aspectos da conceituação e significados do EnCI no imaginário dos alunos. Para isso, baseamo-nos na coleta de informações de natureza documental, definidos como quaisquer registros que possam a vir ser utilizados como fonte de informação; gravações de áudio, a realização de entrevistas, e a observação participante com caráter não-estruturado, que busca descrever e compreender os fatos e acontecimentos da sala de aula em sua totalidade (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998; Bogdan; Biklen, 1998).

Ao adentrarmos na discussão da obtenção das informações utilizadas para a construção dos dados de pesquisa, deve-se destacar também os cuidados éticos tidos com os sujeitos participantes, a coleta e tratamento de dados. Antes mesmo do início da intervenção por parte do pesquisador, todos os sujeitos presentes na sala de aula foram consultados a respeito do seu desejo ou não de participação na pesquisa em questão. Isso ocorreu por meio de uma discussão entre pesquisador, professora responsável e turma, onde foi apresentado a todos os alunos o documento de Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (**Apêndice C**), evidenciando objetivos, riscos, benefícios, garantias, aspectos de relevância social e demais detalhes da pesquisa a ser conduzida. Enfatizou-se o livre arbítrio de cada sujeito, e a segurança de que a não-participação na coleta de dados não influenciaria de forma alguma sua avaliação na disciplina na qual a pesquisa foi realizada. Além disso, foi descrita aos alunos a forma de armazenamento e tratamento dos dados coletados, reforçando a devida importância da manutenção

dos dados enquanto documentos sigilosos, sob tutela do pesquisador, e a garantia de anonimato a qualquer participante, desde a sua coleta, até o momento de divulgação dos dados, reafirmando o compromisso estabelecido na relação pesquisador-sujeito para o desenvolvimento da pesquisa (Barbosa, 2014).

Aproveitamos para justificar a escolha dos sujeitos analisados no presente estudo, uma vez que a análise não pautou-se na totalidade dos sujeitos participantes da coleta de dados. Os licenciandos aqui analisados, sob a proteção de seus respectivos nomes fictícios, representam o grupo de sujeitos participantes de todas as etapas da pesquisa, com envolvimento nas atividades, discussões realizadas, e entrega de materiais concluídos nos prazos previamente estipulados no planejamento do pesquisador. Prezamos por tal seleção pelo fato de que, os sujeitos que tenham participado da atividade em apenas alguns dos encontros, que tenham entregue os materiais em momentos posteriores, ou que não tenham participado da discussão dos assuntos debatidos, não apresentam a totalidade dos dados que nos propusemos a analisar.

A análise inicial contemplou o único grupo em que os licenciandos em questão estiveram presentes em todos os encontros do desenvolvimento da intervenção. Os grupos reorganizados e analisados para a segunda etapa investigativa da proposta também foram constituídos por licenciandos que participaram de todas as atividades, de forma a garantirmos a maior quantidade e fidedignidade possível dos dados construídos.

4.3.1. Documentos

Dentre os documentos analisados, listamos:

- a) Questionários diagnósticos (**Apêndice D**): idealizados e validados mediante apresentação e correções apontadas por pares, acadêmicos a nível de doutorado e doutores em Educação, constituintes do grupo de pesquisa ao qual o pesquisador é vinculado. Foram realizados previamente à implementação da intervenção, com o intuito de levantamento de concepções prévias dos alunos sobre fundamentos teórico-metodológicos do EnCI, e a presença de perspectivas espontâneas que refletiram a prática da abordagem. Além disso, questionamentos sobre a utilização da investigação

cotidianamente, se os estudantes já haviam sido confrontados com alguma situação investigativa nos seus anos de estudo (tanto séries iniciais quanto graduação), e quais atuações profissionais fazem uso da investigação diariamente;

- b) Produções referentes à intervenção: conjunto de materiais produzidos pelos alunos ao longo da realização das atividades presentes na sequência de atividades desenvolvida. Entre estes documentos incluem-se aparatos experimentais montados, diários experimentais e demais anotações provenientes das tentativas de resolução do problema posto;
- c) Diário de bordo do pesquisador: conjunto de anotações realizadas pelo pesquisador ao longo dos períodos de observação prévia e implementação da intervenção, sendo fruto da observação participante (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998; Bogdan; Biklen, 1998). Consiste na captura de nuances presentes na sala de aula que podem ou não ser refletidas nos diários do aluno, reforçando a necessidade da redundância de anotação por parte do pesquisador. Uma vez que permite um registro de situações chave para o desenvolvimento da sequência, a reflexão sobre os fenômenos observados serve ao propósito de auxílio na consolidação de relações que passariam despercebidas caso o registro não tivesse sido realizado. Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (1998, p. 176) refletem sobre o diário do pesquisador como uma anotação das "suas intuições, dúvidas, sentimentos, percepções, relacionadas à investigação, bem como as razões das decisões metodológicas feitas durante o processo".

4.3.2. Transcrições de áudio

Ao longo da implementação da proposta, e conforme descrito no TCLE aos alunos, foi realizada a coleta de informações também por meio de gravadores de áudio. Tais dados foram obtidos designando um gravador por grupo, com o objetivo de capturar as interações verbais e discussões entre os alunos que poderiam não ser suficientemente detalhadas apenas pelo registro em seus diários experimentais. Dessa forma, objetivou-se uma complementaridade dos dados em busca da compreensão do processo que fez os alunos chegarem às conclusões que

apresentaram, além de buscar entender quais aspectos inerentes ao processo investigativo se fizeram presentes no decorrer da atividade.

Reforça-se a utilização de nomes fictícios de forma a prezar pelo direito ao anonimato dos participantes da pesquisa.

4.3.3. Questionamentos adicionais

A escolha pela realização de questionamentos adicionais foi feita pautada na percepção de que, uma vez pretendida a análise das contribuições para a formação inicial docente possibilitadas pelo Ensino por Investigação, o relato dos participantes viria a compor um elemento importante nos dados obtidos, principalmente no que se refere à sua visão da prática docente e a pertinência de abordagens didáticas que vençam a atual formação ambiental dos cursos de licenciatura (Carvalho; Gil-Pérez, 2011).

Tais questionamentos foram pensados sob uma perspectiva semi-estruturada, não sendo a principal fonte de dados, mas parte importante do *corpus* de informações adquiridas. Tal opção é caracterizada pela sua semelhança com uma conversa, construída em torno de pontos balizadores elencados pelo pesquisador e que, dado o contexto, se assemelha a uma troca casual que auxilia o entrevistador a compreender de que forma diferentes elementos foram significados pelo sujeito (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 1998). A respeito de tais pontos balizadores, estes fazem parte do que se chama de protocolo de entrevista; sobre o protocolo e a sua implementação ao longo da pesquisa, baseamo-nos na perspectiva que:

Geralmente se parte de um protocolo que inclui os temas a serem discutidos na entrevista, mas eles não são introduzidos da mesma maneira, na mesma ordem, nem se espera que os entrevistados sejam limitados nas suas respostas e nem que respondam a tudo da mesma maneira. O entrevistador é livre para deixar os entrevistados desenvolverem as questões da maneira que eles quiserem (Moreira; Caleffe, 2006, p. 169).

Assim sendo, optou-se pela realização da entrevista ao final do desenvolvimento das atividades de Prática de Docência e encerramento do semestre, uma vez que a esse ponto, os sujeitos estavam familiarizados com o pesquisador, e se mostraram bastante receptivos e à vontade com a perspectiva desta nova etapa de construção de dados.

O procedimento para a realização de tal coleta se deu por meio do convite feito à totalidade dos alunos que contemplaram as análises realizadas, conforme explicitado na seção 4.3 do presente trabalho. Tendo em vista a facilidade potencializada pelo uso de recursos digitais, não apenas para contato e realização do procedimento, mas também para fins de arquivamento e gravação de dados, optou-se pela realização do procedimento via aplicativos de comunicação de texto e voz: *WhatsApp*. O protocolo (Moreira; Caleffe, 2006) desenvolvido (**Apêndice D**) foi estruturado com a intenção de compreender as percepções dos licenciandos a respeito da prática docente (enquanto práxis) a partir das suas vivências, questionando-se então experiências prévias enquanto professores. Além disso, questionamos também a respeito da perspectiva de implementação da atividade desenvolvida em uma sala de aula de Ensino Médio, e suas considerações a respeito disso. Por fim, questionou-se aos sujeitos se, levando em conta as experiências docentes por eles relatadas, os mesmos teriam alguma proposta de alteração nas suas sequências desenvolvidas, elucubrando a respeito de quais seriam, em caso positivo. De forma semelhante às questões diagnósticas, os questionamentos adicionais também foram validados mediante apresentação e avaliação por pares, acadêmicos do curso de doutorado e doutores em Educação, membros do mesmo grupo de pesquisa do autor.

4.4. ANÁLISE DOS DADOS

Em virtude da variedade da natureza dos dados obtidos, contemplando produções textuais por parte dos alunos, transcrições de áudios, questionários e trabalhos realizados, optou-se pelo uso de uma estratégia de análise que nos permita identificar elementos comuns por meio da exploração do material, codificar tais informações e categorizá-las de acordo com o devido rigor metodológico. Dessa forma, elencamos a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2002) como recurso balizador desta etapa do trabalho desenvolvido. Metodologicamente, segundo a autora, a Análise de Conteúdo, em princípio, é caracterizada por três pontos cronologicamente organizados: 1) pré-análise; 2) exploração de material; 3) tratamento dos dados, inferência e interpretação.

A pré-análise consiste em uma fase de organização, onde cabe ao pesquisador sistematizar as ideias iniciais e esquematizar de forma clara de que

forma se dará o desenvolvimento das operações que se sucederão, constituindo um plano de análise. Isso se dá por meio de diferentes "missões", conforme o termo utilizado por Bardin (2002): a escolha dos documentos que serão submetidos para a análise; formulação de hipóteses e objetivos; e elaboração de indicadores que servirão de fundamentação para a interpretação final do pesquisador.

Para a escolha dos documentos, também denominada a definição do *corpus* da pesquisa, faz-se pertinente a constatação de que os documentos a serem analisados foram pensados *a priori*, de modo que a coleta deles foi pensada de modo a obter informações suficientes para a resposta aos objetivos da pesquisa. Dessa forma, a constituição do conjunto de documentos que serviu como base para a análise de conteúdo obedece à regra de pertinência, definida por:

Regra da pertinência: os documentos retidos devem ser adequados, enquanto fonte de informação, de modo a corresponderem ao objetivo que suscita a análise (Bardin, 2002, p.98).

No que tange a formulação de hipóteses, enunciadas por Bardin (2002) como "suposição cuja origem é a intuição, e que permanece em suspenso enquanto não for submetida à prova de dados seguros", apoiamo-nos no que a própria autora elabora ao dizer que não é obrigatório ter-se como guia um corpus de hipóteses para então se proceder para a análise, isto é, algumas análises têm sua gênese sem um conjunto de ideias pré-concebidas. Desta forma, classifica-se a coleta feita como um procedimento de exploração, uma vez que obedece à um sistema elaborado *a priori*, e permite, por meio dos próprios documentos analisados, apreender as conexões entre os pontos de análise, obtendo os resultados por meio de processos dedutivos e então facilitando a construção de novas hipóteses.

A referenciação dos índices e a elaboração de indicadores (aos quais aqui iremos nos referir como eixos de análise) são organizados a partir das informações que emergem dos documentos elencados para a Análise de Conteúdo. Isso ocorre por meio da categorização das informações contidas nos textos, definida como o reagrupamento de unidades de registro segundo o seu gênero e identificação de caracteres comuns desses elementos, a partir de critérios previamente definidos (Bardin, 2002); o que permite a classificação e agrupamento das informações em diferentes categorias é a parte comum que existe entre elas. A autora ainda destaca que o processo de categorização segue duas principais etapas: a realização de um

inventário, que consiste em isolar os elementos das unidades de registro a serem analisados; e a classificação, que corresponde à repartição desses elementos, na busca ou imposição de uma organização a tais unidades de registro. A respeito do processo de categorização, tem-se:

A partir do momento em que a análise de conteúdo decide codificar o seu material, deve produzir um sistema de categorias. A categorização tem como primeiro objetivo (da mesma maneira que a análise documental), fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos (Bardin, 2002, p. 119).

Referente às unidades de registro aqui adotadas, diante da variedade dos materiais utilizados como fonte de dados, optou-se pela escolha do tema como a unidade de sentido a ser codificada, os quais encontram-se expressos nas categorias de análise construídas nas seções subsequentes. O estudo dos temas emergentes nos documentos é que vai fundamentar os eixos de análise, principalmente no tocante à presença (e conseqüente frequência) com que aparecem ao longo dos materiais, ou até mesmo a sua ausência (Bardin, 2002). Os temas são tidos como recortes textuais dos documentos em questão, ao invés da escolha de palavras ou termos propriamente ditos; isto é, verifica-se a intencionalidade do que foi relatado, em oposição à obediência de uma estrutura semântica exata. A respeito do tema, como unidade de registro, a autora elucida:

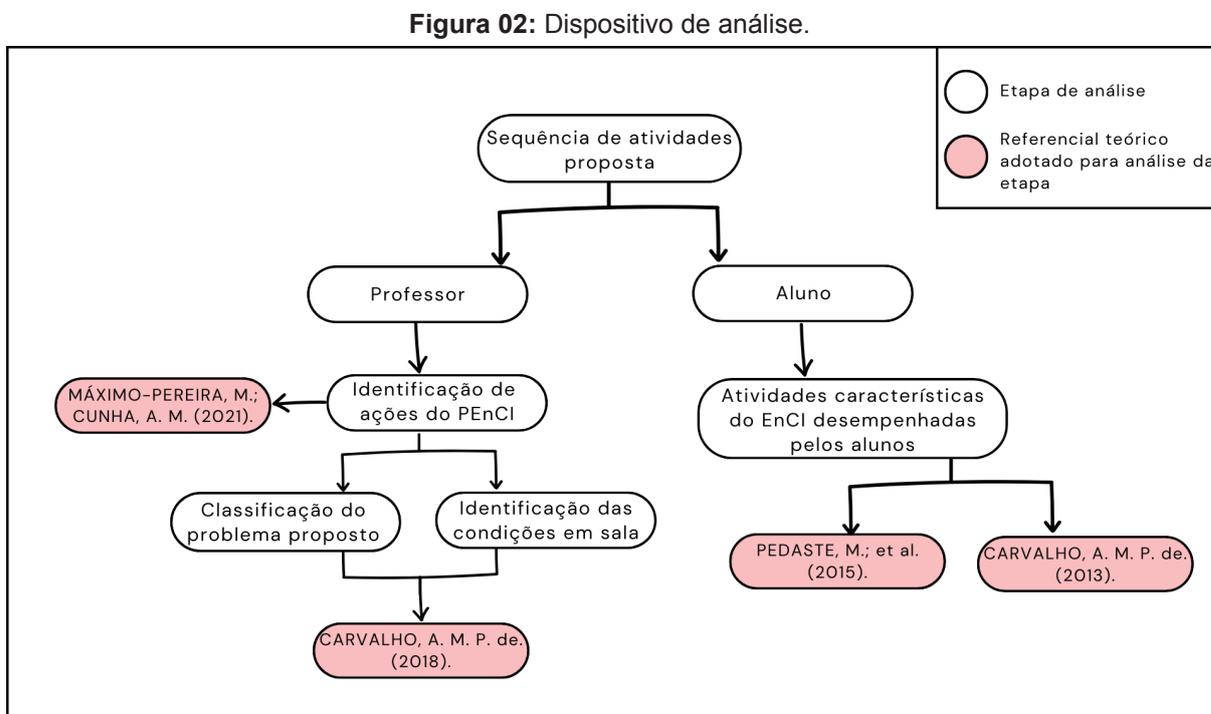
O tema é 'uma unidade de significação complexa, de comprimento variável; a sua validade não é de ordem linguística, mas antes de ordem psicológica: podem constituir um tema, tanto uma afirmação como uma alusão; inversamente, um tema pode ser desenvolvido em várias afirmações (ou proposições) (Bardin, 2002. p.105).

Nesses eixos emergentes da análise, buscaremos estabelecer categorizações que nos auxiliem na verificação de unidades de significado emergentes e suas implicações quando comparadas às concepções prévias apresentadas pelos licenciandos a respeito da abordagem a partir da sequência de aulas ministrada. Para isso, optamos pela análise dos dados seguindo a ordem cronológica da sua construção, verificando, desta forma, a elaboração teórica do trabalho aqui apresentado, ao mesmo passo que as informações obtidas em campo compõem o arcabouço que fornece estrutura para tal elaboração.

A validade da escolha do tema para a codificação da análise jaz, precisamente, no fato de que, enquanto unidade de registro, o tema pode ser utilizado para estudar motivações, opiniões, atitudes, valores, crenças etc. (Bardin, 2002); o que vai justamente ao encontro dos objetivos do trabalho aqui proposto. No tocante à codificação das informações analisadas, a própria autora elabora que "tratar um material é codificá-lo"; isto é, corresponde a todas as transformações pelas quais o material bruto passa até ser revertido em uma elaboração textual que permite esclarecer as características intrínsecas e, inicialmente ocultas, do texto fonte. Isso ocorre por meio da utilização de um conjunto de regras e metodologias precisamente descritas que utilizam recortes, agregações e enumerações para que o analista consiga extrair as peculiaridades que podem servir como índices de análise (Bardin, 2002).

Para o tratamento dos materiais, mais das produções elaboradas pelos licenciandos, foi desenvolvido um dispositivo que nos permite o estudo dos temas emergentes nesses documentos, e a codificação em tal seção do trabalho amparou-se nos referenciais utilizados como orientação para o estabelecimento dos eixos em questão. O dispositivo aqui apresentado oferece possibilidades de estudo dos documentos buscando compreender suas percepções do EnCI a partir das ações e atividades desempenhadas pelo professor contidas na redação do planejamento dos licenciandos. Para isso, elencamos diferentes referenciais, identificando, em cada um deles, os elementos convergentes em direção ao que, no que tange o desenvolvimento de propostas investigativas, tem-se como características básicas a serem contempladas na fase de planejamento. Almejamos com isso a construção de um dispositivo que nos possibilitasse analisar os trabalhos sob diferentes eixos: as ações empreendidas pelo professor no planejamento em questão; e as ações possibilitadas aos alunos. Para tal construção elencamos os seguintes trabalhos para a constituição das seguintes categorias presentes nos eixos, referentes: a) as ações do Professor que desenvolve o Ensino de Ciências por Investigação (PEnCI), encontradas no planejamento da atividade, conforme Máximo-Pereira e Cunha (2021); b) a avaliação do problema proposto pelo professor e das condições estabelecidas em sala de aula para o fomento da prática investigativa, a partir de Carvalho (2018); e c) os elementos processuais a serem observados ao longo da atividade planejada, amparando-se nos trabalhos de

Carvalho (2013) e Pedaste *et al.* (2015). O esquema do dispositivo de análise encontra-se na **Figura 02**.



Assim sendo, a análise de cada uma das propostas elaboradas pelos licenciandos foi orientada pela pelo dispositivo elaborado, que buscou observar o documento em questão sob duas perspectivas: a do professor responsável pela implementação da proposta, e a dos alunos que seriam o público alvo da sequência de atividades. Almejamos com isso a identificação de elementos convergentes sob tais vieses, e a forma como dialogam entre si para a promoção do EnCI, uma vez que tal relação entre as ações planejadas pelo professor, e a sua coerência com as atividades pretendidas aos alunos pode refletir elementos da motivação dos licenciandos ao redigir suas propostas, bem como suas próprias perspectivas das possibilidades de ação docente no ambiente escolar.

No tocante às ações do professor, a análise desenvolvida fundamentou-se no artigo de Máximo-Pereira e Cunha (2021). O trabalho original dos autores foi pautado na identificação de ações desenvolvidas pelo PEnCI a partir de uma revisão de literatura de artigos sobre o EnCI encontrados em periódicos brasileiros, contemplando um período de 10 anos (2009 - 2019). A partir dos artigos analisados, Máximo-Pereira e Cunha (2021) elencam diferentes ações dos professores de

acordo com a sua frequência nos trabalhos, além da organização em duas macrocategorias (A e B), sendo A: referente às ações desenvolvidas em sala de aula, e B: aquelas correspondentes ao período em que o professor não encontra-se em contato com os alunos, como as etapas de planejamento e questionamento das suas ações docentes. Desta forma, as ações elencadas emergem daquilo que é encontrado na própria prática dos professores dentro do material estudado, apresentando coerência com o arcabouço teórico da abordagem didática e perspectivas a partir do que vêm sendo implementado nas salas de aula. Para o trabalho aqui apresentado, adaptamos o material desenvolvido pelos autores e utilizamos elementos encontrados na macrocategoria A, elaborando, desta forma, o **Quadro 08**.

Quadro 08: Ações do PEnCI em atividades em sala de aula.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula.	(a) Proposição de um problema
	(b) Questionamentos feitos aos estudantes
	(c) Orientação/condução do processo de ensino
	(d) Estabelecimento da interação professor-alunos
	(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade
	(f) Criação um ambiente propício à investigação
	(g) Proposição da atividade
	(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes
	(i) Intermédio de discussões
	(j) Introdução do conhecimento científico

Fonte: Adaptado de Máximo-Pereira e Cunha (2021).

Dois elementos derivados das ações do PEnCI, e que encontram amparo fundamentalmente enraizado nas perspectivas aqui tidas como referencial teórico-metodológico do EnCI, são a elaboração (e no caso da análise, a classificação) do problema proposto ao aluno para a atividade almejada (item (a) no **Quadro 08**), e as características do ambiente construído em sala de aula, que

configura elemento essencial na promoção de maior liberdade intelectual aos alunos (item f no **Quadro 08**). A respeito disso, amparamo-nos em Carvalho (2018, p. 767):

[...] a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o *grau de liberdade intelectual dado ao aluno* e com a *elaboração do problema*. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações.

Desta forma, utilizamos este mesmo trabalho como parâmetro para a avaliação e classificação, tanto dos problemas nas propostas analisadas, quanto das condições em sala de aula, uma vez que o artigo de Carvalho (2018) elenca de forma bastante clara na sua redação as características da sala de aula em diferentes graus de liberdade intelectual para diferentes atividades. Utilizamos, mais especificamente, as informações trazidas referentes às atividades experimentais investigativas, também apresentadas no **Quadro 01**, presente no capítulo 2 deste trabalho.

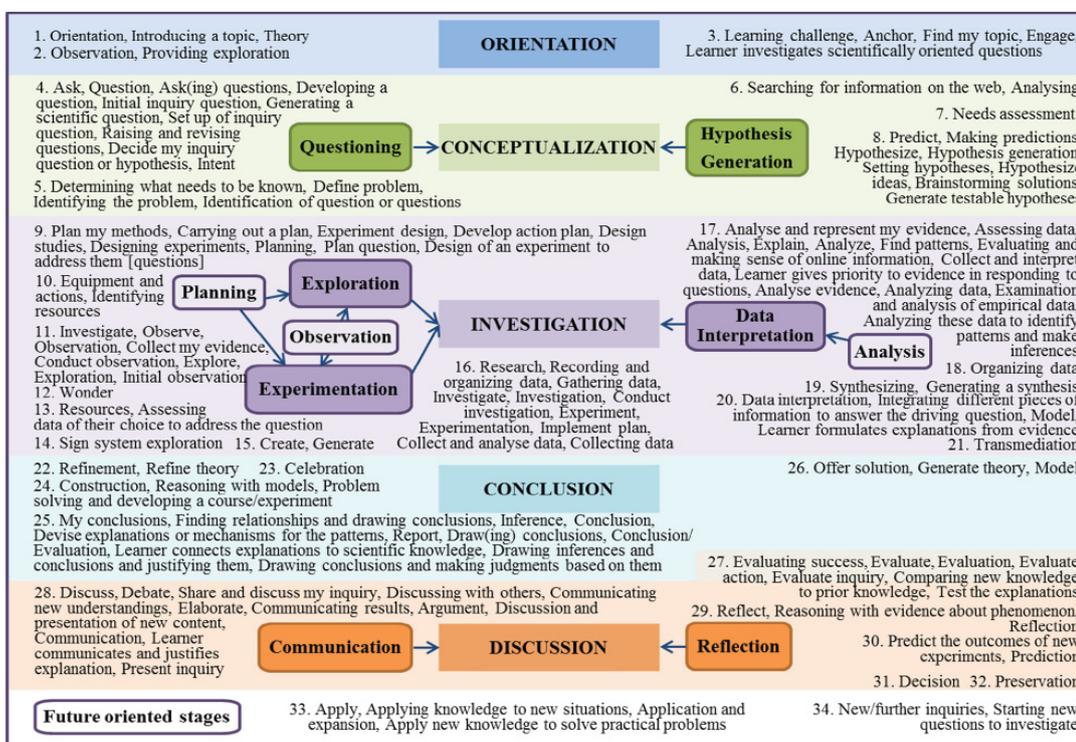
No entanto, acreditamos que ao analisar uma proposta de ensino, não basta apenas observar as ações pretendidas pelo professor para o desenvolvimento da sua aula, mas também observar quais ações dos alunos são almejadas e possibilitadas em decorrência de tal desenvolvimento. Nesse sentido, para tal análise, baseamo-nos inicialmente no trabalho de Carvalho (2013). No referido estudo, a autora discute a respeito da elaboração de sequências de ensino, inclusive as que abordam problemas experimentais, contemplando suas etapas e características utilizadas nas análises realizadas: 1. Etapa de distribuição do material experimental e proposição do problema pelo professor; 2. Etapa de resolução do problema pelos alunos; 3. Etapa da sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos; 4. Etapa do escrever e desenhar (Carvalho, 2013, p. 11).

Com o intuito de aprofundar tais etapas e as ações desenvolvidas pelos alunos em cada uma delas, buscamos estabelecer uma relação entre a escrita de Carvalho (2013) e Pedaste *et al.* (2015), onde os autores elaboram, com grande profundidade, a partir de uma revisão de literatura, diferentes atividades possibilitadas aos alunos ao longo do que enunciam como fases de investigação (*Inquiry phases*, no original, em inglês): Orientação, Conceitualização, Investigação, Conclusão e Discussão. Em algumas dessas fases tem-se sub-fases, que são inerentes à contemplação da etapa em questão, a exemplo da elaboração de

hipóteses e experimentação, nas fases de conceptualização e investigação, respectivamente. Tais atividades descrevem uma grande variedade de ações dos estudantes, estabelecendo 34 tópicos, dos quais utilizamos 32⁵. A elaboração de tal quadro pelos autores, representado na **Figura 03** e traduzido e adaptado para o **Quadro 09**, apresenta certa similaridade com as ações desenvolvidas pelo PEnCI por Máximo-Pereira e Cunha (2021) ao elencar as diferentes formas como uma ação para a promoção do EnCI é encontrada na literatura, porém, com vistas aos alunos.

Tal análise multifacetada, com olhares tanto para as ações do PEnCI quanto as atividades a serem desenvolvidas pelos alunos, nos possibilita estudar as diferentes propostas dos licenciandos com maior profundidade e diferentes perspectivas que poderiam não nos ser óbvias em primeira instância, uma vez que para a análise dos materiais dependemos do detalhamento das propostas, e em termos de materiais, estamos condicionados ao que os licenciandos entendem por uma proposta de ensino. Assim sendo, uma ferramenta de análise que cubra diferentes perspectivas, olhando para a atividade em diferentes perspectivas, possibilita a obtenção de um volume maior de dados.

Figura 03: Atividades características às fases do processo investigativo.



Fonte: Pedaste *et al.* (2015).

⁵ Os dois tópicos remanescentes dizem respeito a estágios de orientação para atividades futuras, desenvolvidas para além do ciclo investigativo encerrado.

Quadro 09: Atividades características das fases de investigação, traduzidas.

Fases gerais da investigação	Sub-fases associadas	Atividades referentes às fases da investigação
Orientação		1. Orientação, Introduzindo um tópico, Teoria; 2. Observação, Possibilidade de exploração; 3. Desafios de aprendizagem, Ancoragem, Procura de um tópico pessoal, Engajamento, Aprendiz investiga perguntas cientificamente orientadas;
Conceitualização	Questionamento	4. Perguntas, Questionamentos, Desenvolvimento de questionamentos, Questionamentos iniciais à investigação, Geração de uma questão científica, Configuração da pergunta de investigação, Levantamento e revisão de questões, Decisão da minha questão de investigação ou hipóteses, Intenção;
	Geração de Hipóteses	5. Determinação do que precisa ser conhecido, Definição do problema, Identificação do problema, Identificação da questão ou questões; 6. Busca por informações na rede, Análise; 7. Avaliação de necessidades; 8. Previsões, Realização de previsões, Hipotetização, Geração de hipóteses, Configuração de hipóteses, Hipotetização de ideias, <i>Brainstorm</i> de soluções, Geração de hipóteses testáveis;
Investigação	Exploração	9. Planeamento dos meus métodos, Realização de um plano, Projeto de experimentos, Desenvolvimento de um plano de ação, Estudo de projetos, Planeamento, Planeamento de questões, Projeto de um experimento para responder à elas [questões];
	Experimentação	10. Equipamentos e ações, Identificação de recursos; 11. Investigar, Observar, Observação, Coletar minhas evidências, Conduzir a observação, Explorar, Exploração, Observação iniciais; 12. Reflexão;
	Interpretação de dados	13. Recursos, Avaliação dos dados escolhidos para responder à questão; 14. Exploração do sistema de signos; 15. Criar, Gerar; 16. Pesquisar, Gravar e organizar dados, Acúmulo de dados, Investigar, Investigação, Conduzir a Investigação, Experimentar, Experimentação, Implementação do plano, Coletar e analisar dados, Coletar dados; 17. Analisar e representar minhas evidências, Avaliação de dados, Análise, Explicar, Analisar, Encontrar padrões, Avaliar e interpretar informações <i>online</i> , Coletar e interpretar dados, O aluno prioriza evidências que vão ao encontro das questões, Analisar evidências, Análise de dados, Exame e análise de dados empíricos, Analisar essas informações para identificar padrões e fazer inferências;

		<p>18. Organização dos dados;</p> <p>19. Sintetização, Geração de uma síntese;</p> <p>20. Interpretação de dados, Integração de diferentes dados para responder a questão motivadora, Modelização, O aluno formula explicações a partir das evidências;</p> <p>21. Transmediação;</p>
Conclusão		<p>22. Aprimoramento, Refinamento da teoria;</p> <p>23. Celebração;</p> <p>24. Construção, Raciocínio com modelos, Resolução de problemas e desenvolvimento de um curso de ação/experimento;</p> <p>25. Minhas conclusões, Encontrar relações e tecer conclusões, Inferência, Conclusão, Desenvolver explicações ou mecanismos para os padrões, Relatar, Elaborar conclusões, Conclusão/avaliação, O aluno conecta explicações para o conhecimento científico, Elaboração de inferências e conclusões e justificá-las, Elaborar conclusões e tecer julgamentos a partir delas;</p> <p>26. Oferecer solução, Gerar teoria, Modelar;</p>
Discussão	Comunicação	<p>27. Avaliar o sucesso, Avaliar, Avaliação, Avaliar as ações, Avaliar a investigação, Comparar o conhecimento novo com o conhecimento prévio, Testar as explicações;</p> <p>28. Discutir, Debater, Compartilhar e discutir minha investigação, Discutir com outros, Comunicar novos entendimentos, Elaborar, Comunicar resultados, Argumentar, Discutir e apresentar novos conteúdos, Comunicação, O aluno comunica e justifica sua explicação, Apresentar a investigação;</p>
	Reflexão	<p>29. Refletir, Raciocínio a partir de evidências sobre o fenômeno, Reflexão;</p> <p>30. Prever os resultados de novos experimento, Previsão;</p> <p>31. Decisão;</p> <p>32. Preservação.</p>

Fonte: Pedaste *et al.* (2015).

Tais bases teórico-metodológicas são os conceitos que fundamentarão as análises apresentadas nos capítulos subsequentes.

No que tange os recursos e dados utilizados para a busca referente aos objetivos desta pesquisa, podemos elencar quais dados condizem com a especificidade do objetivo em questão, permitindo-nos então compreender a intencionalidade por trás da coleta de cada um dos tipos de dados que constituem o *corpus* aqui desenhado.

Quadro 10: Relação entre dados coletados e objetivos específicos da pesquisa.

Objetivo Específico	Dados utilizados para análise
Identificar as concepções prévias de licenciandos em Física sobre Ensino por Investigação e como este significado se constituiu.	Questionários diagnósticos; Questionamentos adicionais.
Caracterizar, a partir do desenvolvimento de uma sequência de atividades investigativas, os principais elementos evidenciados pelos licenciandos em sua participação em uma AEI.	Transcrição das atividades realizadas na sequência de atividades; diários experimentais dos alunos; propostas elaboradas pelos alunos.
Analisar as perspectivas do Ensino por Investigação emergentes a partir da elaboração de propostas investigativas de ensino pelos licenciandos.	Questionamentos adicionais; propostas elaboradas pelos alunos.

Fonte: O autor (2025).

5. PERSPECTIVAS EMERGENTES DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - ANÁLISES E DESDOBRAMENTOS

Dada a quantidade de participantes e a interpolação dos membros dos grupos em diferentes momentos da proposta implementada, optamos pela análise das diferentes etapas da intervenção, evidenciando elementos pertinentes e categorizando os dados interpretados de acordo com o seu conteúdo. Ao elencarmos excertos de falas, foram atribuídos nomes fictícios aos licenciandos, o professor pesquisador será designado pela sigla PP, e a professora responsável pela disciplina pela sigla PR.

5.1. QUESTIONÁRIOS DIAGNÓSTICOS

Ao longo da disciplina, no início de novas unidades temáticas, os alunos responderam a questionários diagnósticos, idealizados com o intuito de fornecer à professora da disciplina informações a respeito dos seus conhecimentos prévios dos alunos sobre os diferentes tópicos, auxiliando-a, assim, na elaboração de um plano de ensino voltado às particularidades diagnosticadas para a turma em questão. No caso das atividades implementadas, nas aulas que antecederam o início da intervenção, os alunos foram questionados a respeito das concepções que eles traziam consigo a respeito do termo "Ensino por Investigação", e a respeito do que o próprio termo "investigação" sugere.

Quando inicialmente questionados "Você conhece ou já ouviu falar no Ensino por Investigação, ou atividades investigativas? O que você acha que o nome desta abordagem sugere para as atividades desta natureza?", observamos que 8 das 13 respostas indicaram que os alunos ainda não conheciam a abordagem, e quando solicitados para elaborarem sobre o que o nome da abordagem sugere, as respostas gravitaram em direção à importância do protagonismo do aluno no processo, responsabilizando-o pela pesquisa e conclusões de elementos da Física. Tais aspectos são evidenciados nas respostas abaixo destacadas:

"Imagino que deva se referir a uma atividade na qual o professor sugere um problema e os alunos devem tentar resolvê-lo com os materiais fornecidos" (Pedro).

"Não conheço, mas creio que essas atividades proponham que o aluno pesquise, analise e tire algumas conclusões" (Ana).

"Não conheço. Pelo nome, acredito que o próprio aluno faça as análises do mundo e chegue nas conclusões físicas de maneira relativamente independente, mas com auxílio do professor" (Marcos).

Outros licenciandos destacaram também a alusão à uma pesquisa desenvolvida pelo aluno sobre algum tema, de modo que o colocaria no centro do processo de construção do seu conhecimento. No entanto, poucas foram as respostas que relacionam ações do professor, como é o caso de Marcos. Nas situações em que o professor é mencionado, os licenciandos limitam-se a responsabilizá-lo pela proposição de um problema aos alunos.

Identificamos em algumas das respostas, com indicativo de conhecimento prévio a respeito da abordagem, alusão ao contato por meio do componente "de ensino" da licenciatura, atribuindo às disciplinas de metodologia de ensino tal contato. A exemplo disso, temos:

"Já realizei trabalhos aplicados em Metodologia de Física 1" (Augusto).

"Já ouvi falar nas aulas de Metodologia 2, mas não me recordo exatamente do processo realizado. Acredito que deve se tratar de um método onde o aluno, por meio de investigações, tenta resolver um problema, seja analisando um experimento por exemplo" (Mariana).

Identifica-se na fala de Mariana que, embora a licencianda mencione que teve contato prévio com a abordagem, a profundidade com a qual o EnCI foi estudado garantiu-lhe uma ideia básica, porém ao relatar que "não se recorda exatamente", é possível inferir que o contato não lhe possibilitou uma apropriação a nível significativo dos seus pressupostos. As outras respostas que indicam conhecimento dos alunos seguem a tendência de explicações demasiadamente simplistas a respeito da abordagem, de modo que, embora seja mencionado o protagonismo dos alunos, não existem indicativos das ações exercidas pelo professor para a promoção de tal protagonismo.

Quando questionados se ao longo dos seus anos de Educação Básica tiveram algum contato com atividades que considerassem investigativas, as respostas dos licenciandos, em sua maioria (8), indicaram que não, ou que não se recordavam. Os breves relatos restantes descrevem a realização de atividades práticas, mas não necessariamente investigativas, indicando que, neste momento,

os alunos possuíam certa dificuldade de distinguir atividades de cunho prático/experimental de atividades que contemplem a abordagem investigativa:

"Acho que em um trabalho de química, onde fizemos um suco de repolho para descobrir se determinados materiais tinham um PH ácido ou básico" (Ana).

"Sim, durante o ensino médio eu tive aulas de laboratório de física onde presenciava os eventos, anotava e realizava o tratamento e análise de dados" (Diogo).

Não apenas buscando compreender a implementação da investigação nos seus anos de Educação Básica, questionamos também os alunos sobre a implementação de atividades que eles julguem investigativas ao longo da sua formação docente no curso de licenciatura. Tal pergunta se faz particularmente relevante pelo fato de o curso de Licenciatura em Física contemplar componentes curriculares experimentais, mas que, tradicionalmente, limitam os experimentos realizados a atividades fechadas, e a participação dos alunos à coleta e tratamento de dados. Devido à dificuldade previamente apresentada pelos alunos em diferenciar atividades experimentais de atividades investigativas, não surpreendemo-nos ao sermos respondidos com a referência às disciplinas de laboratório de Física Experimental (FEX). No entanto, o que nos chamou atenção foi a presença de respostas que contemplaram atividades desenvolvidas, novamente, em disciplinas de metodologias e práticas de ensino:

"Sim, em Metodologia 2 tivemos atividades envolvendo algo que considero investigação, onde a professora nos deu um experimento e pediu para elaborarmos um problema conceitual para o aluno resolver por meio da investigação do objeto" (Mariana).

Além disso, gostaríamos de chamar atenção para a resposta de alunos que listaram componentes não-curriculares como espaço de contato com a investigação ao longo da licenciatura, sendo a prática desenvolvida em contextos do PIBID e Iniciação Científica:

"Acho que não no curso, mas na iniciação científica sim, pois você sai do mundo onde você tem exatamente os lugares que você vai pesquisar e vai fazer a revisão bibliográfica a partir de você mesmo" (Carlos).

"Acredito que tive contato com algumas atividades do projeto de extensão do PIBID, podendo fazer parte da elaboração da atividade criando um questionário, como também, respondendo aos formulários dos professores" (Rafael).

Uma vez que as disciplinas voltadas à FEX são componentes obrigatórios do curso de licenciatura, e partindo do pressuposto de que todos os alunos teriam contato com as práticas desenvolvidas nessas disciplinas, ao questionarmos a respeito de quais disciplinas de laboratório os alunos cursaram, obtivemos diferentes respostas que variavam entre todas (FEX I, II, III e IV) e apenas FEX I e II. Assim sendo, tínhamos consciência de que as práticas experimentais não eram necessariamente novidade aos estudantes, porém objetivamos compreender quais as perspectivas que acompanhavam a realização dessas disciplinas, questionando-lhes: "As atividades realizadas nas disciplinas de Física Experimental tinham algum processo de investigação científica?". A respeito disso, tivemos respostas contrastantes, exemplificadas pela diferença entre a resposta de Carlos e a de seus colegas Vitor e Rafael:

"Sim, pois no laboratório a gente tenta enxergar aquilo que nós estudamos na teoria, investigando se aquelas coisas que vimos realmente estavam corretas ou não e se não, procuramos entender o por que da discrepância da teoria para o mundo real" (Carlos).

É interessante observar que, embora Carlos seja um dos alunos que participou de um projeto de Iniciação Científica, alguns dos elementos que caracterizam a investigação ainda não lhe são evidentes, podendo, assim, afirmar que existe um conflito de percepções a respeito da investigação científica. Vitor e Rafael, por sua vez, trouxeram em suas respostas observações sobre o processo utilizado nas disciplinas de FEX ser algo diretivo e com pouca participação do aluno:

"Acredito que não muito. De certa maneira, era requisitada uma certa abstração e uma maior atividade intelectual para a compreensão dos processos, mas acredito que isso seja necessário em todas as disciplinas da academia. Por mais que as atividades fossem envolventes, tínhamos um objetivo definido pela apostila e todo um trajeto também traçado. A investigação ocorria, no máximo, no momento de justificar o porquê da discrepância dos dados obtidos quando em relação com os teóricos esperados" (Vitor).

"Acredito que não, pois todos os passos já estavam na apostila" (Rafael).

Gostaríamos, no entanto, de destacar a fala de Mariana, que afirmou nas questões anteriores do questionário que havia tido breve contato com a abordagem investigativa em disciplinas de metodologia e práticas de ensino, porém respondeu

ao questionamento de maneira a evidenciar uma carência conceitual sobre o que a investigação científica envolve:

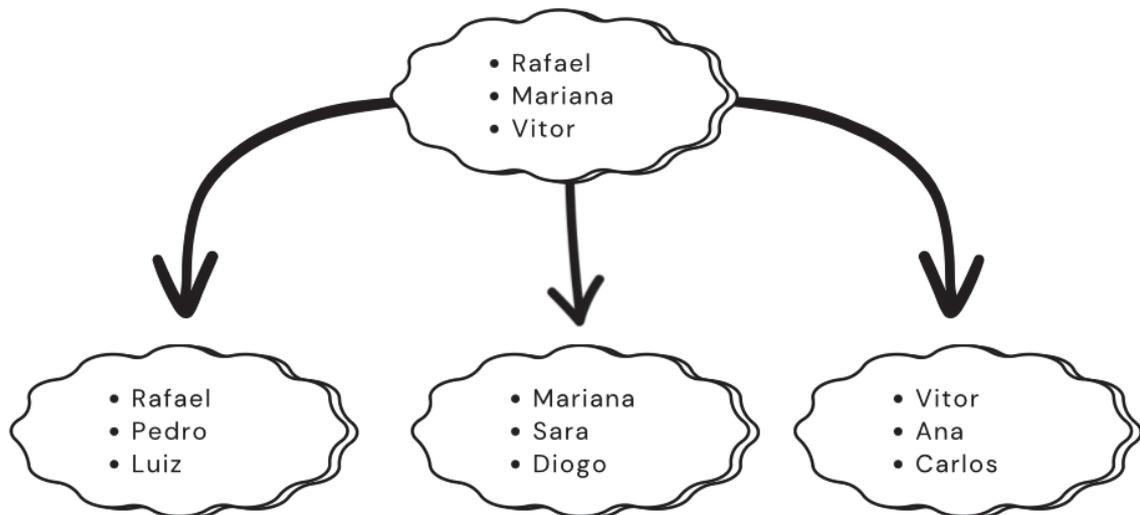
"Acredito que sim, em Física Experimental seguimos uma apostila que apontava como proceder com o experimento, e a partir dos resultados compreendemos o fenômeno demonstrado" (Mariana).

Tais questionamentos feitos previamente à implementação da sequência de aulas almejada nos forneceram dados suficientes para justificação da relevância da atividade almejada. Nesta etapa, podemos identificar duas categorias distintas: alunos que não conhecem o Ensino por Investigação, e alunos que tiveram contato pouco aprofundado com a abordagem, seja em contexto curricular, como citado por Mariana e Augusto, ou extensionista, como foi o caso de Carlos e Rafael. Em ambos os casos, as respostas dos alunos evidenciaram a dificuldade de distinguir elementos de uma atividade investigativa de uma prática experimental diretiva. O levantamento de tais pontos é fundamental para que, ao buscarmos possibilitar a educação formativa aos alunos de maneira que eles sejam plenamente capazes de implementar diferentes abordagens didáticas, possamos compreender a extensão do aprendizado dos alunos sobre o tópico em questão. A proposta de colocar os alunos em contato com a abordagem surge com a intencionalidade de transpor tais lacunas e garantir um aprendizado conceitual mais robusto sobre a abordagem. Nas seções subsequentes iremos analisar a eficiência e pertinência das estratégias desenvolvidas pelo pesquisador. Com as informações obtidas por meio das respostas do questionário diagnóstico, podemos elencar o primeiro dos eixos de análise como "atitudes que caracterizam o Ensino por Investigação: aluno, professor e investigação". Tais atitudes dizem respeito tanto ao protagonismo do aluno, elencado pelos licenciandos como elemento fundamental à abordagem; as atitudes do professor, contempladas apenas em falas pontuais; e as percepções dos acadêmicos a respeito de fundamentos de investigação, descritos pela assimilação ou não de atividades diretivas, como as encontradas em disciplinas de FEX, como investigativas.

5.2. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

As subseções a seguir compreendem a análise de cada uma das etapas da implementação da sequência de atividades experimentais desenvolvida. Na seção 5.2.1. analisamos o único grupo onde todos os licenciandos participaram integralmente das atividades da intervenção proposta. Os outros grupos contaram com alunos faltosos ou que, por diferentes circunstâncias, não puderam participar de todas as etapas da proposta. Assim sendo, nos propomos a analisar as interações e conclusões do grupo composto por Vitor, Mariana e Rafael. Após isso, os novos grupos formados e analisados contaram com licenciandos que também participaram integralmente das atividades propostas. O esquema de reorganização dos grupos encontra-se na **Figura 04**.

Figura 04: Redistribuição dos grupos para a etapa de otimização dos resultados da intervenção proposta.



Fonte: O autor (2025)

Para tal análise, utilizamos os diários experimentais redigidos pelos licenciandos, diário de bordo do pesquisador, e as gravações de áudio transcritas, referentes ao momento das atividades analisadas em cada item.

5.2.1. Atividade diretiva

Ao longo da primeira atividade da proposta, que correspondeu a uma atividade com grau de liberdade intelectual II, pudemos verificar como as ações e falas dos alunos no decorrer do desenvolvimento se limitaram ao que lhes estava descrito no roteiro experimental. Os alunos repetidas vezes se referiam às instruções, priorizando o roteiro fornecido e sua realização *ipsis litteris*, e não considerando seus próprios conhecimentos sobre o assunto abordado no experimento. Isso pode ser verificado pela preocupação de Mariana em seguir o roteiro da exata maneira como ele foi redigido

“Isso aqui é regulável” (Vitor)

“É, é regulável, qualquer coisa...” (Rafael)

“Pera, ó, antes de a gente fazer, encaixe o laço do fio no recorte da parte superior da armação do eletroscópio [...] melhor encaixar já” (Mariana).

Tal decisão foi não apenas aceita pelo grupo, como evidenciada como importante, mesmo que a ordem dos passos da montagem, neste caso, não interferisse no resultado obtido no experimento. É possível identificar que, mesmo se tratando de experimentos simples, a presença de um roteiro experimental condiciona os alunos a seguirem exclusivamente o que está ali descrito, não lhes fornecendo margem para interpretações e/ou incentivando testes diferentes dos pré-estabelecidos, por mais interessantes que eles sejam para a conceituação do assunto estudado. Quando os alunos testaram o arranjo experimental, percebe-se que as suas observações, novamente, foram orientadas pelo que originalmente lhes foi solicitado, observando o comportamento do eletroscópio para responder às perguntas feitas no roteiro em seus diários experimentais. Atividades experimentais com menor grau de liberdade intelectual, extremamente estruturadas, como é o caso da aqui analisada, possuem frequentemente o objetivo de verificação de um fenômeno, ao invés da exploração conceitual do que o causa (Carvalho, 2010). Tal perspectiva, inevitavelmente, é refletida nas respostas dos alunos a questionamentos feitos, uma vez que não lhes é encorajada a exploração científica de diferentes maneiras para a mesma situação, resultando em respostas como as encontradas nos diários de bordo:

"Achei que a oscilação seria mais intensa [...] No segundo momento, a prática correspondeu ao esperado, o movimento foi tanto que a esfera coberta de alumínio encostou na esfera do gerador, e também no suporte de madeira, que serviu como aterrador, neutralizando a de alumínio, que logo voltou a sofrer forte influência do gerador" (Vitor).

Com esse excerto da produção textual de Vitor, o qual compartilha as mesmas características dos outros licenciandos integrantes do seu grupo, verifica-se o domínio predominantemente conceitual nas discussões dos alunos em atividades diretivas, não exibindo aspectos relevantes dos domínios epistêmico e social, além do viés demonstrativo e comprobatório de conceitos previamente estabelecidos, e a perspectiva da ciência como um processo de testar e justificar conhecimentos (Abd-El-Khalick *et al.*, 2004). Com base em tais dados, pode-se definir como um eixo de análise emergente "domínios do conhecimento verificadas nas falas dos licenciandos em diferentes atividades experimentais", o qual será mais profundamente elaborado ao longo da análise das atividades investigativas.

5.2.2. Atividade investigativa: resolução inicial

Antes de realizarmos a análise desta etapa da atividade, faz-se pertinente lembrar que o objetivo deste momento didático não é a conceituação do fenômeno Físico em questão (muito embora isso faça parte do desenvolvimento da sequência proposta), mas sim possibilitar aos licenciandos o contato com o EnCI, inicialmente, sob a perspectiva de um aluno, e permitir-lhe vivenciar o aprendizado de Física contemplando os diferentes domínios do conteúdo, não limitando-se ao conceitual. É sob este aspecto que nos debruçaremos ao estudar este momento.

Diferentemente da atividade anterior, inicialmente verificou-se a mudança de postura dos alunos e até mesmo a entonação com a qual discutiam a respeito da proposta. O problema proposto pelos professores ("como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?") foi anotado por Mariana, indicando preocupação com a compreensão da situação a ser resolvida, e foi discutida claramente entre os membros do grupo: Mariana, Vitor e Rafael.

"Nós temos que fazer uma montagem, né? Como é que nós vamos [...]"
(Vitor).

"Ele tem que girar 90°, porque tem que fazer isso aqui" (Rafael, indicando a rotação em torno do eixo com maior momento de inércia).

"Como é?" (Vitor) .

"Ele tá assim, e tem que girar em torno desse próprio eixo aqui [...]" (Rafael, indicando novamente o mesmo eixo).

[...] ele tem que ficar reto, assim, né?" (Vitor, demonstrando a posição final do palito).

"É, acho que é isso" (Rafael).

Isso caracteriza, então, a forma como os alunos imediatamente buscaram levantar cenários para a resolução da situação problema. Atitudes de mesma natureza são identificadas na fala de Vitor, quando ele enuncia quais são os materiais disponíveis aos colegas. Rafael, por sua vez, parte de ações manipulativas dos materiais em busca do levantamento de um plano de trabalho:

"[...] você tem uma massinha [...] isso aqui eu imagino que é pra você carregar alguma coisa" (Rafael, indicando a flanela de lã).

É interessante ressaltar que inicialmente, cada aluno elaborou uma estratégia diferente, que não foi compartilhada com seus pares. Isso é percebido quando Rafael busca, por meio da aproximação com os materiais e expressões como "espera aí", indicar que ele estava trabalhando no desenvolvimento de algo. Ao mesmo tempo, Mariana elabora outra estratégia utilizando os materiais que Rafael não estava usando, e apresenta o resultado aos colegas:

"Olha! [...] é o palito de fósforo que tem que girar, né?" (Mariana)

"Ah, resolvido!" (Vitor)

Os licenciandos chegaram a uma solução para o problema proposto utilizando o ímã, moeda e palito do kit experimental investigativo, apoiando o palito sobre a moeda que, ao ser atraída pelo ímã, poderia ser movimentada pelos alunos. No entanto, ao apresentar a solução aos professores, os alunos receberam o indicativo de que a proposta em questão, embora plausível, violaria a condição de interferência direta sobre o material; o que os levou à necessidade de elaboração de um novo plano de trabalho. Diante disso, passaram a discutir entre si novas possibilidades de resolução, a iniciar por Rafael, que sugeriu uma montagem que isolasse o palito de fósforo de intervenções externas, isolando-o em seu próprio

sistema, de forma similar a um eletroscópio de folhas. A discussão entre os participantes e o levantamento colaborativo de novos planos de trabalho passou a evidenciar elementos do domínio social e material, uma vez que os licenciandos passaram a agir coletivamente sobre uma mesma estratégia, ao invés de desenvolverem planos individuais:

"Carrega essa parada aí." (Rafael).

"O que você tá tentando fazer?" (Vitor).

"Carrega essa parada agora, agora se tenta fazer assim." (Rafael).

"Por que em volta do copo? Por que não tirou o copo? Qual que é o efeito do copo?" (Vitor, questionando sobre o palito estar posicionado no interior do copo plástico).

"O copo é pra isolar do ambiente, é igual um eletroscópio, que você isola as folhas de alumínio dentro da garrafa de pet." (Rafael).

Além disso, conforme o grupo elaborou diferentes montagens experimentais e avaliou a viabilidade ou não da sua utilização para a resolução do problema, observamos elementos dos domínios epistêmico e material, responsável por avaliar o desenvolvimento das práticas e do conhecimento científico. Tal aspecto pode ser visto repetidas vezes quando Vitor questiona aos membros do grupo sobre porque da tomada de algumas atitudes, às quais os colegas prontamente respondem que se trata de uma tentativa de isolamento do sistema, estabelecimento de algum tipo de atração entre o palito e diferentes materiais, entre outros. Um exemplo de momento cooperativo em que os alunos verificam a viabilidade de um encaminhamento pode ser encontrado no seguinte excerto:

"O ímã nem atrai" (Vitor, falando sobre a moeda).

"Bota o ímã e a moeda aí" (Rafael).

"A moeda não é suficiente para fazer força e girar esse cara [...]. Não é condutor esse bagulho, não é nem metálico" (Vitor).

"Será que tem alguma coisa que é condutor?" (Rafael)

"Você quer atritar onde?" (Vitor)

"Aqui, vou passar aqui" (Rafael, indicando o cano de cobre).

É possível verificar nesse trecho que os alunos entraram em um debate conceitual sobre elementos condutores e isolantes, buscando verificar quais seriam

as alternativas viáveis para a implementação do plano que estavam construindo, novamente evidenciando aspectos dos domínios material e conceitual. Ao redigir seus diários experimentais, os licenciandos destacaram que basearam a sua ideia de resolução na concepção experimental de um eletroscópio de folhas, conforme observado em uma de suas falas, e que tentariam utilizá-lo para identificar a presença de cargas elétricas, mas que não obtiveram sucesso. Neste ponto, devemos destacar que embora infrutíferas, nas tentativas empreendidas pelos sujeitos são percebidos elementos de uma atividade investigativa em desenvolvimento, não apenas pela contemplação das diferentes dimensões do conhecimento, mas também pela articulação entre estas dimensões na tomada de decisão das atitudes subsequentes. Além disso, tem-se também a valorização do erro por parte dos professores (pesquisador e responsável), incitando os alunos a buscar alternativas para a solução condizentes com o problema proposto.

Ao final do tempo designado para o primeiro encontro, os licenciandos ainda tentaram realizar uma nova montagem experimental para resolução do problema, e novas discussões emergiram a partir das sugestões dos membros do grupo:

"[...] mas aqui tem que girar" (Rafael).

"[...] a moeda não tá nem girando, você quer que eu equilibre? Não é mais fácil prender com fita?" (Vitor).

"Não pode prender com fita, senão o fósforo não gira" (Rafael).

"Como não?" (Vitor).

"É o fósforo que vai girar" (Rafael).

"Não vai, é a moeda que gira" (Vitor).

"Um minuto, coloca [...] equilibra essa parada" (Rafael, tentando equilibrar o palito na borda estreita da moeda).

"Girou, girou! Você viu que ele girou?" (Vitor)

"Agora tem que reproduzir (risos)" (PR)

"Agora lascou!" (Vitor).

"Alguma coisa aconteceu!" (PP).

"Definitivamente" (Vitor).

Após o indicativo de que, dado o caráter experimental, uma vez observado o fenômeno, seria importante verificar a replicabilidade do resultado obtido a partir da montagem realizada pelos licenciandos, a fala dos professores, ainda que de forma sutil, evidenciou o caráter epistêmico da atividade sendo realizada. A montagem em

questão consistia em mover o palito utilizando o campo elétrico obtido por meio da eletrização por atrito entre a flanela de lã e o cano de cobre. O palito encontrava-se equilibrado sobre a lateral da moeda, estando a moeda apoiada sobre o ímã para maior estabilidade, e o sistema isolado no interior de um copo plástico. Rapidamente uma nova tentativa foi realizada:

"[...] não tá encostando no copo, né? Opa, girou!" (Rafael).

"Girou o que, tá de sacanagem, cara?" (Vitor).

"Cês viram?" (Rafael).

"Não (risos)" (Mariana).

"Não girou um grau! Tenta aproximar o pano!" (Vitor).

A frustração pelo fracasso em tentar reproduzir o resultado levou Vitor a sugerir aproximar o pano, ao invés do cano de cobre. Considerando-se que a hipótese de movimentação do palito se baseava no estabelecimento de um campo elétrico, tal sugestão de Vitor ressalta desenvolvimento no domínio conceitual, uma vez que pelo processo de eletrização por atrito os corpos adquirem campos de mesma intensidade e sinais opostos. A constatação de Vitor foi confirmada segundos mais tarde, evidenciando elementos de testes e avaliação do conhecimento científico, características do domínio epistêmico, quando o grupo novamente obteve sucesso ao tentar mais uma vez reproduzir o efeito:

"(Exclamação de surpresa)" (Rafael).

"Não girou, Rafael [...]" (Vitor).

"[...] mano, tá girando mesmo, tá girando mesmo, pera aí, pera aí. Ninguém encosta na mesa! Tá girando, sério [...] só que tá girando muito pouco" (Vitor).

Os licenciandos, embora tenham obtido sucesso no desafio proposto, não convenceram-se que seu resultado havia sido válido, diante da pequena rotação observada, atribuindo o resultado ao fenômeno de paralaxe. A perspectiva de falha na resolução do problema pode ser verificado pelos seus registros nos diários experimentais, onde se lê:

"Na segunda hipótese pensamos em construir uma espécie de eletroscópio, que na teoria detecta carga pelo movimento de um objeto devido à força eletrostática sobre ele, no entanto, não conseguimos fazer com que ele funcionasse" (Relato do diário experimental de Mariana).

Rafael também destaca a montagem experimental baseada em um eletroscópio, e em seu diário demonstra conhecimento sobre o processo de eletrização por atrito, porém apresenta inconsistências em relação a quais materiais ficariam carregados:

"Seguindo a teoria, a cabeça do fósforo iria ficar eletricamente carregada, e com a haste de cobre atritada iria ter uma troca de elétrons, fazendo com que o fósforo girasse no ângulo necessário. Nosso resultado não foi como esperado [...] a haste de cobre não foi suficiente para passar as cargas e ter essa interação" (Relato do diário experimental de Rafael).

Sendo esta uma oportunidade valiosa para o aprofundamento nos domínios epistêmico e social, os professores não interviram, possibilitando que os licenciandos verificassem seus resultados com seus pares no encontro subsequente, uma vez que os grupos seriam mesclados e novos integrantes participariam da discussão de hipóteses e levantamento de um novo plano de trabalho. A comunicação e colaboração, a partir do conhecimento que cada integrante dos novos grupos traria, evidenciaria a dinâmica interpessoal que ocorre em virtude do domínio social, a avaliação e construção dos planos de trabalho concatenados nos novos grupos remetem ao domínio material, e a verificação da sua pertinência e busca por novas iterações remetem à forma como o conhecimento é socialmente construído, testado e avaliado, característica do domínio epistêmico. Tal preocupação com a contemplação dos três domínios ao longo do desenvolvimento da atividade baseia-se em Duschl e Grandy (2007, p. 143) ao afirmarem que "o perigo é privilegiar um aspecto de fazer ciência para a exclusão de outros". Para o encontro seguinte, os alunos foram instruídos à leitura do texto de Carvalho (2010), "As práticas experimentais no ensino de Física."

5.2.3. Atividade investigativa: otimização dos resultados

Após o fim da etapa de resolução inicial do problema, na aula subsequente (uma semana depois), os licenciandos, agora realocados em novos grupos, foram confrontados com a situação onde seria necessária uma otimização dos procedimentos empreendidos na fase anterior para que o movimento observado no palito de fósforo fosse mais evidente.

5.2.3.1. Rafael em seu novo grupo; com Pedro e Luiz

No caso do novo grupo de Rafael, rapidamente os membros do grupo iniciaram as discussões para compreender o que havia sido feito na etapa anterior, buscando identificar tanto pontos em comum quanto discrepantes, e que poderiam ser utilizados para a nova situação:

"A gente pegava aquela [...]" (Rafael).

"Não magnetizava, né?" (Pedro).

"Não magnetizava, não conseguiu, o bagulho só esquentava [...]" (Rafael, referindo-se ao cano de cobre).

"Mas você tentou com o plástico?" (Pedro).

"Não" (Rafael).

"Funcionaria também, eu acho" (Pedro).

"Você tentou atritar com aquele troço, tipo a espuminha lá? Eu também, eu tentei aquilo lá, mas não deu nada também" (Luiz).

"Onde vocês tinham colocado suporte? Qual era o suporte? Pra retestar" (Pedro).

O diálogo inicial do grupo de Rafael indicou fortemente o aspecto colaborativo almejado com a atividade proposta. A ideia de reorganização dos grupos surtiu o efeito desejado, visto que os integrantes puseram-se a refletir sobre as estratégias empreendidas em suas equipes anteriores, buscando refazer os testes de cada um dos integrantes com a intenção de verificar pontos a serem levados adiante, e planos que não necessariamente contribuiriam para a solução do novo problema posto. Isso evidencia, novamente, não apenas o domínio social no que refere-se à forma como as estratégias e conhecimentos são comunicados e debatidos, mas também ao domínio epistêmico quando o grupo coloca-se em posição de reflexão, teste e validação das montagens experimentais que tinham em seu repertório. Além disso, Pedro se propõe a demonstrar a montagem realizada no seu grupo de origem, a qual foi bem sucedida, mas deixando claro que eles não conseguiram elaborar uma explicação para o fenômeno observado, indicando a necessidade do auxílio dos colegas para a verificação do que estava sendo posto à sua frente, e para o desenvolvimento no domínio conceitual. Isso é coerente com a fala do licenciando,

uma vez que a sua explicação pautava-se no magnetismo, ao invés da eletrostática, de forma que, por se tratarem de dois materiais não-ferromagnéticos, a teoria magnética não seria suficiente para a elaboração teórica das observações.

Ao longo do encontro anterior, no qual foi desenvolvida a primeira etapa da atividade investigativa, os professores perceberam que os alunos focaram demasiadamente no cano de cobre como componente das suas montagens experimentais. Uma vez que o item foi propositalmente inserido com o objetivo de criar conflitos cognitivos, decidiu-se então, na segunda etapa, remover o elemento do kit, uma vez que o objetivo inicial foi alcançado e poderia ser prejudicial na nova fase da atividade. A justificativa de tal decisão encontra-se nos poucos encontros disponíveis para a construção da sequência, e foi posteriormente elaborada com os licenciandos, na etapa de conceituação da eletrostática. Os alunos, no momento, atribuíram ao cobre a propriedade de eletrização dado o seu conhecido uso como elemento condutor, e a frustração foi percebida em excertos como:

"Putz, eu comecei a mexer nisso aí, mas não dava em nada muito visível, né?" (Luiz).

"[...] acho que o erro talvez, Rafael, é que vocês tavam segurando no cobre, aí cê funcionava tipo como um fio terra, entendeu?" (Pedro).

"Pode ser" (Rafael e Luiz, em uníssono)

Embora Pedro insistisse na utilização do termo "magnetizar" ao se referir ao fenômeno resultante do atrito entre os materiais em questão, conceitualmente é perceptível que as suas hipóteses baseiam-se em processos de eletrização, indicando uma possível confusão por conta do movimento de atração e repulsão observados, haja visto que estes são frequentemente utilizados em aulas demonstrativas de interações entre campos magnéticos. Isso indica um conhecimento elementar a respeito da interação entre campos, porém com necessidade de formalização e reforço de alguns elementos que remetem a tal domínio, e a distinção entre fenômenos de diferentes naturezas, dada a similaridade entre o comportamento de campos elétricos e magnéticos em determinadas situações.

A constatação de que o cano de cobre não serviria ao propósito, evidenciada pela sua ausência nesta etapa da atividade, e a proposta inicial de Pedro pautada no uso do canudo de plástico, levou os licenciandos a elaborarem uma nova montagem

com o palito de fósforo suspenso dentro do copo plástico, configurando-se um sistema isolado de interferências como correntes de ar. Ao realizar o experimento, os alunos constataram:

"Aí atrita ela assim" (Pedro, referindo-se ao canudo de plástico e a flanela de lã).

"[...] pior que deu boa! Deu boa mesmo" (Luiz).

"É, funcionou, né? Você viu?" (Pedro).

"O teu, nesse caso, acho que fica até melhor se for pra movimentar mais ainda de 90°" (Luiz).

"É que a gente viu que funcionava, mas não conseguiu explicar porque ele atrai a madeira" (Pedro).

"Ele é atraído ou é repelido?" (Luiz).

"Ele é atraído" (Pedro).

"Ele é atraído pelo metal?" (Luiz).

"Bizarro, né? Não é intuitivo" (Pedro).

A discussão a respeito do comportamento levou os membros a direcionar seu raciocínio na interação entre cargas, o que, por conseguinte, levou Pedro a lembrar da série triboelétrica. Luiz ampara a hipótese de Pedro ao elencar o comportamento da série e a tendência dos materiais de adquirirem sinais positivos ou negativos, e atribui a atração do palito de fósforo ao canudo eletrizado ao fenômeno de separação de cargas que ocorre quando um corpo neutro é aproximado de outro eletricamente carregado. Posteriormente, por sugestão dos licenciandos, a série triboelétrica foi fornecida pelos professores por meio da projeção no quadro, momento este em que Luiz encontra maior fundamentação para sua fala. Isso demonstra a relação entre o domínio epistêmico e o desenvolvimento do domínio conceitual, uma vez que os licenciandos elaboraram explicações conceitualmente apropriadas segundo as observações feitas, testes e avaliações dos procedimentos elencados e verificação dos resultados obtidos, observando:

"Mas eu não sei, eu não sei explicar porque isso acontece" (Pedro).

"Se ele atrair, provavelmente é aquela história, né? Se o palito... se você conseguir que seja positivo, que o metal ficasse eletricamente positivo, acho que ele iria ter, como se fosse, aquela reorganização aqui, né? Então aqui poderia ter mais cargas negativas e eles iriam se atrair" (Luiz, indicando o palito de fósforo).

Embora Luiz tenha fornecido uma explicação plausível e bem fundamentada, Pedro ainda demonstra ceticismo ao ponderar:

"É pra eletrizar o plástico também, né? Mas é que eles tão em lugares diferentes da tabela, o cobre e o plástico, acho que são até opostos" (Pedro)

"Mas de qualquer coisa, o fenômeno que tá acontecendo é isso, você tá redistribuindo as cargas ali do palito. Teoricamente ele estaria neutro, né?" (Luiz).

"É, se ele tiver neutro, aí todas as cargas... se ele... suponha que seja positivo, aí todas as cargas positivas vão pra um lado, e as cargas negativas ficam do outro. Aí vai ter uma força ali de repulsão ou aproximação por conta da diferença de distância das cargas" (Pedro).

"Exatamente, e você tá reorganizando isso atritando, no caso, com essa eletrificação" (Luiz).

Dessa forma, vemos que ocorreu uma discussão entre os membros do grupo referente à validade dos conceitos trazidos por Luiz, que apresenta conhecimento superficial a respeito tanto da estrutura da série triboelétrica, explicitado pela a confusão entre as relações de eletrização entre materiais a depender da sua posição na série, quanto ao processo de eletrização que resulta na redistribuição de cargas em um mesmo corpo (indução). Nesse caso, no grupo, evidenciam-se elementos de variados domínios do conhecimento: o domínio epistêmico é evidenciado no teste de diferentes hipóteses em busca da variação e condições de trabalho que caminham em direção à solução do problema posto, elaboração teórica dos fundamentos físicos que dão aporte para o plano de trabalho e observações realizadas. Tais práticas são corroboradas pelo domínio material no tocante à configurações experimentais, verificação e reprodução dos dados com base em protocolos estabelecidos pelos alunos; e o domínio social é evidenciado no embate de hipóteses e desenvolvimento científico que ocorre a partir das interações sociais e comunicação de percepções trazidas por cada integrante, contribuindo para o desenvolvimento coletivo do conhecimento. Tais constatações estão de acordo com o que Carvalho (2018, p. 772) elenca como a definição de um bom problema experimental:

[...] nas aulas experimentais um bom problema é aquele que dá condições para que os alunos:

- passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica);
- construam explicações causais e legais (os conceitos e as leis).

Embora Rafael não tenha participado de forma tão evidente nos debates de cunho teórico, sua participação e pró-atividade no âmbito prático da montagem experimental foi fundamental para a verificação das hipóteses levantadas pelos colegas. A participação e assimilação das discussões por parte do licenciando foram explicitadas na redação do seu diário experimental, onde lê-se:

"Em uma conversa com o grupo, chegamos na hipótese que com base na série triboelétrica e a redistribuição de carga, o palito iria se carregar negativamente, carregado por causa do canudo atritado no cabelo. Montamos o experimento pensando em isolar o palito de fósforo do exterior fazendo uma 'câmara de copos', assim garantindo melhor redistribuição de cargas em nosso experimento" (Relato do diário experimental de Rafael).

5.2.3.2. Mariana em seu novo grupo; com Sara e Diogo

De forma semelhante ao grupo de Rafael, o novo grupo de Mariana iniciou esta etapa da atividade com discussões sobre as estratégias empreendidas por cada um dos grupos originais: o que observaram, tentativas bem e mal sucedidas. Mariana evidencia as duas hipóteses levantadas pelo grupo, a dificuldade de eletrizar a haste de cobre e o plano de trabalho estabelecido em torno da construção de um eletroscópio. As proposições foram prontamente recebidas pelos colegas que apontaram similaridades nas montagens experimentais dos seus grupos de origem:

"A nossa haste não tava carregando, a gente esfregava e ela não dava certo. Aí na segunda hipótese a gente tava tentando montar um eletroscópio meio de cabeça, porque nem eu e nem o Vitor sabemos o que é isso, e o Rafael que sabia (risos)" (Mariana).

"A gente tentou fazer isso também, [...] dentro de um copo. A gente teve a impressão que ele mexeu, mas a gente não sabe se deu certo ou não, mas foi exatamente isso também, de colocar dentro do copo" (Sara).

"O meu método eu não usei a eletrostática, porque não era um requisito no momento, da eletrostática (risos). O que a gente fez foi o seguinte: a gente partiu da seguinte afirmação, é muito mais difícil você pegar um fósforo e fazer ele girar, do que você fazer o copo rodar, então a gente basicamente colou o fósforo atrás do copo com uma fita, e em seguida a gente colou em uma extremidade do copo um ímã, e quando se cola o ímã, obviamente ele vem pra baixo direto, e a gente colocou uma massinha, dessa aqui mesmo aqui em baixo, só pra ter equilíbrio. Em seguida, a gente colocava perto o suficiente só pra ter atração (a moeda), e girava 90°" (Diogo).

Essa exposição inicial serviu ao propósito de identificar diferentes estratégias inicialmente implementadas pelas equipes, previamente à proposição do elemento

limitador: o uso da eletrostática. Mariana e Sara refletem sobre a possibilidade das suas escolhas metodológicas terem sido influenciadas pela atividade diretiva previamente realizada, e tendo em mente o elemento eletrostático norteador da atividade, apontam a pesquisa e tentativa de elaboração da montagem pautada no eletroscópio como a opção mais viável.

"A gente não tinha pensado nisso [...]. É que a gente tinha feito aquele um antes, com o negocinho lá, de aproximar, e talvez isso que influenciou a gente a pensar dessa maneira no outro experimento [...]." (Sara, se referindo ao pêndulo eletroscópico).

"É verdade." (Mariana).

Inicialmente destaca-se, então, a presença do domínio social, por meio da comunicação e compartilhamento de hipóteses, o domínio material pelo estabelecimento de planos de trabalho pautados nos recursos disponíveis, e domínio epistêmico, presente na avaliação da estratégia a ser seguida diante das condições de resolução da questão. Com base nas conclusões extraídas a partir do debate inicial, Sara então propõe algumas alterações com base em experiências anteriores e realizações de atividades no contexto do PIBID:

"O eletroscópio, os alunos fizeram lá no PIBID com garrafa ou com vidro, mas ele tem que tá bem fechado, bem isolado, pra começo de conversa, daí a professora tinha um ferrinho assim, devia ser cobre, sei lá, que daí ela furava na tampa da garrafa, e ficava um pouco pra dentro e um pouco pra fora, sabe?" (Sara).

"Aham" (Mariana).

"Daí as folhinhas de alumínio, eles cortavam [...] e colocavam dentro do vidro no ferrinho, sabe? Bem fechado, eles colavam com fita pra não entrar ar e nem nada, e com uma bexiga ou canudo eles pegavam e com cabelo ou pano [...] por fora, e os papeizinhos se afastavam" (Sara).

"Entendi! Se bem que a gente não tem alumínio, né? Tipo, a gente tem só a moeda (risos)" (Mariana).

"É, mas não vai [...] porque é o palito, né?" (Sara).

Pelo diálogo entre Mariana e Sara, verifica-se a intenção de Mariana de manter o plano inicial de uma montagem experimental no formato de um eletroscópio, porém com modificação dos elementos para que sejam condizentes com os materiais disponíveis no kit experimental. Tal proposta é coerente, uma vez que no encontro anterior os próprios alunos evidenciaram que a ideia da montagem

experimental gravitava em torno da demonstração da presença de um campo elétrico, com falas em direção à eletrização dos materiais por atrito e cargas elétricas.

No turno posterior, Sara relata a intenção prévia de explorar a alternativa por ela enunciada, no entanto, ao mesmo tempo demonstra dúvidas a respeito da viabilidade da sua implementação. Mariana elabora o argumento comparativo de materiais disponíveis entre o kit experimental descrito por Sara e o que o grupo tem à sua disposição.

"Eu até pensei nisso aquele dia, mas não deu tempo de a gente escrever [...] mas não sei se faz sentido" (Sara)

"É, talvez daria, só talvez a gente não tenha todos os instrumentos [...]" (Mariana)

"Mas será que daria com o palito? A gente fez com o, como é [...] alumínio, né?" (Sara)

"Pois é, por isso que é complicado, se a gente tivesse pelo menos alumínio [...]" (Mariana)

Tal insegurança é dúvida por Mariana e Diogo, que afirmam no turno seguinte "não sabem como fazer isso com *eletromag*", no entanto, Mariana sugere que tentem elaborar um plano mesmo assim, considerando as discussões feitas e buscando adaptações cabíveis. Novamente, tal perspectiva elenca elementos do domínio conceitual, haja vista o conhecimento prévio a respeito do funcionamento de eletroscópios; epistêmica, pela tentativa de relação e expansão do conhecimento inicial por uma série de protocolos experimentais; e social, pelo compartilhamento de conhecimentos, recepção das perspectivas de cada um dos membros da equipe, e busca pela construção de um plano de trabalho coletivo.

"Querem tentar fazer um eletroscópio?" (Mariana).

"Pode ser" (Diogo).

"Primeiro então a gente tinha que furar um copo pra colocar dentro" (Sara).

"Pode deixar! Fura no meio? Bem no meio?" (Diogo).

"É. É que o ferrinho ele tava pra fora, sabe? Mas aqui a gente só tem isso aqui pra amarrar o palito, né?" (Sara, indicando a linha de costura).

"Aham, pois é, isso que é complicado" (Mariana).

"Acho que não vai dar certo" (Sara).

"Tá, então vamos pensar em outra coisa" (Diogo).

Tais inseguranças persistiram até o questionamento da Professora Responsável sobre o plano de trabalho do grupo:

"A gente tá meio que do zero aqui, a gente não sabe muito bem como prosseguir" (Diogo).

"Eu e a Sara, nossos grupos tentaram fazer um eletroscópio" (Mariana).

"Uhum" (PR).

"E agora a gente tá tentando fazer de novo pra ver o que deu errado" (Mariana).

"Ótimo, perfeito!" (PR).

Isso fez com que os licenciandos decidissem pelo desenvolvimento do eletroscópio, porém com modificações em relação a formas de isolar o sistema, preparar o palito que seria o corpo de prova e na amarração a ser feita com o intuito de suspender o palito no interior da montagem. A intervenção da PR incentivando os licenciandos se mostrou apropriada, uma vez que serviu-lhes como orientação no sentido de desenvolvimento de um plano de trabalho e estabelecer uma direção a ser seguida, porém sem fornecer informações demasiadamente instrucionais do percurso a ser percorrido.

"Se a gente está com ele suspenso, a gente vai ter que acionar alguma coisa pra fazer com que ele gire espontâneo, você acha que a gente consegue fazer isso?" (Diogo).

"(Risos) não sei" (Mariana).

"A ideia era tentar fazer isso, né? Mas o que vai fazer ele girar?" (Sara).

"Tá, a gente pode testar materiais" (Diogo).

A fala dos licenciandos remete a um plano de trabalho adequado para a resolução do problema proposto, porém a falta de domínio dos fundamentos conceituais resultam em dificuldades na hora de relacionar os processos de eletrização como alternativa para alcançar o objetivo, frustrando o grupo. O embasamento no eletroscópio de folhas se mostrou proveitoso até certo ponto, no sentido de que seriam aparatos semelhantes e indicariam a presença de um campo elétrico, mas a ênfase dada pelo grupo nos materiais como fatores limitantes os levou a um patamar no qual o desenvolvimento de novas alternativas se mostrou desafiador. A indicação de Diogo referente ao teste de diferentes materiais presentes no kit experimental representa um salto epistêmico com potencialidade de

vencer tal dificuldade, uma vez que, ao agir sobre os materiais de forma pragmática, faz-se possível a observação de diferentes comportamentos e a indicação de uma direção no sentido da resolução do problema, uma vez que a montagem experimental já está adequada. Após tentarem eletrizar diferentes materiais e observar se acontecia algum fenômeno de interação, os licenciandos chegaram ao canudo de plástico:

"Tenta o canudo agora. O canudo é mais tranquilo, tipo, o canudo se você eletrizar e tacar no quadro, ele vai ficar [...]" (Diogo).

"É, deu uma mexida" (Mariana).

"Só que você percebeu que parece que ele mexe quando você encosta na outra ponta do fósforo?" (Sara).

"Aham" (Mariana).

"A madeira?" (Diogo).

"É, isso que a gente meio que achou da primeira vez que a gente fez [...] mas não conseguiu entender porque" (Sara).

"Girou, girou, girou! Eu vi!" (Diogo).

"De fato girou" (Mariana).

Entretanto, apesar da observação do fenômeno, os licenciandos ainda não estavam convencidos da validade dos seus resultados, dada a exacerbada atenção voltada à aproximação do experimento com um eletroscópio de folhas. Os professores (PP e PR) buscaram, por meio de questões auxiliares, indicar elementos a serem priorizados na execução experimental, como a possibilidade de neutralidade de um dos corpos, o processo diferente que ocorre no caso do eletroscópio por conta dos materiais condutores, mas os alunos ainda apresentaram grande dificuldade em passar das atitudes manipulativas às intelectuais (Carvalho, 2018).

Ainda que infrutífera, a tentativa de solução do grupo se mostrou muito próxima de uma montagem experimental com potencial de resposta ao problema posto; isso foi conquistado com base em longos diálogos, levantamento de hipóteses, argumentação a respeito de perspectivas conflitantes e testes experimentais, evidenciando aspectos dos domínios social, material e epistêmico. Alguns desses elementos são representados pelo excerto do diário experimental de Mariana:

"Tentamos montar novamente um eletroscópio, no entanto, mesmo isolando o fósforo completamente, tivemos problemas em eletrizar algo que fizesse ele se mexer, como o canudo." (Relato do diário experimental de Mariana)

Uma vez que o encerramento desta fase não indica o fim da atividade investigativa, a ausência de uma conclusão conceitual não caracteriza fracasso por parte do grupo. Conforme os graus de liberdade intelectual contemplados em atividades experimentais (Carvalho, 2018), o grau IV, almejado nesta sequência, tem como característica a elaboração de uma conclusão de forma colaborativa entre professores, licenciandos e classe. Isso significa que quaisquer ausências, confusões ou percepções equivocadas fruto da realização experimental no grupo são problematizadas, discutidas e sanadas a fim da elaboração do conhecimento formal ao fim da atividade, de uma forma coletiva, abrangendo a turma como um todo.

5.2.3.3. Vitor em seu novo grupo; com Ana e Carlos

Tal qual os outros grupos formados, as discussões do novo grupo de Vitor, que contava com Ana e Carlos, iniciaram com os levantamentos das hipóteses e montagens experimentais utilizadas nos grupos de origem. Carlos inicia a sua fala estabelecendo que, no seu grupo, o princípio da eletrostática não foi utilizado, mas que a sua ideia inicial foi pautada na conservação de energia mecânica, baseada em um experimento (conhecido como a lata vai-e-vem, embora o nome não tenha sido explicitado). Carlos evidenciou que, pela não adesão do seu grupo à sua ideia, a tentativa implementada fundamentou-se na fixação do palito na parte inferior do copo, e a rolagem do copo a partir de uma situação de equilíbrio instável, utilizando dois pesos para limitar o movimento do copo.

Vitor relatou a tentativa de solução da situação por meio da magnetização da moeda com o palito de fósforo apoiado sobre ela, chamando atenção imediatamente depois para a observação feita pelos professores de que, ao implementar tal estratégia, os licenciandos estariam interferindo diretamente sobre o sistema. A solução elaborada que se assemelhava a um eletroscópio não foi relatada a princípio por Vitor. Já Ana descreveu a montagem experimental que consistia no palito isolado dentro do arranjo de copos plásticos, suspenso pela linha de costura:

"Tá, minha equipe fez assim: a gente pegou esse palito aqui (indicando o palito de churrasco), daí amarrou o fiozinho, daí amarrou no fósforo pra ele ficar tipo em equilíbrio assim. Daí a gente atritou o cobre na lã, e o cobre... não deu pra ver direito, mas o cobre ou atraiu, ou ele repeliu o fósforo. Agora, eu acredito que ele atraiu o fósforo, ele atraiu as cargas positivas do fósforo que tava neutro e fez com que girasse" (Ana).

"Ok (risos)" (Carlos).

"Ok. Isso não é, literalmente, eletrostática?" (Vitor)

"É (risos)" (Ana).

"E se a gente tentasse reproduzir isso? Como é que vocês prenderam? [...]" (Vitor).

"A gente colocou dentro do copo pra não ter interferência de corrente de ar" (Ana).

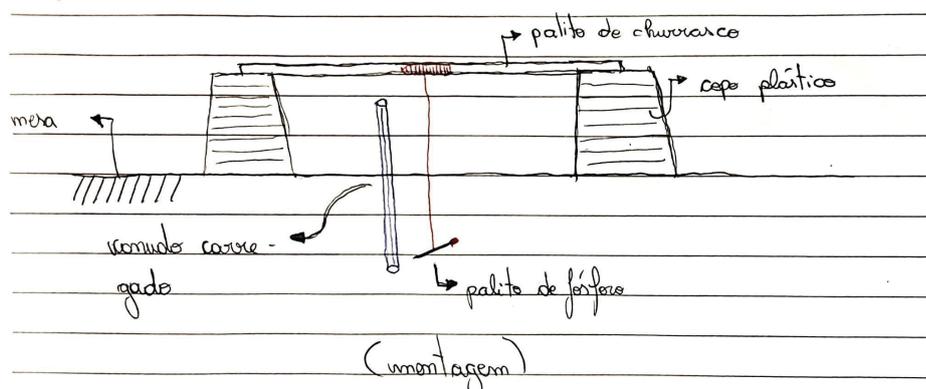
"Vento e tal?" (Vitor).

"É. Dá pra gente tentar fazer, pode ter sido loucura da nossa cabeça também" (Ana).

O excerto do diálogo trazido acima apresenta o experimento do grupo originário de Ana como uma alternativa viável, fundamentada nos pressupostos físicos coerentes com a unidade temática do experimento, ainda que com alguns dos detalhes fornecidos (trecho destacado) apresentarem inconsistências, as quais não são questionadas pelos demais membros do grupo. Destacamos ainda que a proposta de Ana foi prontamente aceita pelos integrantes, não sendo problematizadas ou expandidas pelos colegas. Realizando o exercício de análise dos domínios do conhecimento emergentes neste trecho, podemos destacar o domínio social, desde o início da interação entre os licenciandos, comunicando suas hipóteses e tentativas produtivas e frustradas. O domínio epistêmico, se faz presente na fala de Vitor ao sugerir a reprodução do experimento e buscar compreender o arranjo ao questionar como foi feita a montagem, avaliando a pertinência do aparato. Assim como o domínio conceitual, resgatado tanto nas falas de Ana quanto de Vitor, quando a licencianda argumenta a respeito da neutralidade do fósforo e implicando a separação de cargas (ainda que este elemento não seja evidenciado em sua fala), e quando seu parceiro de equipe, a partir do *corpus* de conhecimento já construído, questiona: "Ok. Isso não é, literalmente, eletrostática?".

Os licenciandos buscaram então reproduzir o experimento realizado pelo grupo de Ana, e verificaram o movimento do palito de fósforo. Sendo a proposta para este momento pautada na otimização do efeito, uma nova montagem experimental foi feita, conforme a **Figura 05**:

Figura 05: Montagem experimental investigativa.



Fonte: Relatório experimental de Vitor. Desenvolvido por Ana, Carlos e Vitor (2024).

Uma vez observado sucesso com a proposta, os alunos questionaram a respeito da possibilidade de atritar o canudo de plástico com o cabelo, uma vez apresentada a série triboelétrica pelos professores. Os professores prontamente responderam que era uma possibilidade e não violaria as condições pré-estabelecidas para a realização do experimento. Ao implementar tal estratégia, os integrantes do grupo obtiveram sucesso ao elaborar um arranjo experimental mais eficiente, além de fornecer explicações plausíveis para o fenômeno observado. A discussão entre os membros foi destacada pelos licenciandos, e a formulação teórica construída evidencia elementos dos diferentes domínios do conhecimento. Vitor relata em seu diário:

"Para a segunda parte, foram trocados os grupos e meus colegas me convenceram com suas ideias. Como hipótese, tínhamos em mente que corpos podem ser eletrizados por atrito. Assim, tínhamos dentre os planos carregar o canudo de plástico [...]. Não apenas, pensamos em usar esse efeito a nosso favor e induzir carga no palito por aproximação.

Carregamos o canudo negativamente atritando-o no cabelo. Em seguida, o aproximamos do palito. Nesse momento, acredita-se que o palito passe por um processo de eletrização, onde as cargas positivas ficam mais próximas ao canudo.

Observamos o palito girar, melhorias envolvem meios de isolar o palito dos efeitos do vento e eletrizações mais potentes" (Relato do diário experimental de Vitor).

Ao especificar o convencimento dos colegas a respeito dos planos de trabalho e hipóteses levantadas, Vitor relaciona elementos tanto sociais quanto epistêmicos: sociais tendo em vista o processo de comunicação e compartilhamento

do conhecimento por parte do grupo; e epistêmicos, pela reflexão, argumentação e avaliação necessárias para o convencimento de seus pares a respeito de práticas de cunho científico. Além disso, a discussão de um plano de trabalho que vise otimizar o efeito observado e os testes realizados, com novas iterações do arranjo experimental proposto inicialmente por Ana, também contém elementos do domínio material. O campo conceitual é verificado dada a construção teórica elaborada pelos licenciandos; o uso de conhecimentos prévios, além da assimilação de conceitos à medida que novos elementos e materiais eram introduzidos no experimento (como a série triboelétrica), e a relação com a situação diante dos sujeitos contempla, desta forma, fundamentos de quatro domínios do conhecimento, tal qual almejado em uma atividade idealizada de maneira investigativa, como foi o caso desta etapa da sequência de aulas proposta.

5.2.4. Formalização do conhecimento - Eletrostática

De forma coerente com os pressupostos teórico-metodológicos do EnCI, o momento seguinte à conclusão da atividade pelos grupos foi destinado à discussão dos resultados obtidos pelos licenciandos, problematização das situações por eles encontradas, e resolução conjunta da situação posta, seguida pela formalização teórica do conhecimento físico norteador da proposta. Isso ocorreu no mesmo encontro da atividade de otimização dos resultados e, para isso, os grupos foram convidados a expor as estratégias utilizadas e observações realizadas.

Observou-se que todos os novos grupos formados para a etapa de otimização dos resultados baseiam-se, de alguma forma, na tentativa inicialmente proposta pelo grupo original formado por Ana, Sara, e Pedro. Epistemologicamente, é uma decisão lógica, uma vez que este grupo foi o único que conseguiu observar o fenômeno almejado segundo os princípios da eletrostática e, uma vez dissolvidos os grupos originais, com os licenciandos realocados em novos grupos, as atitudes pertinentes aos domínios social e epistêmico resultaram na adoção de estratégias semelhantes nos novos grupos formados. Desta forma, elencamos elementos comuns em todos os novos planos de trabalho:

- suspensão do palito de fósforo;
- utilização dos copos como alguma forma de isolamento do sistema;

- utilização da eletrização por atrito.

Assim, semelhantemente ao que se observa quando cientistas transitam entre diferentes grupos de pesquisa, novas contribuições foram feitas pelos seus pares, alcançando resultados diferentes, ainda que próximos, por meio de estratégias diferentes, ainda que próximas.

O Professor Pesquisador encarregou-se então de propor a formulação teórica pautada nos processos de eletrização, e de que forma a eletrização por atrito e a indução eletrostática resultaria nas observações feitas pelos licenciandos. Para tal, pediu-se que os próprios sujeitos complementassem a fala do professor com suas contribuições empíricas, de forma que conceituou-se colaborativamente, não apenas os processos de eletrização supracitados, como a afinidade eletrônica representada pela série triboelétrica.

5.2.5. Formalização teórica - Ensino por Investigação

Conforme mencionado no início desta seção, é necessário cuidado para não esquecer o ponto central da sequência desenvolvida: o ensino de fundamentos teórico-metodológicos do próprio EnCI. Este momento da proposta foi dedicado a problematizar, em conjunto com os participantes, as atividades por eles desenvolvidas ao longo das aulas. Para isso, PP e PR questionaram os licenciandos sobre quais elementos destacaram-se nas diferentes etapas da sequência de aulas, os quais prontamente responderam a respeito do quão diretiva configurava-se a atividade inicial realizada com o Gerador de Van de Graaff, em contraste com o quão aberta foi percebida a atividade pautada no movimento do palito de fósforo. Tal diferença era esperada, de forma que questionamentos adicionais foram realizados, como "mas o que configura uma delas como diretiva e a outra como aberta?" e "como podemos transformar uma atividade diretiva em uma atividade mais aberta?". É importante destacar que, intencionalmente, os professores evitaram o uso do termo "investigação" no decorrer desta etapa, almejando que este emergiria naturalmente nas discussões empreendidas, o que realmente ocorreu.

Os professores em formação elencaram elementos como a presença de um roteiro experimental que não permitia atitudes diferentes das pré-estabelecidas pelo professor, os materiais meticulosamente preparados e a utilização de todos eles no

cenário experimental, e a ausência de liberdade para a exploração de outras possibilidades para o experimento em questão. Em contrapartida, a atividade "aberta" foi caracterizada pela liberdade dada aos alunos de explorar e construir suas próprias hipóteses e plano de trabalho, experimentar e aprender com base nos erros encontrados ao longo do processo, investigando novas possibilidades de resolução.

Ao fim dos argumentos que evidenciaram a discrepância entre as atividades diretiva e investigativa, o PP chamou atenção para um elemento que os alunos não enunciaram: as atitudes do professor ao longo da atividade. Na atividade diretiva, os alunos nem ao menos manipularam o gerador de Van de Graaff, limitando-se a agir sobre o pêndulo eletroscópico construído; em comparação, os professores não agiram sobre nenhum dos materiais nas etapas investigativas, mas sim forneceram questionamentos adicionais e problematizaram as situações encontradas pelos licenciandos ao longo do desenvolvimento experimental.

Tal lacuna de percepção por parte dos alunos representa uma justificativa contundente daquilo que propusemos com a elaboração do presente projeto. Uma vez colocados no papel de alunos, os licenciandos concentraram-se em solucionar o problema proposto como objetivo final da atividade, não percebendo o objetivo subjacente de identificação das atitudes que vinham sendo desenvolvidas pelos PP e PR ao longo da proposta. Assim sendo, evidencia-se empiricamente a pertinência de proposição de disciplinas onde os saberes de "o que ensinar" e "como ensinar" sejam tratados concomitantemente.

Com o intuito de destacar os motivos que orientaram as ações dos professores ao longo das atividades desenvolvidas, este momento foi marcado pela introdução do significado formal de "liberdade intelectual", pautado em Carvalho (2018). Além disso, foi preparada uma apresentação de *slides* contendo artigos de referência e conceitos fundamentais para a elaboração teórica da abordagem. Encerrou-se a apresentação conceituando o EnCI como uma abordagem socioconstrutivista pautada em Solino *et al.* (2015, p. 2):

A investigação revela-se em atos intelectuais e manipulativos não, necessariamente, realizados a partir de um roteiro de estratégias e ações previamente definidas. Tomamos a ideia de investigação como os processos por meio dos quais novos conhecimentos são construídos apoiando-se em resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto de perspectivas. A investigação é um processo aberto, desencadeado e dependente de características do próprio problema em análise.

Ao final da apresentação, foi solicitado aos licenciandos o trabalho final da intervenção, que consistiu na elaboração de uma sequência de aulas de própria autoria, baseada na conversão de uma atividade experimental diretiva já existente, em uma proposta contendo atividades experimentais investigativas. O trabalho poderia ser feito individualmente ou em duplas, e tinha como objetivo avaliar elementos da apropriação dos alunos sobre os fundamentos teórico-metodológicos do EnCI, principalmente no que se refere às atitudes do professor para a promoção da liberdade intelectual. Desta forma, elenca-se um novo eixo de análise a ser utilizado para as propostas apresentadas: "ações docentes para a promoção do EnCI", o qual encontra amparo teórico em Máximo-Pereira e Cunha (2021) e Carvalho (2018) para desenvolvimento da análise.

5.3. PLANEJAMENTO DE PROPOSTAS INVESTIGATIVA PELOS LICENCIANDOS

A fim de verificar a pertinência e validade do dispositivo proposto na seção 4.4., disposto na **Figura 02**, buscamos, inicialmente, apresentar o material desenvolvido pelo próprio pesquisador segundo o viés do dispositivo elaborado; material este que foi utilizado como planejamento para a intervenção realizada com os sujeitos de pesquisa ao longo da coleta de dados no ambiente de sala de aula. Uma vez que este foi o contato mais evidente com a abordagem investigativa vivenciada pelos licenciandos, faz-se pertinente estudar tal proposta a fim de avaliarmos o teor investigativo do que almejamos proporcionar. Uma vez verificada a validade do dispositivo, prosseguiremos para a análise do material desenvolvido pelos sujeitos.

5.3.1. Apresentação do material produzido pelo pesquisador

A proposta do pesquisador será apresentada tendo em vista cada uma das etapas elaboradas para o dispositivo por nós proposto, a começar pela categorização das ações do Professor que desenvolve o Ensino de Ciências por Investigação, dispostas no **Quadro 11**.

Destacamos a utilização de um esquema de cores na utilização do quadro de identificação das ações do PEnCI da seguinte forma: célula branca - categoria não observada no material; célula amarela - categoria observada uma vez ao longo da

redação do material; célula verde - categoria observada duas ou mais vezes ao longo da redação do material.

Quadro 11: Ações do PEnCI identificadas na proposta do pesquisador.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula.	
Categoria analisada	Exemplo extraído do material
(a) Proposição de um problema	"como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?" "Os alunos reunidos em grupos de três integrantes serão confrontados com a situação problema, ao mesmo momento em que serão orientados em relação às condições do experimento."
(b) Questionamentos aos estudantes	"Ao longo dessa etapa, os professores estarão circulando entre os grupos, fomentando e incentivando discussões, no entanto, sem fornecer respostas ou dicas para a resolução da questão posta"
(c) Orientação/ condução do processo de ensino	"Este momento é caracterizado pelo início de uma discussão entre professores e alunos, utilizando o contraste de algumas características observadas nas atividades realizadas para enunciar alguns dos conceitos inerentes ao Ensino por Investigação. Tanto quanto possível, os professores devem evitar utilizar terminologias como "investigação", "investigativo" ou similares, balizando os argumentos trazidos pelos próprios alunos para que eles alcancem tais termos organicamente."
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	"Novamente, nesta etapa os professores estarão circulando pelos grupos, ouvindo e dialogando com os alunos, elaborando questões auxiliares que possam auxiliar os estudantes, porém sem indicar o caminho para o objetivo"
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	"[...] questiona-se os alunos sobre as hipóteses levantadas, aproveitando-se das observações feitas por eles para a introdução e elaboração dos conceitos de cargas elétricas, corpos neutros e carregados, e forças resultantes da interação entre cargas."
(f) Criação um ambiente propício à investigação	"Para isso, a atividade conta com um desenvolvimento experimental, no qual os alunos serão responsáveis pelo diagnóstico do problema, elaboração e execução de um plano de trabalho, levantamento de hipóteses e discussão, de forma que a conclusão será colaborativa" "Serão encorajados a explicitar procedimentos e etapas infrutíferas, como discutiram e o que fizeram para que pudessem contornar a situação e responder aos desafios propostos, além de demonstrar aos colegas a montagem experimental e métodos utilizados."
(g) Proposição da atividade	"Os alunos reunidos em grupos de três integrantes serão confrontados com a situação problema, ao mesmo momento em que serão orientados em relação às condições do experimento."
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	"Será solicitado aos alunos que previamente à tentativa de resolução seja feito o levantamento de hipóteses dos integrantes do grupo e desenvolvimento de um plano para a solução do problema, registrando essas informações no formato de um diário do experimento."

(i) Intermédio de discussões	“Novamente, nesta etapa os professores estarão circulando pelos grupos, ouvindo e dialogando com os alunos, elaborando questões auxiliares que possam auxiliar os estudantes, porém sem indicar o caminho para o objetivo.”
(j) Introdução do conhecimento científico	“A partir dos conceitos construídos juntamente com os alunos, parte-se então para o enunciado e definição de alguns aspectos fundamentais do Ensino por Investigação, conceituando a abordagem historicamente e, mais especificamente, as contribuições brasileiras para o seu desenvolvimento”

Fonte: O autor (2025).

Inicialmente, menciona-se o detalhamento do plano elaborado, uma vez que o documento contempla ações e práticas esperadas do professor no que se refere à orientação da proposta, e atitudes a serem tomadas ao longo do seu desenvolvimento. Isso foi obtido por meio da elaboração e discussão com a professora responsável pela disciplina, onde foi possível identificar pontos a serem aprofundados e quais se apresentariam como inviáveis para o desenvolvimento da atividade, o que possibilitou a elaboração de uma proposta de intervenção com atividades contendo elementos investigativos.

A proposta de um bom problema relaciona-se intimamente com o desenvolvimento dos domínios epistêmico e material no decorrer da atividade. É a partir de um problema adequado que possibilita-se aos alunos a elaboração de hipóteses, definição de ações pretendidas, desenvolvidas e posteriormente escrutinadas, sendo tais ações correlatas ao processo de construção de dispositivos e avaliação do conhecimento pelos alunos. Além disso, a interlocução entre professor e alunos revela-se como pivô na promoção do domínio epistêmico, uma vez que, por meio de uma estratégia pautada em questionamentos aos estudantes e provocações feitas pelo professor, fomenta-se o levantamento e teste de hipóteses, e encoraja-se a alteração de postura dos alunos em direção à perspectiva inquisitiva e socioconstrutivista almejada pelo EnCI.

Outros pontos destacados pela implementação do dispositivo que relacionam o trabalho de Máximo-Pereira e Cunha (2021) e Carvalho (2018), e que se fazem presentes na atividade em questão, refletem a promoção de um ambiente investigativo, pautado nas ações que são garantidas aos alunos, incumbindo-os de maior responsabilidade nas etapas da atividade, e que conversam com o estabelecimento de um maior grau de liberdade intelectual. Tais observações podem ser encontradas no excerto:

“Para isso, a atividade conta com um desenvolvimento experimental, no qual os alunos serão responsáveis pelo diagnóstico do problema, elaboração e execução de um plano de trabalho, levantamento de hipóteses e discussão, de forma que a conclusão será colaborativa”

Além disso, a promoção de um ambiente investigativo é potencializada pela valorização do erro ao longo do processo de investigação, evidenciando a importância de observação de propostas infrutíferas no levantamento e teste de hipóteses, uma vez que, conforme Carvalho (2018, p. 767), “criar condições em sala de aula para os alunos poderem participar sem medo de errar, isto é dar liberdade intelectual para os alunos”.

A primazia pela intencionalidade de elaboração da proposta em direção à uma intervenção investigativa é identificada por basear-se, também, em um dos textos que oferecem suporte para a análise aqui desenvolvida, e que cita etapas necessárias para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas. Carvalho (2013) elenca as etapas de: 1. Problematização (conforme elaborado anteriormente) em conjunto com a distribuição do material; 2. Resolução do problema pelos alunos; 3. Sistematização dos conhecimentos elaborados em grupos, e 4. Escrever e desenhar, o que culminará em uma conclusão colaborativa. Isso é observado com pequenas alterações, dado a etapa de escolarização dos sujeitos; por exemplo: a fase de escrever e desenhar foi sugerida como a redação de um diário experimental, no entanto, sem mudança no propósito da etapa.

O que é proposto por Carvalho (2013) possui semelhança com o que Pedaste *et al.* (2015) relatam no seu levantamento bibliográfico referente às fases da investigação (em tradução livre; *inquiry phases*, no original). O que o estudo da proposta resultou, segundo a perspectiva do referencial brasileiro, foi aprofundado ao explorar neste novo referencial as etapas de orientação, conceitualização (abrangendo o questionamento e levantamento de hipóteses pelos alunos), investigação, conclusão e discussão. A contribuição de Pedaste e colaboradores (2015) jaz na descrição de diferentes atividades vinculadas ao processo investigativo, das quais, as presentes na intervenção aqui estudada, encontram-se destacadas em cinza no **Quadro 12** a seguir:

Quadro 12: Atividades identificadas na proposta do pesquisador.

Fase da investigação	Atividades identificadas												
Orientação	1	2	3										
Conceitualização	4	5	6	7	8								
Investigação	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Conclusão	22	23	24	25	26								
Discussão	27	28	29	30	31	32							

Fonte: O autor (2025).

As fases destacadas nesse processo investigativo relacionam aspectos dos diferentes domínios: epistêmica, material, social e conceitual, entremeadas ao longo de toda a proposta, que pode ser verificada tanto pelo critério de frequência da primeira etapa, quanto exploração de diferentes atividades investigativas em cada uma das fases de investigação.

5.3.2. Análise do material produzido por Mariana e Vitor

A proposta de Mariana e Vitor foi pautada no estudo da eletrodinâmica, elencando a característica da resistência elétrica interna de um voltímetro como tópico de estudo, sendo contextualizada, para o caso da atividade proposta, como o cálculo da resistência implementada em um chuveiro elétrico. Utilizou-se como base o trabalho desenvolvido em uma disciplina de Física Experimental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), com as devidas adaptações para implementação na etapa do Ensino Médio, mantendo-se o objetivo principal de possibilitar aos alunos a compreensão de ordem prática e teórica de como a resistência interna em instrumentos elétricos se relaciona com medidas realizadas a partir da conceituação da lei de Ohm e do Efeito Joule. Para tal, os licenciandos previram três encontros.

Contextualizadas a referência utilizada pelos licenciandos, bem como o objetivo almejado com a atividade proposta, passa-se para a análise da produção conforme o dispositivo elencado na **Figura 02**.

Quadro 13: Ações do PEnCI identificadas na proposta de Mariana e Vitor.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula	
Categoria analisada	Exemplo extraído do material
(a) Proposição de um problema	Suponha que, no inverno, seu chuveiro elétrico estragou e foi necessário que você o trocasse. No lugar do estragado, decide colocar um antigo modelo que havia na casa de sua mãe e que por ela foi emprestado para essa emergência. Finalizada a instalação, você decide testar o equipamento tomando um delicioso banho, mas percebe que a água está saindo muito quente. Você, que prestou atenção nas aulas de Física, sabe que isso ocorre porque a resistência tem um valor muito pequeno e não suporta devidamente a corrente elétrica fornecida. Como um novo chuveiro é muito caro, você opta por trocar a resistência por outra de maior valor. Para isso, é necessário conhecer o valor daquela instalada no chuveiro. Como você faria isso com os materiais que têm em mãos? Qual o valor da resistência do seu chuveiro?
(b) Questionamentos aos estudantes	Espera-se, neste momento, que os professores observem e questionem os estudantes de forma que reflitam sobre a prática.
(c) Orientação/condução do processo de ensino	Assim, com todos os diários finalizados, se dará início à discussão, onde o professor avaliará quais foram as ideias dos alunos ao traçarem o próprio “método científico” e as possíveis confusões conceituais que podem ter levado a soluções não tão eficazes durante o experimento.
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	Para finalizar a sequência de atividades investigativas, será realizada uma discussão de hipóteses, onde cada grupo de alunos explicará para o resto da sala como realizou a montagem e quais foram os valores coletados, assim como quais seriam as justificativas para esses resultados.
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	Aqui, os alunos serão motivados a discutirem entre si e a escreverem uma espécie de diário ou relatório, onde deverão estar contidas: (1) uma explicação do procedimento experimental, da montagem; (2) as ideias que motivaram tal montagem. Ao discutir suas escolhas para a realização do experimento e resultados, estarão contribuindo tanto para a esfera social, quanto epistêmica da prática investigativa [...]
(f) Criação um ambiente propício à investigação	Para iniciar a prática, será feita a formação dos grupos, sendo recomendado pelo professor que não ultrapassem o número de três alunos por grupo, uma vez que trata-se de um experimento simples e não seria proveitoso dividir as atividades entre muitas pessoas, pois alguma delas poderia ficar excluída do trabalho experimental. Para que nosso objetivo com este plano de aula seja atingido, os alunos precisam conhecer os equipamentos a serem utilizados. Por isso, será feita a distribuição dos mesmos e uma breve descrição dos itens.
(g) Proposição da atividade	Portanto, o objetivo foi fornecer aos alunos uma compreensão prática da resistência interna em instrumentos elétricos e como ela afeta as medidas realizadas. Com isso, pensando em um contexto de três aulas por semana, esse estudo foi dividido em

	três momentos: 1. Aula expositiva e teórica acerca dos conceitos principais do experimento que viria a seguir; 2. Aula investigativa e experimental, onde os alunos utilizarão o conhecimento teórico para começar a medir a resistência interna do voltímetro, podendo consultar o professor apenas para dúvidas pontuais; 3. Discussão geral com a turma e o professor sobre os resultados encontrados e as possíveis dificuldades/erros presentes durante a montagem.
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	Aqui, os alunos serão motivados a discutirem entre si e a escreverem uma espécie de diário ou relatório, onde deverão estar contidas: (1) uma explicação do procedimento experimental, da montagem; (2) as ideias que motivaram tal montagem.
(i) Intermédio de discussões	Espera-se, neste momento, que os professores observem e questionem os estudantes de forma que reflitam sobre a prática.
(j) Introdução do conhecimento científico	

Fonte: O autor (2025).

O problema proposto para a sequência de atividades em questão é introduzido em um contexto verossímil aos alunos. Tal escolha é favorável à implementação de uma atividade investigativa pela proximidade do tópico estudado com a realidade dos alunos, ainda mais pelo catalisador da propriedade estudada se tratar de um objeto de estudo (chuveiro elétrico) comum em residências brasileiras. As atividades são iniciadas em um cenário mais próximo do tradicional, conforme destacado pelos autores, com o intuito de conceituação e recapitulação de alguns fenômenos, propriedades e grandezas necessários para o estudo pretendido, no entanto, o texto é claro ao enunciar que para o seu desenvolvimento, espera-se que os alunos possuam contato prévio com conceitos de eletrostática e eletrodinâmica.

A atividade investigativa tem início no segundo encontro proposto e é finalizada no terceiro (e último) encontro. A redação elaborada evidencia a importância dada ao levantamento e teste de hipóteses, discussão entre pares e manipulação do material fornecido (a lista de materiais é composta por: fonte de tensão contínua, capacitor eletrolítico de alta capacitância, voltímetro analógico, voltímetro digital, resistor, fios condutores, bússola, ímã, conector de porcelana, tesoura sem ponta, 6 parafusos sextavados, massinha e 3 pilhas AAA), o que acorda com a proposição de Carvalho (2018) no que se refere à relação entre ações manipulativas e intelectuais, bem como a etapa de construção de explicações com o coletivo da turma.

Entendendo que o grau de liberdade intelectual possibilitado aos alunos relaciona-se intimamente com as condições de aprendizagem construídas em sala de aula e na relação estabelecida entre professor e alunos, pouco se encontra na proposta a respeito de descritores de como tal liberdade é assegurada aos alunos. Os autores destacam:

Em posse dos materiais, ficarão livres os alunos para realizarem suas montagens experimentais. Espera-se, neste momento, que os professores observem e questionem os estudantes de forma que reflitam sobre a prática.

No entanto, é necessário o adendo de que “deixar os alunos livres” não equivale a lhes possibilitar liberdade intelectual; esta é caracterizada tanto pelo protagonismo dos alunos quanto pela mediação do professor, e na relação estabelecida por meio da orientação das etapas que compõem a atividade até a culminação da conclusão. Tais ações docentes, no entanto, não são profundamente exploradas na proposta, definindo as ações de orientação apenas como “observação e questionamento”, sem maior detalhamento, e a conclusão é tida como uma discussão com a turma, não destacando nenhuma ação específica do professor na condução do encerramento da atividade.

O olhar sobre as etapas de planejamento conforme definidas por Carvalho (2013) reflete uma proposta condizente com a bibliografia, especialmente nas etapas de proposição do problema e de resolução do problema pelos alunos. No entanto, conforme destacado previamente, na etapa de sistematização e introdução do conhecimento científico, as ações do professor não são expressas no planejamento, deixando de estabelecer alguns parâmetros do que se espera do docente nessa fase, na qual seria responsável pela condução da discussão, balizando argumentos dos alunos e auxiliando-os na construção de uma argumentação científica. Tal ausência na sistematização das informações acarretará em lacunas na etapa de escrever e desenhar, uma vez que a mediação do professor torna-se um pivô para a introdução de elementos para discussão, nomeação de fenômenos e outros fatores que contribuem para um relato e conclusão da atividade.

Ao buscar identificar atividades pretendidas aos alunos presentes nas fases de investigação, segundo o referencial de Pedaste *et al.* (2015), observa-se:

Quadro 14: Atividades identificadas na proposta de Mariana e Vitor.

Fase da investigação	Atividades identificadas												
Orientação	1	2	3										
Conceitualização	4	5	6	7	8								
Investigação	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Conclusão	22	23	24	25	26								
Discussão	27	28	29	30	31	32							

Fonte: O autor (2025).

A leitura e análise da proposta reflete uma sequência de aulas com eletrodinâmica como tema central, mas cujo objetivo descrito ao longo das etapas destoa do elencado pelos autores. A redação consta com o seguinte delineamento: "Fornecer aos alunos uma compreensão prática do conceito de resistência interna em instrumentos elétricos e como ela afeta as medidas realizadas", no entanto, a compreensão prática elaborada no decorrer da atividade é limitada à experiência do grupo e à avaliação elaborada pelo professor dos argumentos trazidos pelos alunos no último encontro. Os autores ainda destacam a primazia por evidenciar o aspecto não-linear da produção científica, enfatizando aspectos do domínio epistêmico, no entanto, a falta de um encerramento da atividade com uma sistematização coletiva, orientada pelo professor, introdução e formalização do conhecimento científico, e de maior interação entre os pares para além dos grupos formados ao início da atividade representam carência de aprofundamento das dimensões social e conceitual.

5.3.3. Análise do material produzido por Diogo e Rafael

O plano de atividade proposto por Diogo e Rafael consistiu em uma sequência de aulas com fenômenos magnéticos escolhidos como tema norteador. Conforme descrito pelos autores, as etapas possuem forte elemento experimental, contemplando três kits experimentais diferentes, a serem usados em variados momentos da implementação.

Sendo o magnetismo o plano de fundo para a fundamentação da atividade, a construção das etapas apresentou gradativo aumento de complexidade, ancorados sempre nos fundamentos magnéticos. As diferentes atividades planejadas variaram

desde a manipulação de ímãs e a sua interação com materiais de diferentes composições, construção de um modelo para visualização das linhas de campo de forma análoga ao que acontece no planeta Terra, e construção de uma bússola. Para isso, foram previstos quatro encontros.

A identificação de ações do PEnCI na proposta redigida pelos licenciandos encontra-se conforme o quadro abaixo:

Quadro 15: Ações do PEnCI identificadas na proposta de Diogo e Rafael.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula	
Categoria analisada	Exemplo extraído do material
(a) Proposição de um problema	
(b) Questionamentos aos estudantes	A ideia nesse momento é realizar uma introdução com os alunos sobre bússolas, perguntando “O que é uma bússola?”, “Quais os materiais estão presentes nela?”, “Como ela funciona?” e “Qual sua utilidade”
(c) Orientação/condução do processo de ensino	
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	Novamente, nesta etapa os professores circularão pelos grupos, ouvindo e dialogando com os alunos, elaborando questões que possam auxiliar os estudantes, porém sem indicar o caminho para o objetivo Com toda a sala, os professores irão questionar os alunos referente ao campo magnético do planeta Terra e enfatizaram a sua importância para nossa sociedade.
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	
(f) Criação um ambiente propício à investigação	
(g) Proposição da atividade	Neste momento, o professor entrega os kits de experimento conforme o (Apêndice C) para os grupos formados, pode-se ressaltar que esses grupos serão formados por 3 a 4 alunos sem a interferência do professor. Após os kits experimento entregue e seu material revisado. O professor apresenta a sala de aula que a bússola deverá ser construída e apresentada na próxima aula.
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	Nessa etapa os professores podem propor algumas perguntas como: “O que acontece quando os ímãs estão distantes ou aproximados?”, “Se colocarmos uma borracha entre os ímãs, o que acontece? Por que isso acontece?” “Se tivermos um ímã maior e outro menor, qual teria a maior força magnética?”.

(i) Intermédio de discussões	Os professores discutem junto com os alunos sobre os elementos do experimento do último encontro, junto a isso, realiza-se uma breve revisão do assunto com enfoque maior na área de materiais magnéticos. Após esses questionamentos o professor e turma discutem as hipóteses levantadas pelos alunos e elabora a proposta da atividade final referente a construção de uma própria bússola.
(j) Introdução do conhecimento científico	Para o final da aula o professor deve realizar uma formalização teórica com toda a turma referente aos conceitos iniciais de magnetismo que foi apresentado. Nessa etapa o professor pode revisar o que foi feito no início da aula e apresentar a sequência didática da próxima aula para a turma em geral. Para isso devemos explicar aos alunos que os equipamentos do kit simularam o planeta Terra, explicando e exemplificando cada material do kit e sua função. O objetivo principal seria que os alunos pudessem entender e assimilar a bola de isopor como nosso planeta Terrestre, o ímã dentro da bola como nosso núcleo responsável pelo campo magnético e a farroupilha de ferro como os materiais condutores, assim podemos apresentar o funcionamento do campo magnético no planeta terra e como isso interfere em nosso cotidiano.

Fonte: O autor (2025).

Diferentemente do planejamento analisado na subseção anterior, a presente proposta não contém elementos básicos para a sua classificação enquanto proposta de ensino de uma atividade experimental investigativa, conforme era desejado. O resultante da produção dos licenciandos pode ser considerada uma proposta de ensino com características que possuem perspectiva de ensino socioconstrutivista, por conta do seu caráter colaborativo em diferentes etapas, e valorização na produção do aluno enquanto recurso a ser utilizado na conceituação teórica. No entanto, a ausência de uma situação problematizadora que oriente a atividade, com uma perspectiva de proposta de resolução aos alunos que acompanhe as diferentes etapas da atividade, não configura uma abordagem investigativa. A respeito da elaboração de problemas, Carvalho (2013, p. 11) enuncia:

O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto.

Embora se trate de um assunto incluído na cultura social dos alunos, dada a importância social e tecnológica do conhecimento de fenômenos magnéticos, a

forma como a questão é apresentada aos alunos não relaciona-se com a proposição de um problema, mas sim como uma exploração de propriedades de materiais ferromagnéticos trazidos pelo professor, seguidos pelo desafio de construção de uma bússola. A redação do planejamento aproxima-se, desta forma, de uma conceituação teórica pautada na manipulação de materiais com o auxílio do professor, seguida por uma montagem experimental prática por parte dos alunos.

Similarmente, enquanto componente vital para o estabelecimento de uma atividade investigativa (neste contexto, experimental), o ambiente propício à investigação deve ser previamente imaginado e contemplado no planejamento do professor. Quanto a isso, a ausência de descritores que relacionam a forma como tal ambiente será constituído indica uma lacuna no potencial a ser atingido com a atividade, e classificando-a como alheia à perspectiva de atividade fundamentada na abordagem investigativa. Ao lançarmos luz sobre isso, amparamo-nos em Carvalho (2018) ao afirmar que a criação de um ambiente propício à investigação é decorrente do grau de liberdade intelectual possibilitado aos alunos, e que isso, por sua vez, decorre da participação que lhes é atribuída. Se a argumentação é necessária para a consolidação de fatos em evidência, e com a estrutura da atividade baseando-se na argumentação realizada pelo professor em momentos de conceituação e revisão, para posterior proposta de realização experimental, não dispõe de um ambiente que fomente a investigação.

Embora a proposta não seja fundamentalmente investigativa, muito nos interessa a verificação de atividades potencialmente investigativas idealizadas para os alunos, presentes nas diversas etapas do planejamento.

Quadro 16: Atividades identificadas na proposta de Diogo e Rafael.

Fase da investigação	Atividades identificadas												
Orientação	1	2	3										
Conceitualização	4	5	6	7	8								
Investigação	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Conclusão	22	23	24	25	26								
Discussão	27	28	29	30	31	32							

Fonte: O autor (2025).

A análise do documento possibilitou maior compreensão do próprio dispositivo de análise e a constatação de que elementos pertencentes às ações docentes podem possuir características fundantes do Ensino por Investigação, sem que a proposta, de modo geral, configure-se como tal. Isso é observado no **Quadro 16**, o qual relaciona a presença de algumas das atividades características do EnCI, porém, em uma proposta que se distancia da abordagem. Esta observação relaciona-se com a perspectiva de ensino de que diferentes estratégias, de diferentes abordagens, podem ser utilizadas em conjunto no planejamento de aulas. Ainda que tal proposta não esteja em plena concordância com o que esperou-se com a realização da intervenção deste trabalho, nos remetemos ao que é destacado por Máximo-Pereira e Cunha (2021), onde a identificação de algumas atividades e ações investigativas em uma proposta que não represente a totalidade do EnCI pode vir a representar uma etapa importante na formação do professor para que ele venha a utilizar a abordagem em oportunidades futuras. No caso dos licenciandos, por encontrarem-se em formação inicial, tal caminho indica uma potencial aproximação com o EnCI à medida que seus saberes docentes vão sendo construídos, uma vez que, de alguma forma, são apresentados elementos da abordagem em questão.

Assim sendo, é possível concluir que a sequência de atividades aqui analisada possui elementos investigativos, verificados principalmente em ações do professor, mas a sua estrutura demasiadamente diretiva por parte do docente responsável pela atividade e ausência de aprofundamento no que configura o grau de liberdade intelectual possibilitado aos alunos não reflete o Ensino por Investigação (Carvalho, 2018).

5.3.4. Análise do material produzido por Pedro e Carlos

A proposta da dupla constituída por Pedro e Carlos tem como ponto focal o estudo dos fenômenos físicos responsáveis pelo funcionamento da Gaiola de Faraday enquanto dispositivo de blindagem eletrostática. Para isso, os licenciandos elencam como objetivos de aprendizagem a compreensão dos princípios da blindagem eletrostática e suas aplicações no cotidiano, contemplando uma fase de experimentação onde os alunos devem construir suas próprias Gaiolas de Faraday com os materiais à disposição e relatar suas ações e observações em um relatório

experimental previamente sugerido pelos autores. As atividades foram planejadas para serem desenvolvidas ao longo de três encontros.

Logo ao início da redação, a escolha de palavras que constitui os objetivos de ensino caminham em direção à uma sequência com viés tradicional, uma vez que lê-se no texto:

Objetivos de ensino:

Expor uma atividade experimental para os alunos com objetivo de investigar a blindagem eletromagnética, possíveis interferências e possibilidades no cotidiano.

Demonstrar o funcionamento da Gaiola de Faraday como um dispositivo de proteção contra interferências eletromagnéticas.

(Excerto da proposta de Pedro e Carlos, 2024, p. 2)

Embora tais objetivos indiquem uma abordagem diferente da pretendida, a real intenção por trás do planejamento só será esclarecida após a implementação do dispositivo de análise, a iniciar pelas ações pretendidas pelo professor em sala de aula:

Quadro 17: Ações do PEnCI identificadas na proposta de Pedro e Carlos.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula	
Categoria analisada	Exemplo extraído do material
(a) Proposição de um problema	
(b) Questionamentos aos estudantes	
(c) Orientação/condução do processo de ensino	
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	Os grupos são encorajados a experimentar com uma variedade de materiais e técnicas de construção ao criar suas gaiolas de Faraday.
(f) Criação um ambiente propício à investigação	
(g) Proposição da atividade	A tarefa proposta para os grupos é a construção de suas próprias gaiolas de Faraday improvisadas, utilizando os materiais disponíveis.
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	

(i) Intermédio de discussões	Os alunos são encorajados a expressar suas próprias opiniões e conclusões de forma clara e fundamentada, promovendo a comunicação científica e o desenvolvimento de habilidades de síntese e análise.
(j) Introdução do conhecimento científico	Durante a discussão, os alunos são guiados em uma exploração dos princípios fundamentais da Gaiola de Faraday e como esses princípios se relacionam com os resultados do experimento.

Fonte: O autor (2025).

Novamente, de forma semelhante ao que foi observado ao final da análise anterior, o olhar para o planejamento analisado na presente subseção revelou a necessidade da realização do estudo amparado em múltiplos referenciais teóricos, convergentes entre si, e que tragam consigo fundamentos do EnCI, tanto na perspectiva de ação docente, quanto nas atividades planejadas e pretendidas para os alunos.

Inicialmente, conforme evidenciado no **Quadro 17**, verifica-se a ausência de múltiplos elementos que caracterizam as atitudes a serem tomadas pelo professor em sala de aula, que, em última instância, refletem também aspectos da sua intencionalidade enquanto profissional. A forma como o professor planeja se portar no decorrer da atividade correlaciona-se à perspectiva de ensino por ele adotada, e a caracterização da atividade proposta pela dupla caracteriza-se como não-investigativa, não apenas pela forma como algumas das ações do PEnCI aparecem na redação, mas especificamente como várias delas não são contempladas.

Previamente citamos Carvalho (2018) ao elencarmos o grau de liberdade intelectual possibilitado aos alunos, e o problema proposto pelo professor como diretrizes fundamentais para a elaboração de atividades investigativas. No presente caso, nenhuma destas foi verificada. A atividade não partiu de um problema posto aos alunos, mas sim da disponibilização de materiais aos sujeitos e solicitação da construção de uma gaiola de Faraday; e no que tange o grau de liberdade intelectual, o caráter “fechado” da atividade experimental é refletido pela ausência de orientação e questionamentos auxiliares do professor aos alunos, de forma que a interação entre o professor e a turma parece inexistente. O documento limita-se a descrever ações como “são encorajados” e “são incentivados”, mas sem ampará-las em como isso, de fato, ocorreria. Não há menção de interação entre professor e grupos ao longo da atividade realizada, circulação do professor em sala de aula, proposta de conflitos adicionais para fomento de levantamento de hipóteses, ou até

mesmo de questões suplementares na etapa de sistematização do conhecimento, como as propostas por Carvalho (2013, p.12): “Como vocês conseguiram resolver o problema?”, “Por que vocês acham que deu certo?” ou até mesmo “Como vocês explicam o porquê de ter dado certo?”. Por consequência, não há estabelecimento de um ambiente propício à investigação, e a categorização da atividade como não-investigativa.

As ações possibilitadas aos estudantes pela atividade proposta, dentro das listadas por Pedaste *et al.* (2015) são listadas no **Quadro 18**:

Quadro 18: Atividades identificadas na proposta de Pedro e Carlos.

Fase da investigação	Atividades identificadas												
Orientação	1	2	3										
Conceitualização	4	5	6	7	8								
Investigação	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Conclusão	22	23	24	25	26								
Discussão	27	28	29	30	31	32							

Fonte: O autor (2025).

Com base nos dados relacionados por meio das diferentes etapas da análise aqui proposta, a classificação da atividade enquanto não-investigativa torna-se proeminente. Isso se deve pelas características ausentes nas ações que definem o professor enquanto um agente com intencionalidade de aplicação do EnCI, e naquilo que as suas ações refletem no que é possibilitado aos seus alunos. Algumas atividades elencadas na proposta são convergentes com o que é tido na bibliografia como elementos investigativos, no entanto, o conjunto que caracteriza a sequência de aulas não permite extrapolar a natureza destes elementos para o restante do texto; isto é, a presença de atividades com características investigativas não significa que a totalidade da proposta fundamenta-se na abordagem do EnCI, a forma como as diferentes etapas se relacionam por intermédio das ações e intenções do professor são o ponto de inflexão para tal categorização.

5.3.5. Análise do material produzido por Ana e Sara

A sequência de aulas proposta por Ana e Sara parte de uma situação problematizadora envolvendo a montagem de um circuito simples, associando um resistor e um LED, para a qual solicita-se aos alunos a resolução em diferentes etapas descritas no planejamento: levantamento, discussão e registro de hipóteses nos grupos, esquematização do circuito, culminando na montagem do circuito, síntese dos resultados e discussão dos resultados. Salieta-se que é solicitado aos alunos a elaboração de um relatório contendo informações a respeito das etapas listadas, e que a sequência foi elaborada com a intenção de ser implementada ao longo de três encontros. As ações listadas a serem desenvolvidas pelo professor na sala de aula estão de acordo com o **Quadro 19**.

Quadro 19: Ações do PEnCI identificadas na proposta de Ana e Sara.

Ações do PEnCI relacionadas diretamente ao desenvolvimento da atividade investigativa em sala de aula	
Categoria analisada	Exemplo extraído do material
(a) Proposição de um problema	Como construir um circuito elétrico com led e resistor?
(b) Questionamentos aos estudantes	Caso os alunos tenham dificuldade nessa parte, o professor poderá instigar os alunos a repensar o circuito.
(c) Orientação/condução do processo de ensino	
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	
(f) Criação um ambiente propício à investigação	
(g) Proposição da atividade	
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	
(i) Intermédio de discussões	Os grupos serão convidados a expor e explicar aos colegas os planos de trabalho utilizados, as alterações feitas e mudanças observadas em decorrência de tais alterações para a resolução do problema levantado. Serão encorajados a explicitar procedimentos e etapas infrutíferas, como discutiram e o que fizeram para que pudessem contornar a situação e responder aos

	desafios propostos, além de demonstrar aos colegas a montagem experimental e métodos utilizados.
(j) Introdução do conhecimento científico	Após isso, questiona-se os alunos sobre as hipóteses levantadas, aproveitando-se das observações feitas por eles para a introdução e elaboração dos conceitos de tensão elétrica, intensidade de corrente elétrica, resistência elétrica, resistores e led.

Fonte: O autor (2025).

Inicialmente, a implementação da primeira etapa do dispositivo aqui utilizado aparenta indicar indícios de uma atividade não-investigativa. No entanto, de forma semelhante ao que fez-se nas propostas anteriores, devemos analisar o trabalho de acordo com a completude do dispositivo utilizada, uma vez que os dados obtidos por meio das etapas subsequentes têm o potencial de elucidar elementos não contemplados neste primeiro passo.

O problema proposto pela dupla apresenta-se como bastante objetivo, não envolvendo uma situação contextualizadora, e não caracterizando-se como uma situação-problema. Ao invés disso, tem-se um questionamento conciso que mais assemelha-se de um desafio posto aos alunos. Assim sendo, podemos pensar no problema sob duas perspectivas; a primeira delas diz respeito à facilidade com a qual o problema pode ser interpretado pelos alunos, isto é, por não haverem elementos contextualizadores e uma descrição mais aprofundada, os alunos potencialmente enxergam aquilo como um desafio a ser superado. Tal aspecto apresenta-se favorável no sentido de orientação da atividade a ser realizada, facilitando o trabalho do próprio professor ao fazer-se entender no que espera-se com a realização do experimento.

A segunda das perspectivas traz um olhar sobre a ausência de uma situação-problema, deslocando a problematização da realidade e apresentando-se como apenas um fenômeno científico a ser esmiuçado, o que tende a afastar as correlações potencialmente realizadas entre o que os alunos observam e a sua própria realidade. Isso prejudica a perspectiva de uma ciência correlata com o cotidiano do estudante, colocando-a em um cenário de realização apenas no meio educacional escolar. Em outras palavras, a investigação torna-se uma atividade como um meio de levantar e responder questões, ao invés de uma abordagem em que a investigação seja um dos objetivos de ensino, onde a perspectiva de ciência

está de acordo com a busca para solução de problemas para além de questões pontuais na sala de aula (Abd-El-Khalick *et al.*, 2004).

Embora se apresente como uma perspectiva centrada na produção do conhecimento sem relacionar a realidade dos sujeitos, a partir do referencial de Carvalho (2018), pode-se considerar o problema posto como propício para o desenvolvimento de uma atividade investigativa, dadas as etapas de planejamento do circuito a ser montado e ações manipulativas sobre o circuito, passando pela construção de explicações pautadas na causa e efeito dos elementos do circuito montado, e culminando na promoção de ações intelectuais em discussões com os colegas e posterior sistematização com o professor e turma.

Tendo como ponto de partida da sequência de aulas proposta um problema com potencial investigativo, passemos então para a análise das atividades intencionadas a serem empreendidas pelos estudantes, de acordo com a redação do planejamento:

Quadro 20: Atividades identificadas na proposta de Ana e Sara.

Fase da investigação	Atividades identificadas												
Orientação	1	2	3										
Conceitualização	4	5	6	7	8								
Investigação	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Conclusão	22	23	24	25	26								
Discussão	27	28	29	30	31	32							

Fonte: O autor (2025).

Contraditoriamente ao que é identificado na primeira etapa da análise, representado no **Quadro 19**, as atividades pretendidas para os alunos identificadas no **Quadro 20** apontam em direção à elaboração de vários componentes investigativos ao longo da proposta. O questionamento do motivo dessa discrepância é relacionado com a ausência de várias das ações do PEnCI no **Quadro 19**, e com a dificuldade em identificar as condições em sala de aula que propiciam a investigação: a forma como o plano da atividade foi redigido.

A escrita da sequência de aulas pretendida utiliza como referencial a perspectiva do estudante: as atividades que almeja-se que os alunos façam, quais

materiais serão disponibilizados para tal, e quais as etapas os alunos percorrerão no decorrer das aulas. Esta escolha de referencial ilustra claramente a confusão dos licenciandos na elaboração e do objetivo de um plano de aulas, uma vez que o resultado foi um roteiro de atividades a ser implementado, porém sem indicações do que professores devem fazer ao longo do processo (ou instruções, caso o plano fosse implementado por outros profissionais), resultando em lacunas nas ações a serem contempladas pelo PEnCI, especialmente no que diz respeito às suas interações com os alunos.

Assim sendo, pelas condições refletidas pela análise e sabendo-se da importância das ações desempenhadas pelo professor para a promoção do EnCI, pode-se concluir que a proposta em questão não reflete, necessariamente, uma atividade investigativa, uma vez que muitos dos elementos necessários para a investigação, sob a perspectiva do profissional responsável, não são encontradas no documento. No entanto, a proposta apresenta-se como potencialmente investigativa, dadas as alterações necessárias para compreensão do papel do docente responsável e da intencionalidade encontrada por trás da atividade pretendida.

5.3.6. Análise do material produzido por Luiz

A sequência de aulas proposta por Luiz articulou-se em torno de fenômenos magnéticos, em particular, adotando o próprio campo magnético do planeta Terra como elemento de interesse. Para tal, é realizada uma apresentação conceitual sobre elementos do magnetismo e eletromagnetismo, tanto com base no fenômeno quanto na matematização envolvida na sua modelização, seguida pela observação de um experimento realizado pelo professor com posterior desenvolvimento matemático por parte dos alunos.

Inicialmente, antes mesmo da realização da análise sob a perspectiva do Ensino por Investigação, podemos caracterizar a sequência de atividades como ambiciosa, uma vez que o autor almeja em apenas duas aulas:

[...] introduzir os conceitos básicos do magnetismo, incluindo ímãs, polos magnéticos e linhas de campo magnético. Em seguida, iremos abordar os princípios do eletromagnetismo, destacando a relação entre eletricidade e magnetismo e apresentando a regra da mão direita para determinar a direção do campo magnético gerado por uma corrente elétrica em um fio condutor. Também discutiremos como uma corrente elétrica em um fio cria

um campo magnético ao seu redor e apresentamos a equação do campo magnético em um fio. (Excerto da proposta de Luiz)

Além disso, o licenciando descreve a realização de um experimento similar ao de Oersted⁶ para o cálculo da intensidade do campo magnético da Terra por meio de relações trigonométricas.

Ao sujeitarmos a proposta à ferramenta de análise, verificou-se que não contém características de uma sequência de aulas investigativas. Ao longo do texto do documento, não foram encontrados indicativos que remetessem aos fundamentos teórico-metodológicos do EnCI, nem na proposição de problemas, condições em sala de aula e autonomia dos alunos (Carvalho, 2018). As ações do professor contidas na proposta do licenciando, ao observarmos de acordo com o trabalho de Máximo-Pereira e Cunha (2021), não abrangem nenhuma daquelas que caracteriza um professor com pressupostos vinculados à abordagem estudada.

Um olhar mais atento para a proposta revela um encaminhamento diretivo, com perspectivas alinhadas com uma demonstração experimental, haja visto que o professor apresenta a teoria do tópico estudado de forma expositiva, com a justificativa de que este conhecimento é necessário para que os alunos “tenham uma base sólida” para a execução da próxima atividade, a qual resume-se em uma demonstração experimental. Assim sendo, o professor fica responsabilizado pela montagem, execução e explicação do experimento, limitando os alunos à observação e coleta de dados referente à deflexão da agulha da bússola, a qual será utilizada na etapa posterior. Em virtude da ausência de qualquer descritor referente à interação entre professor e alunos em direção ao fomento de formulação de hipóteses, e a própria participação na montagem ou execução experimental, a proposta classifica-se como uma atividade experimental com grau de liberdade intelectual 1.

A finalização da sequência também é caracterizada pela matematização do fenômeno estudado, de forma que a análise qualitativa não possui a devida descrição. Os alunos são encorajados a utilizar relações trigonométricas (fornecidas previamente pelo professor) para o cálculo do campo magnético produzido pelo fio, com posterior relação com o caso particular de um fio retilíneo infinito da lei de Biot-Savart para o cálculo do campo magnético da Terra. Desta forma, conclui-se

⁶ Mais informações a respeito do experimento original podem ser encontradas no *site*: http://fap.if.usp.br/~lumini/f_bativ/f1exper/magnet/C%F3pia%20de%20oersted_shi_ann.htm

que a proposta em questão não encontra-se em acordo com a fundamentação do EnCI, mas sim aproxima-se de atividades com características, dado o seu caráter conteudista, sob uma perspectiva transmissiva do conteúdo e priorização da matematização (Diniz-Pereira, 2000).

5.3.7. Síntese das análises dos materiais produzidos pelos licenciandos

Dessa forma, sintetizamos os resultados das análises categorizando os planos de ensino:

- Mariana e Vitor: proposta de ensino investigativa, porém com carência de ações docentes que visam garantir liberdade intelectual aos alunos e ausência de sistematização conceitual mediada pelo professor;
- Diogo e Rafael: proposta não investigativa, caracterizada de tal forma pela ausência de uma situação problematizadora que oriente a atividade, somada à condução diretiva das etapas experimentais por parte do professor, com pouca participação garantida aos alunos em atividades inerentes à investigação;
- Pedro e Carlos: proposta não investigativa, caracterizada pela ausência de ações típicas do PEnCI no planejamento, com pouca participação dos alunos nas etapas necessárias para a condução da investigação;
- Ana e Sara: proposta potencialmente investigativa; por ausência de descritores das ações do PEnCI, porém com fomento a participação expressiva dos alunos em atividades necessárias para o desenvolvimento da investigação;
- Luiz: proposta não investigativa em decorrência da ausência de ações típicas do PEnCI no planejamento.

Por meio das análises aqui empreendidas foi possível constatar, de forma empírica, a complexidade de abordar-se o EnCI no cenário de formação de professores. Verificamos que muito do que nos é possibilitado no tocante às análises é condicionado pela perspectiva de planejamento de aula que os próprios licenciandos trazem consigo, fator esse que contribui para a determinação da

redação por eles construída. Observando as categorias do PEnCI e das atividades investigativas identificadas nas propostas, é possível verificar, com base num critério de frequência, tanto quais foram os aspectos da prática investigativa que os alunos mais se debruçaram, quanto quais careceram de desenvolvimento na elaboração dos materiais. Com exceção do material elaborado por Luiz, no qual não identificou-se ações características do PEnCI e nem atividades do ciclo investigativo, concatenamos os resultados da análise de frequência desses critérios nos quatro grupos nos **Quadros 21** e **22** a seguir:

Quadro 21: Frequência de ações do PEnCI nas propostas dos licenciandos.

Categorias de ações do PEnCI	Frequência observada (em grupos)
(a) Proposição de um problema	2
(b) Questionamentos aos estudantes	3
(c) Orientação/condução do processo de ensino	1
(d) Estabelecimento da interação professor-alunos	2
(e) Promoção do engajamento dos estudantes na atividade	2
(f) Criação um ambiente propício à investigação	1
(g) Proposição da atividade	3
(h) Incentivo à formulação de hipóteses pelos estudantes	2
(i) Intermédio de discussões	4
(j) Introdução do conhecimento científico	3

Fonte: O autor (2025).

Baseando-nos na quantidade de grupos que incorporou cada uma das categorias de ações do PEnCI em seus planejamentos, é possível então tecermos comentários a respeito de perspectivas priorizadas pelos alunos no desenvolvimento das suas sequências de atividades. As categorias b) Questionamentos aos estudantes, g) Proposição da atividade, i) Intermédio de discussões e j) Introdução ao conhecimento científico foram as mais contempladas pelos licenciandos. Ao identificarmos as ações subjacentes nessas categorias, percebe-se que elas dizem respeito, primariamente, à postura de mediação assumida pelo professor no decorrer da atividade no que se refere aos momentos de diálogo entre professor e

turma. Isso é evidenciado pela categoria de *Intermédio de discussões*, contemplada pelos quatro grupos abarcados nessa etapa da nossa análise, uma vez que o professor conduz as discussões, pautando-se nos diferentes argumentos dos alunos com o objetivo de auxiliá-los na construção de conceitos e do seu conhecimento de cunho científico. Ao mesmo tempo, podemos perceber que algumas das ações que dizem respeito à promoção da investigação dos alunos, ou seja, os momentos em que é necessário que o professor afaste-se e permita que os alunos assumam o papel central, não foram observadas com a mesma frequência, conforme explicitado pela categoria f) Criação de um ambiente propício à investigação; e c) Orientação/condução do processo de ensino. Tais observações ancoram-se na própria dificuldade de constituição do cenário investigativo e na resistência potencialmente encontrada em decorrência do quão assustador pode ser o sentimento de abrir mão do controle de determinados fatores dentro da sala de aula (Bunterm *et al.*, 2014).

Quadro 22: Frequência de atividades investigativas nas propostas dos licenciandos.

Fase da investigação	Atividade	Frequência (em grupos)	Fase da investigação	Atividade	Frequência (em grupos)
Orientação	1	4	Investigação	17	3
	2	2		18	1
	3	2		19	2
Conceitualização	4	2		20	1
	5	2		21	0
	6	0		Conclusão	22
	7	2	23		0
	8	2	24		2
Investigação	9	3	26		3
	10	3	26		0
	11	3	Discussão	27	2
	12	0		28	3
	13	1		29	1
	14	0		30	0

	15	3		31	0
	16	2		32	0

Fonte: O autor (2025).

Na frequência de atividades investigativas, destacam-se as categorias referentes a: 1) Orientação e introdução de um tópico, teoria; 9) Planejamento dos métodos e um plano de ação a serem utilizados na investigação; 10) Equipamentos e ações, identificação de recursos; 11) Investigação do objeto de estudo, observação, coleta de evidências; 15) Criação e execução do plano realizado previamente; 17) Análise e representação de evidências, avaliação de dados; 25) Elaboração de conclusões e busca por relações; e 28) Discussão e compartilhamento da compreensão advinda da investigação. Percebemos, assim, uma presença contundente das atividades relacionadas com a elaboração prática por parte dos alunos, o que resulta em um questionamento a respeito do descolamento entre as ações empreendidas pelo professor, e as atividades que espera-se que o aluno desenvolva. Uma vez que para que os alunos tenham plena possibilidade de realização de tais atividades, é necessário o estabelecimento de um ambiente investigativo e devida orientação por parte do professor, ou seja, as ações menos contempladas no **Quadro 21**. Isso ressalta a necessidade de uma abordagem de ensino do EnCI que caminhe para uma articulação entre o que espera-se do professor para que o aluno seja capaz de desenvolver o que almeja-se para ele.

Ademais, com a utilização do dispositivo de análise identificamos elementos abordados pelos alunos que caminham em direção à promoção do EnCI caracterizando algumas das propostas como potencialmente investigativas, ou que contemplam elementos investigativos. No entanto, tais propostas necessitam de aprofundamento teórico-metodológico para que possamos classificá-las enquanto abordagem investigativa no contexto de atividades experimentais, em especial, na elaboração de problemas, garantia de condições para a promoção da liberdade intelectual, e ações empreendidas pelo professor para promover um ambiente investigativo. Ressaltamos, porém, que o fato de tais propostas não refletirem integralmente os elementos do EnCI não equivale a um planejamento inferior; mas sim a uma abordagem diferente da que propusemos.

5.4. RELAÇÕES ENTRE OS RESULTADOS DA ANÁLISE E A CULTURA ESCOLAR

A perspectiva de contemplação do EnCI com maior aprofundamento na formação inicial de professores, conforme vem sendo relatada no presente trabalho, tem como objetivo final munir os professores emergentes da universidade de ferramentas que façam com que tais inovações e tais atividades lhes pareçam menos intimidadoras, e que tal aspecto da cultura escolar não seja um empecilho no desenvolvimento de atividades que visem a alfabetização científica dos seus alunos. Assim sendo, após concluídas as atividades com os licenciandos ao longo da prática de docência, a observação participante e findado o semestre letivo, voltamos nossa atenção às perspectivas emergentes a respeito da implementação do EnCI por parte dos sujeitos que participaram do projeto, constituintes do objetivo específico III da presente pesquisa.

A construção de dados nesta última etapa se deu por meio de uma consulta aos próprios licenciandos. Com base nos dados que até então havíamos à nossa disposição, elaboramos três perguntas (**Apêndice D**) que contemplassem aspectos cujo aprofundamento julgamos pertinentes para que os objetivos propostos pela pesquisa fossem satisfatoriamente atingidos. Após a elaboração, as perguntas foram encaminhadas aos alunos. Em virtude do tempo disponível e horários conflitantes para a realização de tal construção de maneira síncrona, optou-se então pela solicitação das respostas, preferencialmente, via gravação de áudio por parte dos alunos, mas abrangendo a possibilidade de encaminhamento via texto, caso o aluno não se sentisse confortável com a gravação.

A sequência de perguntas postas aos licenciandos teve como objetivo um sutil aumento na criticidade das respostas por eles elaboradas no que se refere à reflexão da sua própria prática. Ao início, questiona-se a respeito das experiências do licenciando enquanto docente; a partir de tais experiências, indaga-se a respeito da implementação da sequência de atividades por ele proposta na atividade da disciplina cursada; e por fim se, em virtude das experiências por ele vivenciadas, após a conclusão da disciplina, realizaria alguma alteração na proposta elaborada. Faz-se pertinente apontar que em conjunto com as perguntas, a cada um dos alunos foi enviada também a proposta por ele elaborada, para que tenha pleno acesso ao seu material previamente à resposta, e podendo, assim, refletir a respeito dos seus apontamentos.

Dos nove licenciandos cujas propostas foram analisadas, sete responderam à nossa aproximação nesta última etapa: Pedro, Ana, Mariana, Rafael, Carlos, Vitor e Luiz. A seguir, apresentamos a análise de suas respostas.

5.4.1. Pergunta 1: Sobre as experiências enquanto docente

Dentre as sete respostas, destacamos que apenas um dos licenciandos indicou não ter tido experiências prévias com a sala de aula enquanto docente, ou participante de demais atividades de iniciação à docência. Dos seis que indicaram contato prévio, quatro deles apontaram o PIBID como contexto de aproximação, ao qual indicaram como uma experiência de grande valia para a sua formação profissional, e até mesmo “transformadora” (nas palavras de Pedro), indicando relações entre o que vêem nas escolas e o que é discutido nos encontros, identificação de dificuldades no ambiente escolar, e reflexão junto aos professores orientadores e a partir de aprendizados em disciplinas do campo educacional. A respeito disso, trazemos a fala de Vitor a respeito da sua experiência no programa:

[...] eu acho que foi bem desafiador, principalmente no começo, que a gente não sabia de muita coisa. Eu acho que conforme o tempo foi passando, e a gente foi tendo contato com o conteúdo teórico, com as teorias e com as metodologias, conforme a gente foi avançando na graduação, e também pode conversar com a professora orientadora [...], eu acho que essas experiências foram ficando bem mais fáceis. Mas no início, meu deus, era um terror; as primeiras aulas que a gente deu foram um terror, a gente ficava muito nervoso [...]. A gente sentia que não dominávamos o tema, por mais que já tivéssemos vencido matérias como, por exemplo, mecânica, não nos sentíamos confortáveis para falar sobre mecânica [...] porque quando a gente tava na sala de aula, a gente sentia que o nosso conhecimento não era suficiente. Mas às vezes não é isso, às vezes só falta um pouco de manejo, de saber como falar com os alunos, e de saber que o professor não precisa saber de tudo logo de começo. (Resposta de Vitor, grifo nosso).

Conforme destacado no trecho acima, Vitor elabora o que já elencamos na introdução deste trabalho a respeito das necessidades de saberes docentes para a formação do professor, uma vez que não basta apenas o conhecimento do conteúdo para que o sujeito se configure como professor (Volkman; Mendes; Baccon, 2016).

Três dos sete alunos também relataram possuir experiência enquanto professores da rede estadual via edital PSS, à qual relacionaram uma imagem desafiadora e, em certos aspectos, difícil, haja vista a independência profissional. Ao

mesmo tempo classificaram-a como frustrante em determinados períodos, porém proporcionalmente recompensadora em outros. Por fim, um dos alunos, Luiz, destacou ter sido professor em um cursinho pré-vestibular, ao qual atribuiu uma perspectiva bastante propedêutica e vinculada com o ingresso na universidade. Sobre a reflexão sobre sua experiência, trazemos um excerto de sua fala, indicando claro contraste com a de Vitor:

Embora minha experiência docente tenha sido limitada, confesso que gostei muito. Foi compreensível que consegui transmitir conteúdos aprofundados da faculdade com certa clareza e facilidade, algo que atribuo às disciplinas de licenciatura, que me ajudaram a desenvolver uma didática. (Resposta de Luiz, grifo nosso).

Luiz indica segurança nas suas ações e resultados obtidos enquanto professor responsável. No entanto, destacamos a perspectiva por ele trazida em relação aos conteúdos, especificamente ao enunciar, no trecho em destaque, a *transmissão* de conteúdos. Tal ideal é condizente com a cultura do ambiente por ele frequentado, em cursinhos preparatórios para ingresso em universidades, onde o vencimento de tópicos em um curto espaço de tempo é priorizado, valendo-se de simplificações e estratégias mnemônicas para assimilação do conteúdo. Já no caso de Vitor, o qual desenvolveu suas atividades no contexto cultural de uma escola estadual cuja prioridade, aparentemente, não jaz na aprovação do vestibular, destaca-se a dificuldade de elaborar conteúdos de forma que, conforme relatado, ultrapassem a transmissão de conceitos.

5.4.2. Pergunta 2: Sobre a implementação da atividade desenvolvida

Na segunda pergunta feita aos licenciandos, ao serem indagados se implementariam a sequência por eles elaborada em uma sala de aula do Ensino Médio, apenas uma licencianda respondeu negativamente. Em seu argumento, Ana justificou sua escolha pelo fato de em sua sequência serem contemplados materiais aos quais os alunos não teriam contato cotidianamente, de forma que optaria por utilizar outros recursos que lhes sejam mais familiares. Tal escolha revela uma perspectiva crítica enquanto profissional da educação, reconhecendo uma alternativa potencialmente mais proveitosa, e que caminhe em conjunto com um dos

vários aspectos da que constituem a cultura escolar: a influência do dia a dia dos alunos que frequentam a escola.

Os outros licenciandos afirmaram que utilizariam as atividades propostas no contexto escolar, e elencaram que, em algumas situações, alterações seriam necessárias, antecipando elementos da terceira pergunta a ser respondida. Dentre os argumentos utilizados para implementação, destacam-se em comum: objetivos condizentes com o currículo do Ensino Médio, atividades que proporcionam maior interação entre aluno e objeto de estudo, além do incentivo à ações que envolvam o domínio epistêmico ao pensar e repensar em estratégias de produção e avaliação do conhecimento. Em direção a isso, destacamos o relato de Pedro:

Sim, eu não só implementaria a minha sequência em uma sala de aula escolar, como ela serve de base para muitas das abordagens que já utilizo com os alunos. O formato que desenvolvi, baseado na contextualização de problemas para que os alunos possam associá-los ao seu cotidiano, é algo que considero essencial para tornar o aprendizado mais significativo. A ideia de incentivar os alunos a "perderem um tempo" refletindo sobre desafios em sala, sendo cobrados e convidados a pensar sobre materiais, produções manuais e o uso de instrumentos como régua, esquadro e compasso para resolver problemas, reflete exatamente o tipo de aula que mais aprecio e gosto de conduzir. Esse processo não apenas desenvolve habilidades práticas e cognitivas, mas também estimula a criatividade e o pensamento crítico. (Resposta de Pedro, grifos nossos).

Ele enfatiza o quanto a atividade desenvolvida contribuiu para a construção de um dos vários aspectos que compõe a sua identidade profissional. Além disso, conforme destacado no excerto trazido, conseguimos identificar alguns elementos apreendidos pelo licenciando no tocante à abordagem estudada e conceituada por meio de nossa intervenção: a elaboração de problemas, assim como o desenvolvimento do conhecimento para além do domínio conceitual.

5.4.3. Pergunta 3: Sobre alterações na sequência de atividades proposta

Por fim, questionamos os licenciandos se, em suas propostas de aulas, realizariam algum tipo de alteração para implementação no contexto do Ensino Médio, quais seriam essas alterações e o motivo de realizá-las. Conforme explicitado na subseção anterior, alguns dos licenciandos anteciparam a resposta da presente pergunta ao refletir, na pergunta anterior, sobre de que forma aplicariam as suas sequências em turmas do Ensino Médio. Ana, que indicou a preferência por

não utilizar as atividades por ela elaboradas, argumenta que as alterações a serem feitas são aquelas que dizem respeito à familiaridade dos alunos, tanto com os materiais utilizados nas aulas, quanto em observações feitas no seu cotidiano. Assim sendo, sua preocupação está na adaptação da estrutura da sequência, de modo a aproximar a cultura do aluno com a cultura científica por meio daquilo que lhe é familiar.

Além de Ana, todos os outros seis licenciandos também indicaram que realizariam alterações nas suas propostas, no entanto, as alterações enunciadas possuem diferentes naturezas. Vitor e Mariana apontaram a necessidade de alterações a depender de características intrínsecas às diferentes turmas onde a proposta viesse a ser implementada. Desta forma, observa-se que a dupla preza pela reestruturação contínua das atividades de acordo com as necessidades do seu público, porém, reconhecemos em suas falas apenas uma característica que aponta para a reflexão de alterações necessárias para que a proposta passe a contemplar mais aspectos da abordagem investigativa: a inserção de mais etapas de discussão entre a turma. Um dos motivos para tal perspectiva pode ser vinculado à falta de experiência de ambos no ambiente de sala de aula. Vitor indicou sua participação no PIBID como ponto de grande importância na sua formação, mas também elencou que para além do projeto, não teve outras vivências em sala de aula; já Mariana é a única licencianda que não teve contato com a docência em nenhum contexto.

Tem-se também exemplos como os de Rafael e Luiz, que indicaram pontos importantes para que suas propostas passassem a contemplar mais elementos de fundamentação teórico-metodológica do EnCI. Suas respostas gravitaram em torno de pontos como: a valorização do conhecimento prévio dos alunos e possibilitar maior variedade de cenários onde os alunos encontram-se manipulando os objetos de estudo, adicionando elementos palpáveis nas propostas e fomentando o trabalho em grupo em etapas previamente individuais.

Carlos ressalta que a principal alteração em sua proposta seria na avaliação feita, repensando o caráter de atribuição de uma nota. Seu argumento jaz na perspectiva de que, no âmbito do Ensino Médio, é necessário que o aluno tenha algum tipo de incentivo para a participação efetiva em atividades dessa natureza, e que o interesse despertado pode ser uma decorrência do processo. Tal visão alinha-se com as experiências relatadas pelo licenciando ao exercer a docência enquanto professor admitido em caráter temporário via edital do PSS durante um

ano. No entanto, parece-nos que, ainda que Carlos concorde com a inserção de atividades investigativas como uma forma de promover a construção de conhecimentos vinculados às ciências da natureza por parte dos alunos e a alfabetização científica, foge-lhe a perspectiva de que tais resultados possam ser atingidos apenas pela elaboração de uma atividade (ou sequência de atividades) adequada. Desta forma, Carlos parece não identificar sua própria responsabilidade enquanto professor e mediador na promoção de um ambiente para tal, reforçando uma visão bastante comportamentalista acerca do ensino de ciências exatas no EM.

Com as perguntas aqui exploradas, tivemos como objetivo o levantamento da identificação dos próprios licenciandos com as propostas por eles elaboradas. Verificamos assim como as perspectivas de docência vividas (ou não) por eles contribuem para a construção de propostas que visam atender tais experiências. A exemplo disso, citamos Carlos, cuja experiência enquanto professor apontou para a necessidade de elementos condicionantes para a participação dos alunos em sala de aula, elaborou com sua dupla uma proposta de atividades permeada por elementos do ensino tradicional e com pouca liberdade intelectual aos alunos. Além de Carlos, a proposta de Luiz aponta características semelhantes, e condizentes com o ambiente educacional no qual o licenciando lecionou. Sua primazia por elementos conceituais e matematização dos fenômenos reflete a experiência por ele encontrada enquanto professor. No entanto, quando indagado a respeito de potenciais alterações em sua proposta, prontamente respondeu com a proposição de cenários que possibilitassem maior interação entre os alunos e objeto de estudo, e valorização de conhecimentos prévios dos estudantes.

Ao mesmo tempo, temos a proposta de Mariana e Vitor. Ambos destacaram a falta de experiência na docência, o que foi refletido em suas propostas como a ausência de detalhamento de alguns elementos no planejamento, sistematização do conhecimento e posterior conclusão. Ainda assim, ambos demonstraram potencial de reestruturação da atividade quando apontaram a necessidade de mais momentos de discussão entre a turma como ponto a ser alterado.

Verificamos então de que forma as percepções iniciais de docência impactam a produção do professor, evidenciando-se a dificuldade em superar a visão “ameaçadora” que diferentes abordagens trazem. Sabíamos desde o início que a implementação e conceituação do EnCI não é trivial, satisfaz-nos, no entanto, perceber que, ainda que a trajetória dos licenciandos participantes apresente

desafios para o desenvolvimento e implementação do EnCI, verificamos o emergir de uma criticidade em relação às práticas por eles mesmos elaboradas, pontuando elementos a serem repensados e interesses didáticos a serem explorados que caminham em direção à promoção da abordagem.

6. CONCLUSÕES

A partir dos dados construídos, analisados e apresentados, provenientes de leituras de base, análise sistemática de literatura e análise de conteúdo do material explorado, é possível tecermos alguns comentários e conclusões a respeito da utilização do EnCI enquanto perspectiva de ensino na formação inicial de professores, dentro do contexto por nós abordado.

A realização de uma revisão sistemática de literatura enriqueceu o trabalho aqui apresentado, tanto no tocante à compreensão da implementação e ensino da abordagem do EnCI em âmbito nacional, quanto ao reconhecimento da pertinência do que é pretendido com a dissertação. Identificar as formas assumidas pela abordagem no contexto do Ensino Superior e as carências que resultam nas lacunas formativas elencadas, amparam e justificam a implementação do EnCI como perspectiva de formação. Apontamos também para a identificação de trabalhos com diferentes caracteres no que tange a natureza dos trabalhos publicados a respeito do Ensino por Investigação. Tal categorização indica caminhos para aprofundamento teórico baseado no enriquecimento do *corpus* por nós utilizado, e a perspectiva de identificação de um panorama da produção acadêmica nacional.

No que se refere aos objetivos da presente pesquisa, acreditamos que as informações relacionadas, construídas e interpretadas, fundamentam uma resposta coerente, amparada na bibliografia e produção acadêmica referente ao assunto, e proporciona pontos válidos de reflexão, constituindo um convite à elaboração e discussão a respeito da temática. Assim sendo, buscamos relacionar os objetivos específicos e suas relações com o objetivo geral da pesquisa, almejando concluir o trabalho e abrir possibilidades de aprofundamento futuro.

No objetivo específico I, buscamos conhecer as concepções prévias trazidas pelos licenciandos sobre a abordagem pesquisada; no objetivo específico II, por meio do desenvolvimento de uma sequência de atividades experimentais investigativas, visamos identificar os elementos que fundamentam o EnCI são evidenciados nas falas e ações dos licenciandos; e, por fim, no objetivo específico III, de forma a continuar a exploração do objetivo anterior, nos debruçamos sobre as perspectivas emergentes a partir da elaboração de atividades investigativas por parte dos licenciandos.

Especificamente em relação ao objetivo específico I: *Identificar as concepções prévias de licenciandos em Física sobre Ensino por Investigação e como este significado se constituiu*, ao propor a identificação de concepções prévias dos licenciandos em Física sobre o Ensino por Investigação, visa-se não apenas saber a extensão do conhecimento dos acadêmicos do curso acerca da abordagem em questão, mas também compreender de que forma tais concepções podem afetar o ensino de Física por meio de atividades experimentais investigativas. As percepções iniciais trazidas pelos licenciandos indicaram que mais de 50% dos alunos da turma não tiveram contato formal com a abordagem, e os que a conheciam por meio de disciplinas de Metodologias e Práticas para o Ensino de Física ou contextos extracurriculares, como o caso da Iniciação Científica e PIBID, demonstraram conhecimento superficial sobre a abordagem, limitando a sua prática no protagonismo e ações do aluno. Esta identificação serviu como ponto inicial para o desenvolvimento da sequência de atividades implementada, tanto no que diz respeito aos fundamentos sobre o EnCI abordados, e com qual extensão poderíamos abranger atividades investigativas. Dessa forma, concentramo-nos em atividades experimentais investigativas, e buscamos a construção de aulas nas quais, ao final da sequência, fosse possibilitado aos alunos a vivência do EnCI.

No que se refere ao objetivo específico II: *Caracterizar, a partir do desenvolvimento de uma sequência de atividades investigativas, os principais elementos evidenciados pelos licenciandos na elaboração de uma AEI*, o desenvolvimento e aplicação da sequência de atividades resultou em uma riqueza de dados que possibilitou a identificação dos diferentes domínios do conhecimento: conceitual, social, material e epistêmico, num contexto de formação docente. Os elementos em questão, foram evidenciados pelos licenciandos ao longo das atividades implementadas, num cenário de formação de professores que, mediante a vivência de uma atividade, traz com maior intencionalidade a proposta de discussão de questões referentes à natureza da ciência e formas do seu ensino. Assim prepara-os para o ensino de ciências não apenas sob um viés conceitual, mas sim, contemplando o domínio ao mesmo tempo que evidencia a ciência enquanto construção social e humana, com perspectivas de avaliação crítica do conhecimento e epistemologia da ciência.

Com isso, remetemo-nos à citação de Duschl e Grandy (2007), neste caso sob a perspectiva de uma formação de professores: desejamos um currículo que

contemple "o que queremos que os alunos sejam capazes de fazer, e o que eles precisam saber para que possam fazê-lo"; porém, neste cenário, estamos falando de "o que queremos que os professores sejam capazes de fazer, e o que eles precisam saber para fazê-lo", dentro do âmbito de saberes docentes. Prezamos pelo cuidado ao elaborar a sequência de atividades desenvolvida, buscando o direcionamento a uma proposta que, uma vez concluída, possibilitasse aos licenciandos refletir sobre as suas ações ao longo dos encontros, a importância de uma educação que vise tais ações, e as características do conhecimento científico que emerge de tal práxis.

Finalmente, em relação ao objetivo específico III: *Analisar as perspectivas do Ensino de Ciências por Investigação emergentes a partir da elaboração de propostas investigativas de ensino*, concatenamos as informações provenientes das análises das atividades investigativas propostas pelos licenciandos, e os questionamentos a respeito da sua atividade profissional e possibilidades de implementação da sequência elaborada, os quais foram feitos posteriormente ao fim do período da disciplina onde a intervenção foi implementada.

Por meio do estudo das propostas dos alunos, e posterior análise a partir dos referenciais teóricos apontados na seção 5.2.6. do texto, é possível discutirmos a efetividade daquilo que nos propusemos a investigar. O termo Ensino por Investigação parece apresentar um comportamento polissêmico aos estudantes, valendo-se, em grande parte, das perspectivas de "o que é investigação" por eles construídas ao longo do seu percurso de formação. Assim sendo, percebe-se certa dificuldade por parte dos licenciandos em romper com tal significado, ainda remetendo-se à uma visão tradicionalista de investigação. Tal visão, no contexto de atividades experimentais, apresentou-se como uma barreira a ser transposta por tais licenciandos para a compreensão de alguns dos fundamentos teórico-metodológicos da abordagem, e consequente ação de acordo com tais fundamentos. Estabelecemos então um diálogo com as dicotomias referentes à compreensão do EnCI, apresentadas por Abd-El-Khalich; et al. (2004), de modo que ao início da atividade, as percepções dos licenciandos se relacionavam com a perspectiva de investigação enquanto um meio utilizado para o ensino de ciências. Isso se reflete, principalmente, ao evidenciarmos as relações estabelecidas pelos licenciandos com atividades características de disciplinas como Física Experimental, e o caráter puramente cognitivo e procedimental atribuído à ciência, com o intuito de levantar e responder questionamentos previamente postos, bem como o teste e justificação de

conhecimentos. De modo contrastante, ainda que parcialmente, ao analisarmos as propostas desenvolvidas pelos licenciandos, observamos um caminhar em direção à percepção da investigação enquanto um dos objetivos de aprendizagem. Isso é percebido em trechos nos quais é fomentado o desenvolvimento do conhecimento para além do domínio conceitual, e no qual a ciência não é apresentada apenas como um corpo de conhecimento a ser aprendido. Propostas que elencam a exploração de modelos científicos, resolução de problemas, e a forma como o conhecimento é construído são exemplos que refletem um direcionamento, ainda em estágios iniciais, da mudança da perspectiva de investigação por eles percebida.

Assim, consideramos a proposta aqui empreendida como algo que vai ao encontro de uma aproximação inicial do EnCI com os sujeitos de pesquisa, e como algo importante para a formação do professor, mas que não faz-se suficiente para o pleno exercício da abordagem em sala de aula. Isso evidenciou-se por propostas que ainda refletem primazia por aspectos conceituais da ciência e certa limitação da participação dos alunos. No entanto, ainda que não suficiente para exercício pleno, na sua implementação (enquanto aproximação inicial) observamos a importância de perspectivas formadoras que fujam ao tradicionalismo acadêmico. Ademais, não é uma abordagem em uma disciplina que levará a uma implementação por parte dos futuros professores, é importante lembrar que os licenciandos colaboradores da pesquisa estão em processo de aprendizagem e desenvolvimento acerca da profissão docente. Acresce-se a este elemento, o fato de que a implementação de diferentes abordagens nas salas de aulas da Educação Básica não dependem apenas dos sujeitos professores ou futuros professores, há toda uma gama de elementos contextuais que podem levar à uma implementação ou não de uma determinada abordagem nas escolas, tais como as condições concretas de atuação docente e a própria cultura escolar e da escola.

Dada a complexidade da abordagem estudada, faz-se necessária a consideração a respeito da efetividade da proposta para a conceituação do EnCI. Mesmo que os domínios do conhecimento tenham sido percebidos no desenvolvimento das atividades investigativas por parte dos alunos, a proposição da atividade no sentido de formação de professores apresentou-se insuficiente para a compreensão de alguns dos elementos do EnCI, que posteriormente não foram identificados nas propostas dos alunos, a exemplo da maior caracterização e elaboração teórica das ações do professor para a constituição de um ambiente

investigativo. A fim de corrigir tais desencontros, apontamos a necessidade de mais tempo para a elaboração teórica do Ensino por Investigação, abrangendo novos encontros que possibilitem a discussão dos fundamentos teórico-metodológicos da abordagem pautada tanto na vivência, quanto na base teórica.

Ainda que a intervenção proposta tenha sido de curta duração, por meio dos relatos dos licenciandos, atividades desenvolvidas e posteriores respostas a questionamentos adicionais, observa-se o emergir de uma perspectiva crítica da própria prática profissional, elemento este essencial à prática investigativa, e necessária para a formação de um professor reflexivo (Alarcão, 2011).

Tal criticidade, por sua vez, nos auxilia a caminhar em direção à uma possível resposta ao objetivo geral deste trabalho: *Analisar quais perspectivas do Ensino por Investigação são mobilizadas por licenciandos em Física em um contexto formativo envolvendo Atividades Experimentais Investigativas*. Isso é corroborado pela postura auto-reflexiva que os licenciandos assumem da sua prática ao debater propostas de ensino e discutir a respeito de domínios que extrapolam os conhecimentos formais de Física, contemplando, também, perspectivas de ensino da Natureza da Ciência e seu desenvolvimento crítico-social, em concordância com o ideal de um professor reflexivo, conforme supracitado. Se isso ocorreu em um cenário de intervenção de curta duração, interessa-nos o desenvolvimento do tema para novos cenários, a fim de compreender os contornos de tal criticidade e a contribuição para a constituição da identidade profissional, uma vez que o professor em formação tem mais e mais contato com a abordagem, ao longo de um intervalo de tempo maior.

Assim sendo, o que inicialmente propôs-se a ser um estudo a respeito da implementação do EnCI enquanto componente da formação de professores, passou a ancorar-se em perspectivas de pesquisa de ensino que relacionem a importância da vivência das diferentes propostas de ensino. Concluímos o trabalho evidenciando sua pertinência, apontando resultados promissores e fatores condicionantes para a implementação da abordagem no Ensino Superior. Assim sendo, é necessário fazer mais; é necessário tempo, aprofundamento e discussão, especialmente ao tratarmos de uma abordagem multifacetada, como é o caso do EnCI. Indicamos, dessa forma, perspectivas de aprofundamento a respeito da temática, com olhares para novos contextos formativos, e que nos possibilitem mais tempo de elaboração da abordagem, para que a vivência da abordagem por nós estudada possa ser refletida em características de docência por nós defendidas.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; *et al.* Inquiry in Science Education: International Perspectives. **Wiley Periodicals**, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.
- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. 8.ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- ALVES FILHO, J. P; PIETROCOLA, M.;PINHEIRO, T. de F. A eletrostática como exemplo de transposição didática. *In: Mauricio Pietrocola. (Org.). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora.* Florianópolis: UFSC, 2001, p. 77 - 99.
- ALVES-MAZZOTTI, A.; GEWANDSZNADJER, F. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas. *In: O método nas Ciências Naturais e Sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa.* São Paulo: Pioneira, 1998, p. 147-188.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. *In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33
- BARBOSA, M. C. S.. A ética na pesquisa etnográfica com crianças: primeiras problematizações. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v.9, n.1,p. 235-245, 2014.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265–278, 2006.
- BERTO, J.; *et al.* Sequência de Ensino Investigativa: Indícios da Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de Cargas Elétricas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, v. 6, n. 6, p. 634-656, 2023.
- BEVINS, S.; PRICE, G. Reconceptualizing Inquiry in Science Education. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 38, n. 1, p. 17-29, 2016.
- BIANCOLIN, M. M.; ROA, K. R. V. Formação inicial de professores e o Ensino de Ciências por Investigação. *In: Anais do III EnECI.* Anais. Belo Horizonte(MG) UFMG, 2024.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Qualitative research for education : an introduction to theory and methods**. Boston: Allyn And Bacon, 1998.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP 01/2002** - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Resolução CNE/CP 02/2002** - Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. **Parecer CNE/CES nº 15/2005** - Solicitação de esclarecimento sobre as Resoluções CNE/CP nos 1/2002, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de

licenciatura, de graduação plena, e 2/2002, que institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior. Brasília: MEC, 2005

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

BRASIL. Ministério da Educação. **Relatório final da classificação dos periódicos da Área 46 - Ensino (2013-2016)**. Brasília: MEC, 2019.

BUNTERM, T; *et al.* Do Different Levels of Inquiry Lead to Different Outcomes? A Comparison Between Guided and Structured Inquiry. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 36, n. 12, p. 1937-1959, 2014.

CARVALHO, A. M. P. de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. *In*: SANTOS, F. M. T. dos; GRECA, I. M. (Org.) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. 2 ed. Ijuí: Unijuí, 2011. p. 13-48.

CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. *In*: **Ensino de Física. Coleção Ideias em Ação**. São Paulo, Cengage Learning, 2010, p. 53-78.

CARVALHO, A. M. P. de ; GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências : tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, A. M. P. de (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. [s.l.]: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CHEFER, C.; OLIVEIRA, A. L. de. O Ensino de Ciências por Investigação e a construção de sequências de ensino investigativas: concepções de licenciandos em ciências biológicas. *In*: **Anais do III EnECI**. Anais. Belo Horizonte(MG) UFMG, 2024.

CHEVALLARD, Y. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, Rio de Janeiro, 2013.

COELHO, G. Residência pedagógica, ensino por investigação e a profissionalização de professores de física de uma universidade pública federal. **Formação Docente – Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, [S. l.], v. 12, n. 25, p. 173–186, 2020.

COGO, T. C.; LEITE, R. F. Ensino de Ciências por Investigação: uma análise conceitual da BNCC. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2, 2019, São Paulo. **Anais do 2º Congresso Internacional de Educação**. Belo Horizonte: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019.

CRUZ, M. A. F. da; SOUZA, R. V. de. Ensino por investigação: indicativos dessa abordagem na base nacional comum curricular . **Revista de Educação da**

Universidade Federal do Vale do São Francisco, [S. l.], v. 12, n. 28, p. 395–419, 2022.

DINIZ-PEREIRA, J. E. **Formação de Professores: Pesquisas, representações e poder**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2000.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 5, p. 61-84, 1978.

DUSCHL, R. A; GRANDY, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. **Science & Education**, v. 16, n. 2, p. 141-166, 2007.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. PROPÓSITOS EPISTÊMICOS PARA A PROMOÇÃO DA ARGUMENTAÇÃO EM AULAS INVESTIGATIVAS. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 42–60, 2017.

FORQUIN, J. C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria & Educação**, n. 5, p. 28-49, 1992.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da Pesquisa-Ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 45. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. Rio De Janeiro ; São Paulo: Paz E Terra, 2019.

GADELHA, D; TENÓRIO, M. A. O ensino de ciências por investigação no âmbito da formação inicial: uma análise a partir das ementas do curso de licenciatura em ciências biológicas.. In: **Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**. Anais. Belo Horizonte, UFMG, 2020

GASPAR, A. Experimentação em ciências - abordagem crítica e propostas. In: **Experiências de Ciências para o Ensino Fundamental**. São Paulo: Ática. 2009, p. 11-30.

GATTI, B. A. Questão docente: formação, profissionalização, carreira e decisão política. In: CUNHA, C.; SOUSA, J. V.; SILVA, M. A. (Org.). **Políticas públicas de educação na América Latina: lições aprendidas e desafios**. Campinas: Autores Associados, 2011.

ISIDORO, B.; BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. DE . Argumentando sobre quantidade de movimento e as leis de Newton em aulas investigativas de Física Geral I do ensino superior. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 2, p. 273–298, 25 nov. 2020.

JESUS, B. de M. de; MARTINS, M.; SILVA, M. A. A. da. Planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativa para a Licenciatura em Química: uma proposta para um ensino contextualizado na formação inicial de professores-cidadãos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, n. 6, p. 790-811, 28 dez. 2023.

LEITE, M. S.; CANDAU, V. M. F. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. Rio de Janeiro, 2004. 116 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

LEMOS, G. da S.; CRUZ, B. de O.; NASCIMENTO, L. A. Análise de uma sequência de ensino investigativa elaborada por licenciandos em ciências biológicas: desafios encontrados. *In: Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. Anais do II EnECI*, Belo Horizonte(MG) UFMG, 2020.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, H. H. T. de S.. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MÁXIMO-PEREIRA, M.; CUNHA, A. M. O professor que desenvolve o Ensino de Ciências por Investigação: o que dizem as pesquisas? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 134 - 156, 2021.

MELO, G. C. de; DUTRA, B. K.; DÁVILA, E. da S. A experimentação investigativa na formação de professores a partir da prática como componente curricular. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 1–24, 2021

MENEZES, J. P. Concepção sobre a investigação no ensino de ciências. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 16, n. 04, p. 2872–2887, 21 out. 2021.

MONTEIRO, E.; *et al.*. Ensino por Investigação em aulas de Química: Construindo a argumentação através da problemática “Por que as bananas escurecem?”. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 1, p. 506-524, 2022.

MONTEIRO, R. C. A pesquisa qualitativa como opção metodológica. **Pro-posições**, Campinas, n.5, agosto de 1991.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. Coleta e análise de dados qualitativos: a entrevista. *In: _____*. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. cap. 6, p. 165-194.

MORTIMER, E. F. ; AMARAL, E. M. R. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 3, p. 5-18, 2001.

MOURA, A. R. M.; SEDANO, L. Limites e possibilidades da implementação de atividades investigativas por professores em formação. O que as pesquisas apontam? *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 12, 2019, Natal. **Anais do XII ENPEC**, NATAL, 2019.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

OLIVEIRA, A. L.; OBARA, A. T. O ensino de ciências por investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 65-87, 2018.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação e do Esporte. **Edital n.º 73/2024 – GS/SEED**. Processo Seletivo Simplificado para contratação de professores e pedagogos. Curitiba: SEED, 2024.

PEDASTE, M; *et al.* Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, Lovaina, v. 14, p. 47-61, 2015.

PIÃOTQUEWICZ, J. H.; PORTELA, C. D. P.; HIGA, I. Pesquisas sobre o Ensino por Investigação na Educação Superior: um recorte a partir do EPEF. *In*: Simpósio Nacional de Ensino de Física, 25, 2023, Curitiba. **Anais do XXV SNEF**, Curitiba, 2023.

SÁ, E. F. de; LIMA, M. E. C. de C.; AGUIAR JR. O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 79–102, 2016.

SANTOS, R. V. de S. *et al.* O sistema nervoso e as drogas: aplicação de uma sequência didática no contexto de um estágio da licenciatura.. *In*: Anais do II Encontro de Ensino de Ciências por Investigação. **Anais do II EnECI**. Belo Horizonte(MG) UFMG, 2020.

SANTOS, G. J. S. *et al.* O ensino por investigação e a formação de professores: um mergulho epistêmico nas produções científicas do enpec (2017-2021). *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 14, 2023, Caldas Novas. **Anais do XIV ENPEC**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 01, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Interações discursivas em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. de (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. [s.l.]: Cengage Learning, 2013, 41-61.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, Belo Horizonte, 2015.

SASSERON, L. H. 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**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018.

SASSERON, L. H.. **Conferência Inicial 3º EnECI 2024 - Ensino de Ciências por Investigação: qual (sua) pergunta?** . *In*: III ENCONTRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO (EnECI), 2024, Belo Horizonte.

SASSERON, L. H.. **Ensino por investigação: teorias e práticas e a BNCC**. Conferência proferida no I Encontro Nacional do MNPEF, 2021.

SCARPA, D. L. ; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018.

SILVA, F. A. R. e; MORTIMER, E. F. A contribuição da teoria da atividade na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem de uma atividade investigativa no ensino superior. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 3075-3081, 2013.

SILVA, K. A. P. da; VERTUAN, R. E.; SILVA, J. M. G. da. Ensino por investigação nas aulas de Matemática do curso de licenciatura em Química. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 14, n. 31, p. 54-72, nov. 2018.

SILVA, A. C. Ensino de Ciências por investigação: um levantamento em periódicos da área. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 6, p. 306–329, 2020.

SOLINO, A. P.; *et al.* Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. *In: Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 21, 2015, Uberlândia. **Anais do XXI SNEF**, Uberlândia, 2015.

SOUZA, F. L. de; *et al.* **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. 2013.

SOUZA, J. R. da T.; MACHADO, J. R. C. O Ensino por Investigação na formação de professores de ciências naturais na Universidade Federal do Pará. *In: Anais do III EnECI*. Anais. Belo Horizonte(MG) UFMG, 2024.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. Processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: proposta para a promoção da alfabetização científica por meio da abordagem de ensino por investigação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 93–115, 2022.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VOLKMAN, E.; MENDES, T. C.; BACCON, A. L. P. **Preparação para a docência: um estudo com alunos concluintes de um curso de licenciatura em matemática**. *In: REUNIÃO CIENTÍFICA REGIONAL DA ANPEd*, 16, 2016, Curitiba. **Anais XI ANPED SUL**. Curitiba: ANPEd, 2016.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, Belo Horizonte, 2011.

APÊNDICE A - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS INVESTIGATIVAS

Plano de aula - Sequência de atividades: eletrostática

Objetivos de ensino:

- Possibilitar aos licenciandos a participação em uma sequência de ensino contendo atividades experimentais investigativas (AEI) no papel de alunos;
- Descrever elementos do ensino por investigação que compõem uma atividade experimental investigativa, com base na discussão com os alunos sobre aspectos evidenciados na sequência desenvolvida.

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar as diferenças nos papéis dos alunos e professor ao compararmos o ensino de ciências que possua atividades experimentais mais diretivas, e a experimentação dentro do ensino de ciências por investigação;
- Avaliar a forma como o ensino de ciências sob abordagens investigativas possibilita ao aluno aprender aspectos de ciência enquanto uma atitude humana não encerrada em si mesma, em comparação com o ensino de ciências pautado numa aprendizagem tradicional;
- Compreender como a postura e intencionalidade do professor atuam na promoção de um ambiente de ensino propenso ao ensino por investigação, diferenciando pontos que podem contribuir ou prejudicar o processo de ensino-aprendizagem.

Recursos didáticos:

- Giz;
- Quadro;
- Materiais para anotação (caneta, papel, lápis etc.)
- Kits experimentais - atividade diretiva (Apêndice A.1);
- Gerador de Van de Graaff;
- Kits experimentais - atividade investigativa (Apêndice A.2);

Resumo:

A atividade em questão consiste em duas propostas experimentais, sendo uma delas uma atividade roteirizada, com pouca liberdade intelectual garantida aos alunos, equivalendo-se a uma atividade de grau 2 dentro do espectro de atividades experimentais investigativas (Carvalho, 2018), e outra uma adaptação do trabalho de Berto et al. (2023),

sendo uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) pautada na seguinte problematização: "como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?". Para isso, a atividade conta com um desenvolvimento experimental, no qual os alunos serão responsáveis pelo diagnóstico do problema, elaboração e execução de um plano de trabalho, levantamento de hipóteses e discussão, de forma que a conclusão será colaborativa, envolvendo a turma como um todo e buscando atingir o que seria correspondente a uma atividade com grau de liberdade intelectual 4. No entanto, a sequência não tem como objetivo fundante o ensino de Física sob a perspectiva do Ensino por Investigação, mas sim a apresentação da abordagem de forma palpável para os alunos. Na verdade, a SEI será utilizada como um ponto de partida para as discussões posteriores relacionadas aos diferentes domínios contemplados pelo Ensino por Investigação: cognitiva, social e epistêmica (Duschl e Grandy, 2007; Sasseron, 2015), refletindo sobre os papéis e procedimentos adotados por professor e alunos, uma vez que o desenvolvimento da presente intervenção tem como objetivo o ensino de características do Ensino por Investigação. Os momentos de aprendizagem serão desenvolvidos ao longo de dois encontros, cada um contendo 4 horas-aula, sendo indicado no início da sessão contendo os momentos correspondentes.

Encontro 1:

Momento 1.1: *Atividade Diretiva: experimento roteirizado*

Tempo previsto: 30 min.

Neste primeiro momento, os alunos serão separados em trios, e a cada um deles será entregue um roteiro experimental (Apêndice A), contendo os passos necessários para a montagem de um eletroscópio de folhas. Para isso, os alunos receberão os kits experimentais com os materiais necessários e instruções de montagem e verificação do funcionamento do aparato. Após a realização, os alunos deverão realizar um breve relatório contendo os passos realizados, resultados obtidos, e sua percepção a respeito da atividade feita. Isso servirá como um contraste para a sequência a ser desenvolvida a seguir.

Momento 1.2: *Atividade Investigativa: Proposição do problema*

Tempo previsto: 15 min.

Os alunos reunidos em grupos de três integrantes serão confrontados com a situação problema: "como podemos fazer com que um palito de fósforo gire 90° em seu próprio eixo, sem encostar ou interferir diretamente sobre o objeto?" ao mesmo momento em que serão orientados em relação às condições do experimento. O professor deve ter cautela para que a questão seja bem compreendida por todos os grupos, sanando eventuais dúvidas em

relação ao procedimento, sem que indique um caminho metodológico a ser seguido. Feito isso, serão entregues aos grupos os kits experimentais para a resolução do problema posto.

Momento 1.3: Atividade Investigativa: Familiarização com os materiais

Tempo previsto: 30 min.

Nesta etapa, após entregue os kits experimentais aos alunos, ocorrerá a manipulação dos materiais por parte dos alunos. Uma vez que cada kit contém materiais suficientes para a resolução do problema de diferentes formas, esta etapa é fundamental para o estabelecimento de um plano de trabalho pelo grupo. Será solicitado aos alunos que previamente à tentativa de resolução seja feito o levantamento de hipóteses dos integrantes do grupo e desenvolvimento de um plano para a solução do problema, registrando essas informações no formato de um diário do experimento. É interessante que neste diário constem divergências entre hipóteses e diferentes proposições para a solução da questão, além de o caso de múltiplas tentativas, resultados observados, sejam eles satisfatórios ou não, etc. O objetivo desta etapa consiste em enfatizar a ciência enquanto atividade social e colaborativa, na forma como ela é desenvolvida e discutida.

Momento 1.4: Atividade Investigativa: Desenvolvimento experimental

Tempo previsto: 1h45min.

Após a elaboração de um plano de trabalho, os alunos passarão para a etapa de desenvolvimento dos passos estabelecidos e tentativa de resolução do problema. Ao longo dessa etapa, os professores estarão circulando entre os grupos, fomentando e incentivando discussões, no entanto, sem fornecer respostas ou dicas para a resolução da questão posta. Tendo em mente os materiais contidos no kit experimental, espera-se que alguns grupos busquem soluções intuitivas, no entanto, infrutíferas. O objetivo desta etapa é evidenciar o caráter epistemológico da ciência, a avaliação dos seus resultados, a sua não-linearidade metodológica, e a necessidade de adaptação frente a resultados diferentes dos previstos.

Momento 1.5: Atividade Investigativa: Síntese dos resultados

Tempo previsto: 20 min.

Neste momento, os alunos registrarão em seus diários qual o percurso metodológico resultou na resolução do problema, bem como suas hipóteses para a explicação do fenômeno observado. Tal registro deve ser feito com base no diálogo e convergência dos membros do grupo para uma resposta que julguem correta, evidenciando elementos dos domínios cognitivo e social.

Encontro 2:**Momento 2.1: Atividade Investigativa: Otimização dos resultados**

Tempo previsto: 50 min.

Esta etapa consiste no rearranjo dos grupos, de forma a misturar os integrantes dos grupos até então formados. Aos grupos será posto um novo desafio: "de que forma podemos otimizar o experimento para conseguirmos o resultado desejado da forma mais eficiente possível, talvez conseguindo uma rotação maior?". Além disso, serão removidos alguns dos materiais do kit experimental nos quais os alunos se apoiaram fortemente para a resolução da primeira etapa, mas que não necessariamente renderia resultados relacionados com o tópico da sequência. Com este questionamento e novas circunstâncias, espera-se que os grupos discutam sobre os procedimentos que utilizaram na primeira etapa experimental da atividade, explicando aos pares suas escolhas e resultados, e, juntos, elaborem um novo plano para potencializar o efeito do experimento, contribuindo tanto para o domínio social, quanto epistêmico da prática investigativa. Novamente, nesta etapa os professores estarão circulando pelos grupos, ouvindo e dialogando com os alunos, elaborando questões auxiliares que possam amparar os estudantes, porém sem indicar o caminho para o objetivo.

Momento 2.2: Discussão dos resultados

Tempo previsto: 20 min.

Os grupos serão convidados a expor e explicar aos colegas os planos de trabalho utilizados, as alterações feitas e mudanças observadas em decorrência de tais alterações para a resolução do problema levantado. Serão encorajados a explicitar procedimentos e etapas infrutíferas, como discutiram e o que fizeram para que pudessem contornar a situação e responder aos desafios propostos, além de demonstrar aos colegas a montagem experimental e métodos utilizados. Deve-se enfatizar a importância das discussões tidas entre grupos após a união das equipes, uma vez que isso revela um caráter importante da epistemologia da ciência, e como os procedimentos e modelos mentais sofreram alterações para a otimização do experimento na segunda etapa da atividade.

Momento 2.3: Formalização do conhecimento

Tempo previsto: 30 min.

Os professores discutem junto com os alunos sobre os elementos do experimento, e, opcionalmente, pode-se demonstrar a forma mais simples de execução experimental. Isso pode servir como ponto inicial para comparação das elaborações dos alunos e discussão sobre as modificações e otimizações feitas. Após isso, questiona-se os alunos sobre as hipóteses levantadas, aproveitando-se das observações feitas por eles para a introdução e

elaboração dos conceitos de cargas elétricas, corpos neutros e carregados, e forças resultantes da interação entre cargas.

Momento 2.4: *Discussão: o que é investigação?*

Tempo previsto: 30 min.

Este momento é caracterizado pelo início de uma discussão entre professores e alunos, utilizando o contraste de algumas características observadas nas atividades realizadas para enunciar alguns dos conceitos inerentes ao Ensino por Investigação. Tanto quanto possível, os professores devem evitar utilizar terminologias como "investigação", "investigativo" ou similares, balizando os argumentos trazidos pelos próprios alunos para que eles alcancem tais termos organicamente. Com o intuito de facilitar a exposição de tais distinções, pode-se utilizar o quadro como recurso de anotação das características de cada uma das atividades. Os principais objetivos deste momento são a identificação da intencionalidade e postura do professor como elementos fundamentais do Ensino por Investigação, bem como a liberdade garantida ao aluno e a valorização do erro no processo de ensino investigativo.

Momento 2.5: *Elaboração teórica do Ensino por Investigação*

Tempo previsto: 1 h 00 min.

A partir dos conceitos construídos juntamente com os alunos, parte-se então para o enunciado e definição de alguns aspectos fundamentais do Ensino por Investigação, conceituando a abordagem historicamente e, mais especificamente, as contribuições brasileiras para o seu desenvolvimento, além de pontos de convergência entre a literatura nacional e internacional. Esta etapa é seguida pelo compartilhamento com os alunos de materiais utilizados como referencial teórico para a abordagem.

Momento 2.6: *Orientações da atividade - Elaboração de uma Sequência de AEI*

Tempo previsto: 10 min.

Para a finalização da sequência de ensino, sistematização de conhecimentos construídos e avaliação da aprendizagem dos alunos acerca dos elementos fundantes do Ensino por Investigação, propõe-se neste momento a adaptação de uma sequência de ensino diretiva e tradicional, para uma sequência de ensino investigativo. Sendo esta uma atividade para desenvolvimento fora da sala de aula, com prazo de entrega para duas semanas, sugere-se aos alunos que busquem em apostilas antigas (podendo ser, inclusive, da sua própria época escolar), livros didáticos ou periódicos, atividades experimentais que possuam um caráter roteirizado, com pouca liberdade intelectual oferecida aos alunos, e seu trabalho é construir uma nova atividade/sequência que almeja objetivos semelhantes (e maiores) em torno da mesma área temática, porém com viés investigativo. Caso os alunos não encontrem

materiais, os professores irão dispor de atividades para fornecer aos alunos realizarem o desenvolvimento proposto.

Avaliação:

O método avaliativo se dará em duas etapas, sendo uma delas de caráter processual formativa e sem atribuição de nota, observando a participação dos alunos no decorrer das diferentes etapas da sequência didática. A outra etapa tem caráter somativo, correspondente ao trabalho entregue pelos alunos ao fim do prazo designado para a elaboração das suas SEIs, conforme disposto no **Momento 2.4**.

Referências:

BERTO, J.; *et al.* Sequência de Ensino Investigativa: Indícios da Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino de Cargas Elétricas. **Revista Insignare Scientia - RIS**, Cerro Largo, v. 6, n. 6, p. 634-656, 2023.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

DUSCHL, R. A; GRANDY, R. Reconsidering the Character and Role of Inquiry in School Science: Analysis of a Conference. **Science & Education**, v. 16, n. 2, p. 141-166, 2007.

SASSERON; L. H. Alfabetização científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, Belo Horizonte, 2015

APÊNDICE A.1

ATIVIDADE EXPERIMENTAL: MONTAGEM DE UM PÊNULO ELETROSTÁTICO

Resumo:

A presente atividade tem como objetivo a montagem e verificação de funcionamento, seguido pela elaboração de relatório experimental de um pêndulo eletrostático. Um pêndulo eletrostático é um dispositivo caracterizado como um eletroscópio. Por sua vez, os eletroscópios são definidos como os dispositivos capazes de identificar a presença de corpos eletricamente carregados (eletrizados) com base no seu comportamento. No caso do pêndulo eletrostático, isso se dá pelo movimento do pêndulo.

Materiais:

- 1 Armação para montagem do pêndulo;
- 1 Base para a fixação da armação;
- 1 Esfera de isopor;
- Palito de dentes;
- Linha de costura;
- Papel alumínio;
- Gerador de Van de Graaff.

Montagem:

- Realize a montagem do pêndulo começando pelas duas peças plásticas, encaixando a armação na base retangular;
- Utilizando o palito de dentes, atravesse a esfera com a linha de costura. Recomenda-se o uso do próprio palito de dentes na parte inferior da esfera para auxiliar na fixação do fio, impedindo que a linha não segure a esfera;
- Envolve a esfera transpassada pelo fio em papel alumínio;
- Encaixe o laço do fio no recorte da parte superior da armação do eletroscópio, conforme ilustrado na Figura 1.

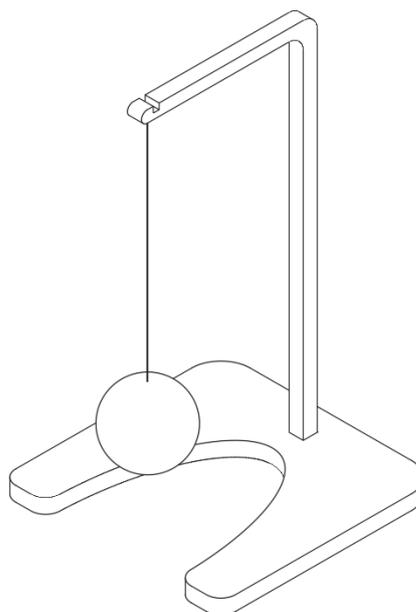


Figura 1: Desenho da montagem experimental

Procedimento experimental:

- Com o pêndulo montado, coloque-o sobre a superfície da mesa do professor, próximo ao domo do Gerador de Van de Graaff;
- Aguarde até que o pêndulo atinja sua condição de equilíbrio;
- Observe e anote se o pêndulo exibe algum comportamento com o gerador desligado;
- Peça ao professor para acionar o gerador;
- Observe e anote se ocorre alguma diferença no comportamento do pêndulo.

Em uma folha separada, anote:

- a) eventuais dificuldades na montagem/execução do experimento,
- b) as informações indicadas acima sobre o comportamento do pêndulo, e
- c) as suas hipóteses para o comportamento observado.

APÊNDICE A.2

Conteúdo dos Kits Experimentais para a atividade investigativa:

Esta lista de materiais contempla itens além daqueles propostos no artigo de Berto *et al.* (2023), objetivamos com isso aumentar as possibilidades de desenvolvimento e exploração da situação experimental por parte dos alunos.

- Caixinha de palitos de fósforo;
- Palitos de dentes;
- Moeda de cinquenta centavos;
- Copo plástico;
- Imã de geladeira;
- Barbante;
- Linha de costura
- Massinha de modelar;
- Cano de cobre;
- Flanela de lã;
- Fita adesiva;
- Régua;
- Lápis com ponta de borracha;
- Elásticos.

APÊNDICE B - RESULTADOS DAS BUSCAS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Portal de Periódicos CAPES				
Palavras-chave	Qualis	Autor(a/es)	Ano	Título
Ensino por investigação (exato) + ensino superior (contém)	A2	Melo; Dutra; Dávila.	2021	A experimentação investigativa na formação de professores a partir da prática como componente curricular
	A1	Silva; Mortimer.	2013	A contribuição da teoria da atividade na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem de uma atividade investigativa no ensino superior
	A4	Oliveira; Ceschim; Caldeira.	2018	Ensino de evolução biológica por uma perspectiva integradora: uma proposta didática para formação inicial
Ensino investigativo (exato) + ensino superior (contém)	A2	Isidoro; Bellucco; Carvalho.	2020	Argumentando sobre Quantidade de Movimento e as Leis de Newton em Aulas Investigativas de Física Geral I do Ensino Superior
Ensino por investigação (exato) + formação docente (contém)	A1	Menezes.	2021	Concepção sobre a investigação no ensino de ciências
	A2	Leite; Rodrigues; Magalhães Jr.	2015	Ensino por Investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada
	A2	Monteiro; Santin Filho; Rodrigues.	2023	Atividades investigativas: um estudo vivenciado por licenciandos em Química
	A4	Melo <i>et al.</i>	2023	Experimentos investigativos na formação de professores de ciências e biologia no ensino remoto
	A1	Oliveira; Obara.	2018	O Ensino de Ciências por Investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em formação inicial e continuada
	A1	Stuart; Marcondes.	2022	O processo de reflexão orientada como metodologia para a formação inicial docente: almejando a abordagem de Ensino por Investigação na Educação Básica
	A4	Paz; Locatelli.	2022	Repensar da prática docente considerando a perspectiva do ensino por investigação e da metacognição.

	A1	Stuart; Marcondes.	2018	O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o Ensino por Investigação e a promoção da Alfabetização Científica.
Ensino investigativo (exato) + formação docente (contém)	A3	Lavor; Oliveira.	2022	Discutindo eletrostática através de uma Sequência de Ensino Investigativa
Ensino por investigação (exato) + licenciatura (contém)	A4	Oliveira; Santos; Araújo.	2023	Aprendizagem baseada em projetos e Ensino por Investigação como alternativas para o ensino de ciências: visão dos discentes de uma disciplina pedagógica
	A2	Silva.	2020	Ensino de Ciências por Investigação: um levantamento em periódicos da área
	A2	Silva; Vertuan; Silva.	2018	Ensino por investigação nas aulas de matemática do curso de licenciatura em química
	A4	Santos <i>et al.</i>	2022	Concepções prévias sobre o Ensino por Investigação: um estudo exploratório com licenciandos em ciências biológicas
	A4	Monteiro <i>et al.</i>	2022	Ensino por Investigação em aulas de química - construindo a argumentação através da problemática “por que as bananas escurecem?”
Ensino investigativo (exato) + licenciatura (contém)	A4	Santos.	2019	Eu não acredito que tive que vir para a universidade para construir um terrário!
	A4	Jesus; Martins; Silva.	2023	Planejamento de uma sequência de ensino investigativa para a licenciatura em química
Ensino por investigação (exato) + graduação (contém)	A4	Coelho.	2020	O programa de residência pedagógica: ensino por investigação e a profissionalização de professores de física de uma universidade pública federal
	A2	Costa; Salvador.	2021	Concepções de estudantes do curso de licenciatura em ciências biológicas acerca do ensino por investigação
	A1	Rosa; Stuart; Marcondes.	2017	Regência e análise de uma sequência de aulas de química - contribuições para a formação inicial docente reflexiva

Trabalhos ENPEC		
Ano	Autores	Título
2015	Coelho; Malheiro.	O Pedagogo e o Ensino de Ciências: uma análise a partir da prática pedagógica dos professores em processo de formação inicial
2017	Souza; Amauro; Gouveia	Um estudo sobre as interações discursivas em uma aula experimental de Química
2019	Moura; Sedano	Limites e possibilidades da implementação de atividades investigativas por professores em formação. O que as pesquisas apontam?
2019	Silva <i>et al.</i>	Contribuições da reelaboração de atividades experimentais na perspectiva do Ensino por Investigação em um curso de graduação em Química.
2019	Silva; Silva.	O ensino por investigação na formação de professores: uma análise a partir dos anais do ENPEC
2023	Santos <i>et al.</i>	O ensino por investigação e a formação de professores: um mergulho epistêmico nas produções científicas do ENPEC (2017-2021)

Trabalhos EPEF		
Ano	Autores	Título
2014	Letta; Sasseron.	Sequência de Ensino Investigativa e ações do professor: problema do barquinho
2016	Sanches <i>et al.</i>	Laboratório investigativo de eletricidade: principais dificuldades dos estudantes
2018	Sanches <i>et al.</i>	Principais dificuldades de graduandos em química em um laboratório investigativo de física
2018	Isidoro; Bellucco; Goulart.	Argumentação matemática em uma Sequência de Ensino Investigativa no Ensino Superior
2018	Portela.	Iniciação à docência e o Ensino por Investigação: percepções de licenciandos em Física
2020	Silva; Oliveira.	Orientações do portal do <i>PhET</i> para professores: um olhar a partir das etapas do Ensino por Investigação
2020	Alves; Barbosa-Lima; Vianna.	Reflexões sobre o ensino de Física investigativo para pessoas com deficiência visual

Trabalhos EnECI		
Ano	Autores	Título
2020	Coelho.	O ensino por investigação e a formação inicial de professores de Física
2020	Briccia; Marmolego.	Ensino por investigação: um olhar para a formação de professores dos anos iniciais.
2020	Oliveira.	A abordagem investigativa do ensino de biologia na formação de professores do campo.
2020	Villela <i>et al.</i>	O Sistema nervoso e as drogas: aplicação de uma sequência didática no contexto de um estágio da licenciatura
2020	Carvalho; Carvalho; Perez.	Atividades investigativas no ambiente universitário: um relato de participação discente no plano piloto aplicado no primeiro semestre de graduação em Física na UFPA
2020	Gadelha; Tenório.	O ensino de ciências por investigação no âmbito da formação inicial: uma análise a partir das ementas do curso de licenciatura em ciências biológicas
2020	Cordeiro; Morini; Pugliese.	Formigas comem o que? Oficina para licenciandos em biologia pautada no ensino por investigação
2020	Cavalcante <i>et al.</i>	Investigando relações entre o ciclo do carbono e as mudanças climáticas globais - uma experiência no ensino médio no contexto de um estágio da licenciatura
2020		Elaboração de jogos pedagógicos de educação ambiental como estratégia para o desenvolvimento de atividades investigativas na formação de pedagogos
2020	Oliveira <i>et al.</i>	A compreensão de sequências de ensino investigativas na formação inicial de professores de ciências.
2020	Lemos; Cruz; Nascimento.	Análise de uma sequência de ensino investigativa elaborada por licenciandos em ciências biológicas: desafios encontrados
2020	Monteiro <i>et al.</i>	Elaboração de questões-problema por licenciandos/as em química baseada no ensino por investigação
2020	Fiorentino <i>et al.</i>	Desafios e potencialidades no desenvolvimento de uma atividade investigativa no contexto de um curso de licenciatura em Química

2024	Arrais <i>et al.</i>	O ensino por investigação em uma perspectiva interdisciplinar no ensino: tecendo diálogos com professores em formação em um clube de ciências
2024	Pizarro.	A formação do pedagogo para ensinar ciências: um exercício formativo inspirado no ensino por investigação
2024	Ribeiro <i>et al.</i>	Vivências e reflexões sobre a aplicação de uma atividade na perspectiva investigativa no contexto do PIBID - biologia
2024	Andrade; Allain; Goulart.	A percepção de licenciandos sobre a contribuição do ensino de ciências por investigação na abordagem do tema água no ensino médio
2024	Oliveira <i>et al.</i>	Ver, ouvir e tocar: análise de uma sequência de ensino investigativa sobre os 'sentidos' no contexto do pibid
2024	Ramos.	O experimento investigativo na formação de professores de Física: algumas vivências e desafios
2024	Scardua; Barcellos.	Reflexões de um futuro professor sobre a primeira experiência com o ensino por investigação
2024	Amaral <i>et al.</i>	Ensino de ciências por investigação: relatos de licenciandos.
2024	Teixeira; Antunes.	Contribuições da abordagem-histórico investigativa para a formação de professores de Química
2024	Freitas <i>et al.</i>	Desenvolvimento profissional docente na formação de professores monitores do clube de ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz
2024	Barcellos; Coelho.	A vivência da abordagem investigativa na formação inicial de professoras e professores de ciências: um relato de experiência no estágio supervisionado
2024	Biancolin; Roa.	Formação inicial de professores e o ensino de ciências por investigação
2024	Monteiro.	Discutindo a abordagem investigativa contextualizada com licenciandos em química
2024	Silva.	Elementos da investigação: explorando os materiais durante uma atividade em um curso de licenciatura em educação do campo
2024	Vital Jr.; Zompero.	O ensino por investigação na formação inicial de professores de química
2024	Chefer; Oliveira.	O ensino de ciências por investigação e a construção de sequências de ensino investigativas: concepções de licenciandos em ciências biológicas

2024	Sakumoto; Munford.	Formas de articulação entre momentos de exploração e argumentação ao longo de uma atividade investigativa desenvolvida em parceria com professores em formação
2024	Oliveira; Moura; Fireman.	Implementação de sequências de ensino investigativo em botânica com estudantes de pedagogia: um relato de experiência
2024	Guilherme.	Ensino por investigação: vivências e práticas investigativas na formação inicial de professores de biologia
2024	Jacobucci <i>et al.</i>	De minas ao mar - uma proposta formativa em biologia marinha para licenciandos e professores de biologia
2024	Portela.	Ensino de física por investigação: relato de experiência no contexto do PIBID do IFPR campus Paranaguá.
2024	Moura; Fireman.	Vivências de uma atividade investigativa no jardim da universidade com futuras pedagogas.
2024	Souza; Machado.	O ensino por investigação na formação de professores de ciências naturais na universidade federal do Pará.
2024	Matos; Fernandes.	Análise da disciplina tendências da pesquisa em ensino de ciências: identificando o EnCI nas práticas pedagógicas dos licenciandos em ciências biológicas da UFVJM
2024	Sodré; Zompero	Dificuldades e possibilidades na elaboração de atividades investigativas: uma análise da situação-problema
2024	Macêdo; Stuart.	Abordando pilhas e baterias em sala de aula: um relato de experiência vivenciado por um professor em formação inicial
2024	Marques; Drehmer-Marques; Sauerwein	Atividades didáticas investigativas na formação inicial docente na área das ciências da natureza
2024	Klein; Santos.	Análise do desempenho de licenciandos na implementação de atividades investigativas durante o programa de residência pedagógica.
2024	Bicalho; Ibraim	Análise dos propósitos epistêmicos manifestados por uma estagiária ao promover a argumentação em uma aula investigativa no ensino superior.

APÊNDICE C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: O Ensino por Investigação como abordagem didática na Licenciatura em Física: contribuições para a formação inicial de professores.

Pesquisadora responsável: Ivanilda Higa

Pesquisador assistente: José Henrique Piãotquewicz

Local da Pesquisa: Campus Rebouças, Setor de Educação, UFPR

Endereço: Av. Sete de setembro, 2645, Rebouças, Curitiba, PR. CEP: 80230-085

Você está sendo convidado/a a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para tirar suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou depois de assiná-lo, você poderá buscar orientação junto à equipe de pesquisadores. Você é livre para decidir participar e pode desistir a qualquer momento, sem que isto lhe traga prejuízo algum.

A pesquisa intitulada "O Ensino por Investigação como abordagem didática na Licenciatura em Física: contribuições para a formação inicial de professores", tem como objetivo analisar quais perspectivas do Ensino por Investigação são mobilizadas por alunos do curso de licenciatura em Física em um contexto formativo envolvendo atividades experimentais.

Participando do estudo você está sendo convidado/a a: participar de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que utiliza-se de recursos experimentais, de modo a discutir e refletir com os grupos de colegas sobre as perspectivas investigativas inerentes da prática em questão, além de atividades e discussões subsequentes com a turma para a melhor compreensão e definição de o que são atividades investigativas e os seus contextos de utilização.

- i) A coleta de dados se dará em regime semanal, ao longo da disciplina de metodologia de ensino, com duração prevista para dois meses, na unidade do Campus Rebouças da Universidade Federal do Paraná;
- ii) Os dados serão coletados a partir de entrevistas semi-estruturadas com os participantes, gravação de áudio nas atividades da SEI proposta, registros escritos provenientes de atividades realizadas na disciplina e anotações realizadas pelos pesquisadores;
- iii) Todos os dados coletados serão classificados como sigilosos, de modo que somente os pesquisadores terão acesso ao material, bem como a garantia de sigilo de nomes dos participantes;
- iv) Para o caso de manifestação da identidade dos participantes, a fim de garantir e preservar o direito a anonimidade dos envolvidos, serão utilizados nomes fictícios;

- v) O armazenamento das informações coletadas será feito por registro escrito em diário de campo, bem como armazenamento em *Solid State Drive* (SSD) e serviços de armazenamento em nuvem: *Google Drive*, sob tutela dos pesquisadores, de modo que após a conclusão da pesquisa, os dados serão mantidos por um período de cinco anos. Ao fim deste prazo, as informações serão destruídas, conforme inciso XI folha 2 da Resolução 466/12. Os pesquisadores garantem a não utilização das informações em outros estudos de forma que possa causar prejuízo aos (às) participantes.
- vi) Caso o(a) participante manifeste desejo, lhe é garantido o direito de encerrar sua participação sem qualquer questionamento por parte dos pesquisadores;
- vii) A não-participação ou encerramento de participação no decorrer da pesquisa não influenciará em sua avaliação da disciplina na qual a coleta de dados será conduzida.

Desconfortos e riscos:

- i) Desconfortos e riscos: Para eventuais circunstâncias onde o participante não sinta-se à vontade para responder às questões levantadas no decorrer dos encontros designados para a pesquisa em questão, lhe é garantido o direito de não responder sem prejuízo à sua participação;
- ii) Providências e cautelas: a fim de mitigar potenciais riscos como os supracitados, todos os participantes têm direito à manter sua identidade em sigilo, de modo que, ao transcrever as informações coletadas para posterior análise e redação da dissertação, todos os nomes serão substituídos por nomes fictícios, eliminando qualquer possibilidade de identificação por parte de terceiros. Além disso, tomar-se-á especial cuidado no armazenamento dos dados em questão, com *backups* que garantam a segurança dos arquivos sigilosos, com acesso exclusivo dos pesquisadores aqui citados;
- iii) Benefícios: Como benefícios da pesquisa pretendida, pode-se citar uma maior compreensão da forma como os alunos aprendem sob a perspectiva do Ensino por Investigação e suas considerações sobre a abordagem em um dos cenários em que ele é menos estudado: o Ensino Superior. Além disso, espera-se que os alunos, uma vez formados, sejam capazes de não apenas reproduzir, mas refletir sobre diferentes técnicas estudadas durante sua formação. Essa pesquisa nos possibilita uma visão sobre como os licenciandos enxergam as potencialidades de implementação da abordagem enunciada para além da graduação, quando atuarem como professores dentro de sala de aula.

Os dados obtidos para este estudo serão utilizados unicamente para essa pesquisa e armazenados pelo período de cinco anos após o término da pesquisa, sob responsabilidade do (a) pesquisador (a) responsável (Resol. 466/2012 e 510/2016).

Forma de armazenamento dos dados: Armazenamento em *Solid State Drive* (SSD), registros escritos em diários de campo e serviço de armazenamento em nuvem *Google Drive*.

Sigilo e privacidade: Você tem garantia de manutenção do sigilo e da sua privacidade durante todas as fases da pesquisa, exceto quando houver sua manifestação explícita em

sentido contrário. Ou seja, seu nome nunca será citado, a não ser que você manifeste que abre mão do direito ao sigilo.

() Permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos unicamente para esta pesquisa e tenho ciência que a guarda dos dados são de responsabilidade do(s) pesquisador(es), que se compromete(m) em garantir o sigilo e privacidade dos dados.

() Não permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos para esta pesquisa.

Ressarcimento e Indenização: Considerando-se que a pesquisa será realizada no decorrer da disciplina de Metodologia de Ensino, na qual ambos os pesquisadores e alunos deverão encontrar-se na universidade, não prevê-se necessidade de custeio para a acessibilidade dos participantes. Os participantes serão instruídos no que tange aos riscos e benefícios da pesquisa e formas de coleta, de forma que não há necessidade de ressarcimentos ou indenizações para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Resultados da pesquisa: Você terá garantia de acesso aos resultados da pesquisa. A divulgação dos resultados da pesquisa se dará por meio da redação da dissertação de Mestrado do pesquisador auxiliar, bem como a possibilidade do contato com os pesquisadores para acesso aos dados.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com o(s) pesquisador(es):

Pesquisador assistente: José Henrique Piãotquewicz

Endereço: Av. Sete de setembro, 2645, Rebouças, Curitiba, PR. CEP: 80230-085

Departamento de Teoria e Prática de Ensino - DTPEN

Telefone: (41) 3535 6259/3535 6260

E-mail: jose.henrique@ufpr.br

Pesquisador responsável: Ivanilda Higa

Endereço: Av. Sete de setembro, 2645, Rebouças, Curitiba, PR. CEP: 80230-085

Departamento de Teoria e Prática de Ensino - DTPEN

Telefone: (41) 3535 6259/3535 6260

E-mail: ivanilda@ufpr.br

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais do Setor de Ciências Humanas (CEP/CHS) da Universidade Federal do Paraná, rua General Carneiro, 460 – Edifício D. Pedro I – 11º andar, sala 1121, Curitiba – Paraná, Telefone: (41) 3360 – 5094 ou pelo e-mail cep_chs@ufpr.br.

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em

Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

Você tem o direito de acessar este documento sempre que precisar. Para garantir seu direito de acesso ao TCLE, este documento é elaborado em duas vias, assinadas e rubricadas pelo/a pesquisador/a e pelo/a participante/responsável legal, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o/a pesquisador/a.

Quando o TCLE for obtido por meio digital, não deve haver menção a duas vias, mas deve ser esclarecida a forma por meio da qual os participantes terão acesso ao TCLE, garantindo o seu direito ao livre acesso ao TCLE.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da UFPR sob o número CAAE nº 77285124.8.0000.0214

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter lido este documento com informações sobre a pesquisa e não tendo dúvidas, informo que aceito participar.

Nome do/a participante da pesquisa:

(Assinatura do/a participante da pesquisa)

Data: ____/____/____.

APÊNDICE D - QUESTIONAMENTOS ADICIONAIS

O presente documento tem como objetivo estipular pontos balizadores para a condução de uma questionamentos adicionais a serem propostos aos licenciandos em Física que foram sujeitos de pesquisa ao longo da produção acadêmica da dissertação de mestrado do autor. Para isso, buscamos compreender se (e se sim, de que forma) o Ensino por Investigação contribuiu com a formação para a docência, e as suas perspectivas em relação a esta abordagem ao longo da sua formação.

1. Você possui alguma experiência enquanto docente? (Isso se aplica tanto a professor PSS, quanto PiBID, Residência Pedagógica e Estágios, cursinhos ou outras atividades relacionadas). (Comentar as experiências neste sentido).
2. Você implementaria a sua sequência em uma sala de aula escolar? Comente, justifique ou explique sua resposta.
3. Levando em consideração as suas experiências formativas e profissionais enquanto professor em sala de aula, você alteraria alguma coisa na sua proposta?