

**UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**Kelly Fernandes Correia**

**O LABORATÓRIO FORA DO LABORATÓRIO: ESTRATÉGIAS  
DIDÁTICAS PARA AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA  
NO ENSINO MÉDIO**

**São Caetano do Sul – SP  
2024**

**KELLY FERNANDES CORREIA**

**O LABORATÓRIO FORA DO LABORATÓRIO: ESTRATÉGIAS  
DIDÁTICAS PARA AULAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA  
NO ENSINO MÉDIO**

**Trabalho de Final de curso apresentado ao  
Programa de Pós- Graduação em Educação -  
Mestrado Profissional - da Universidade  
Municipal de São Caetano do Sul como  
requisito parcial para a obtenção do título de  
Mestre em Educação.**

**Área de concentração: Formação de  
Professores e Gestores**

**Orientadora: Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício**

**São Caetano do Sul – SP  
2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

CORREIA, Kelly fernandes.

O laboratório fora do laboratório: estratégias didáticas para aulas experimentais no Ensino de Física no Ensino Médio. / Kelly Fernandes Correia - São Caetano do Sul – USCS, 2024.152 p.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Silvia Moço Aparício.

Dissertação (mestrado) – USCS, Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Programa de Mestrado em Educação, 2024.

1.Aulas Experimentais. 2. Ensino de Física. 3. Formação de Professores. 4. Didática do ensino de Física. 5. Estratégias Didáticas.

Aparício, Ana Silvia Moço Aparício. II. Universidade Municipal de São Caetano do Sul, Programa de Pós-Graduação em Educação. III. Título.

**Reitor da Universidade Municipal de São Caetano do Sul**

**Prof. Dr. Leandro Campi Prearo**

**Pró-reitora de Pós-graduação e Pesquisa Profa.**

**Dra. Maria do Carmo Romeiro**

**Gestora do Programa de Pós-graduação em Educação**

**Profa. Dra. Ana Sílvia Moço Aparício**

Trabalho Final de Curso defendido e aprovado em 13 /11 /2024 pela Banca  
Examinadora constituída pelos(as) professores(as):

Profa. Dra Ana Sílvia Moço Aparício (USCS)

Profa. Dra. Maria de Fátima Ramos de Andrade (USCS)

Prof. Dr. Leonardo André Testoni (UNIFESP)

Dedico  
à Luzia Fernandes (*in memoriam*), minha mãe, que me mostrou  
o verdadeiro significado da vida.

## AGRADECIMENTOS

A jornada de elaborar esta dissertação foi longa e desafiadora, e não teria sido possível sem o apoio, incentivo e colaboração de várias pessoas e instituições que me acompanharam ao longo do percurso.

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dra Ana Sílvia Moço Aparício, pela oportunidade, acolhimento, dedicação, paciência e exemplo de seriedade profissional e pessoal. Saiba da minha grande admiração, meu respeito e meu carinho por você.

Agradeço também aos membros da banca examinadora, por suas valiosas contribuições e comentários que enriqueceram o estudo. Suas críticas construtivas e orientações foram essenciais para a finalização do presente trabalho.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Educação**, por abarcar tão bons professores, que contribuem para aprimorar nossa didática, nossa formação e nosso trabalho. A todos os professores que fizeram parte da minha trajetória no mestrado, em especial à Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria de Fátima Ramos de Andrade, pela dedicação e pelo prazer de ensinar, com olhar carinhoso, a profissão docente.

Agradeço ao Prof. Dr. Leonardo André Testoni por suas grandiosas contribuições durante minha qualificação.

Agradeço a muitos professores que marcaram minha vida durante o ensino fundamental e médio e que, hoje, representam uma parte da profissional que me tornei e dos quais sinto muito orgulho e saudade.

A todos os meus alunos, que me ensinam mais a cada dia.

Ao Centro Paula Souza, pelo convênio e apoio na realização desse trabalho.

Ao Centro Educacional ETIP, em especial à professora Rosângela Santos, por permitir e auxiliar na coleta de dados desta pesquisa.

Aos meus pais, José Justino Correia e Luzia Fernandes (*in memorrian*), pelo constante amor, carinho e incentivo a todos meus sonhos. Sem vocês, nada seria possível.

Ao Leonardo, por sua paciência, carinho e cuidado durante esse processo.

Àqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

“A mente que se abre a uma ideia, jamais voltará ao tamanho original”  
(Albert Einstein)



## RESUMO

A presente pesquisa surgiu do desafio que, como professora de Física, enfrentamos para realizar aulas experimentais em outros ambientes da escola que não fossem laboratórios específicos e, ao mesmo tempo, da necessidade de atender às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de Física. Com isso, este trabalho teve, como objetivo geral, investigar estratégias didáticas construídas pelo professor na realização de aulas experimentais no ensino de Física fora do laboratório. Para tal, os objetivos específicos foram: 1) caracterizar o que são aulas experimentais no ensino de Física; 2) desenvolver aulas experimentais de Física fora do laboratório para estudantes do Ensino Médio; 3) descrever e analisar as estratégias didáticas construídas nessas aulas pelo professor; 4) propor material didático para aulas experimentais de Física. Como referencial teórico, consideraram-se as contribuições de autores que discutem o ensino de Física e a relevância de aulas experimentais, principalmente Derek Hodson, Anna Maria Carvalho e Luís Carlos Menezes, bem como os estudos de Lee Shulman sobre a base de conhecimento do professor e o seu desenvolvimento profissional. Ademais, utilizaram-se orientações para o ensino de Física, propostas por documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais, a Base Nacional Comum Curricular e as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física. A abordagem metodológica da pesquisa é qualitativa, caracterizada como intervencionista na própria prática, em que a professora-pesquisadora, com base em conceitos da teoria das situações didáticas, de Guy Brousseau, planejou e desenvolveu cinco aulas experimentais em uma turma de 2ª. série do Ensino Médio em suas aulas de Física, em escola particular. Os resultados da análise mostraram as seguintes estratégias didáticas construídas e mobilizadas pela docente: criação de situações-problema relacionadas ao cotidiano discente; negociação e a adaptação do contrato didático; uso da sala de aula invertida e prática do trabalho em equipe; consideração do aluno como protagonista; e prática constante da roda de conversa com os estudantes. Em síntese, o estudo revelou que um vínculo forte entre o professor e seus alunos, além do apoio da gestão e de toda a equipe escolar, contribui não só para o sucesso das atividades experimentais fora do laboratório, mas também para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizado mais colaborativo e engajado. Quanto ao produto educacional decorrente do estudo, propõe-se um caderno de atividades experimentais para o ensino de Física, as quais podem ser realizadas pelo professor seja em laboratórios, seja em ambientes alternativos da escola, por exemplo, salas de aula, pátios ou outros espaços disponíveis.

**Palavras-chave:** aulas experimentais; ensino de Física; formação de professores; didática do ensino de Física; estratégias didáticas.

## ABSTRACT

The present research arose from the challenge that, as a Physics teacher, we faced in conducting experimental lessons in other school environments that were not specific laboratories, while also addressing the need to meet the competencies outlined in the Base Nacional Comum Curricular (BNCC) for Physics teaching. Thus, the main objective of this work was to investigate the didactic strategies developed by teachers in conducting experimental lessons in Physics outside the laboratory. The specific objectives were: 1) to characterize what experimental lessons in Physics are; 2) to develop experimental Physics lessons outside the laboratory for high school students; 3) to describe and analyze the didactic strategies developed by the teacher in these lessons; 4) to propose teaching materials for experimental Physics lessons. The theoretical framework included the contributions of authors who discuss Physics teaching and the relevance of experimental lessons, particularly Derek Hodson, Anna Maria Carvalho, and Luís Carlos Menezes, as well as Lee Shulman's studies on the teacher's knowledge base and professional development. Additionally, official documents such as the National Curriculum Parameters (PCN), the Base Nacional Comum Curricular (BNCC), and the National Curriculum Guidelines for Physics Courses were used as guidelines for Physics teaching. The research adopted a qualitative methodological approach, characterized as interventionist in its own practice, where the teacher-researcher, based on concepts from Guy Brousseau's theory of didactic situations, planned and developed five experimental lessons with a second-year high school class in Physics at a private school. The analysis results showed the following didactic strategies developed and implemented by the teacher: creating problem situations related to students' daily lives; negotiating and adapting the didactic contract; using flipped classroom techniques and team-based work; considering the student as a protagonist; and consistently using conversation circles with students. In summary, the study revealed that a strong bond between the teacher and students, along with support from school management and the entire school team, contributes not only to the success of experimental activities outside the laboratory but also to the development of a more collaborative and engaging learning environment. Regarding the educational product resulting from the study, a workbook with experimental activities for Physics teaching is proposed, which can be conducted by teachers either in laboratories or alternative school spaces such as classrooms, patios, or other available areas.

**Keywords:** experimental lessons; Physics teaching; teacher training; Physics teaching didactics; didactic strategies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Transformação do PCK.....	68
Figura 2 - Nuvem de palavras.....	86
Figura 3 - Lançamento de garrafa pet .....	96
Figura 4 - Projeção da imagem da câmera escura de orifício.....	100
Figura 5 - Início da construção da câmera escura.....	104
Figura 6 - 1º momento de intervenção na construção da câmera escura.....	104
Figura 7- 2º momento de intervenção: teste para captação de imagem.....	104
Figura 8 - Testes para captação de imagem após a intervenção .....	104
Figura 9 - Resultados em luz artificial .....	105
Figura 10 - Resultados em luz natural .....	105
Figura 11 - Alterando a densidade da água.....	111
Figura 12 - Alterando a densidade da água.....	111
Figura 13 - Demonstração da alteração da densidade da água pela adição de açúcar .....	113
Figura 14 - Imagem do drive compartilhado com os alunos .....	120
Figura 15 - Construção de osciloscópio.....	122
Figura 16 - Eletrização por atrito.....	123
Figura 17 - Verificando tensão elétrica no multímetro .....	124
Figura 18 - Instrumentos de medida .....	124
Figura 19 - Circuito elétrico.....	124
Figura 20 - Demonstração do curto-circuito.....	125
Figura 21 - Circuito com batata.....	127
Figura 22 - Imagem desenvolvida.....	132
Figura 23 - Imagem do buscador.....	132

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas correlatas .....	32
Quadro 2 - Competências e habilidades para os profissionais de Física .....	57
Quadro 3 - Atividades para aulas experimentais.....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC PAULISTA	Siglas correspondente à cidades de Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONAE	Conferência Nacional pela Educação
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
<i>E-book</i>	Abreviação do termo inglês “ <i>eletronic book</i> ” e significa livro em formato digital.
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IPESs	Instituições Públicas de Ensino Superior
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
PARFOR	Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica
<i>PCK</i>	Conhecimento do Conteúdo Pedagógico ( <i>Pedagogical Content Knowledge</i> )
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNE	Plano Nacional de Educação
PPP	Plano Político Pedagógico
PSSC	<i>Physical Science Study Committee</i>
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>MEMORIAL</b> .....	19
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	25
<b>2 LEVANTAMENTO DAS PESQUISAS CORRELATAS</b> .....	31
2.1 Caracterização dos trabalhos selecionados.....	32
2.2 Análise e discussão dos resultados encontrados nas pesquisas selecionadas .....	37
<b>3 O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA E AS AULAS EXPERIMENTAIS: A BASE DE CONHECIMENTO DO PROFESSOR DE FÍSICA</b> .....	39
3.1 A Física como componente curricular do Ensino Médio e as aulas experimentais: breve histórico e concepções .....	40
3.2 Desenvolvimento profissional docente e a base do conhecimento do professor de Física: orientações oficiais e contribuições de especialistas na área.....	51
3.3 O desenvolvimento profissional docente e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK): contribuições de Lee Shulman.....	65
3.4 O laboratório e as atividades experimentais no ensino da Física .....	69
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	74
4.1 O método e os procedimentos metodológicos da pesquisa .....	74
4.2 Caracterização do contexto e dos participantes da pesquisa .....	77
4.2.1 A escola .....	77
4.2.2 A turma da 2 <sup>a</sup> . série do Ensino Médio.....	81
4.2.3 A professora pesquisadora .....	82
4.3 Caracterização da intervenção.....	84
<b>5 ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA AULAS EXPERIMENTAIS</b> .....	91
5.1 Situação de investigação: em foco, o cotidiano do aluno.....	91
5.2 Contrato didático: a importância da negociação e adaptação.....	99
5.3 Institucionalização: a sala de aula invertida e o trabalho em equipe.....	108
5.4 Objetificação: o aluno como protagonista .....	116
<b>6 PRODUTO EDUCACIONAL</b> .....	130
6.1 A ideia do caderno “Vamos para fora?” .....	130
6.2 O caderno .....	130
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	133

**REFERÊNCIAS** ..... 142

## MEMORIAL

Era 1991, quando, pela primeira vez, tive uma aula de Ciências, no primeiro ano do Ensino Fundamental. Talvez ainda não soubesse que aquele componente curricular traria tantas alegrias a minha vida profissional futura. Não foi a primeira vez em uma instituição escolar, mas foi a primeira vez que a curiosidade tomava conta de mim, e ela perduraria por muitos anos e me acompanha até o presente momento.

Fui a estudante que, antes mesmo de a professora encerrar uma sentença ou explicação, já estava com a mão levantada para perguntar. Entretanto, hoje entendo que tantas perguntas poderiam tirar a fluidez da aula.

Ao longo do Ensino Fundamental, minha aproximação com as aulas de Ciências, principalmente as atividades práticas, e com as aulas de Matemática dava ritmo às minhas escolhas futuras. Na 7<sup>a</sup>. Série, conheci uma professora de Geografia que me deixou ainda mais apaixonada na possibilidade de ter aulas práticas. A forma como Isabel conduzia suas aulas e o carinho com que tratava os alunos me conquistaram e, apesar de não ser a disciplina de Ciências, da qual eu tanto gostava, aquela aula e aquela professora tinham um diferencial. Ao fim da 8<sup>a</sup>. série, atualmente 9<sup>o</sup>. ano, decidi realizar o processo seletivo para entrar em uma instituição de ensino médio técnico para cursar Química. Vislumbrava, de forma acentuada, o ensino de Ciências, passando por componentes curriculares como Física e Biologia, e ainda teria muitas aulas experimentais para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Foram três anos de muito aprendizado, desenvolvimento crítico e responsabilidade. Durante esse período, não tive dúvida de que estudaria Ciências na graduação e essa seria a minha profissão. Entretanto, eu ainda não sabia que a licenciatura me conquistaria de uma forma tão encantadora, que me tornaria professora.

Ao término de mais um ciclo, dessa vez o Ensino Médio, a escolha já estava certa: cursaria Bacharelado em Química, muito em função de aulas excelentes e professores que me incentivaram durante todo o processo: professor Clovis e professora Adriana, por quem nutro imenso carinho. Mas nem sempre o planejado e o almejado de fato acontecem. Realizei os vestibulares para algumas universidades, os quais, normalmente, aconteciam em duas fases. Fui aprovada em algumas primeiras fases, o que me deixou alegre e confiante para as próximas etapas. Todavia, como já dito, nem sempre aquilo que desejamos realmente ocorre. Em dezembro de



2003, um dia antes da realização de uma das provas, perdi minha avó materna. Mesmo assim, no dia seguinte, fiz a avaliação e fui aprovada. A vaga era para o interior de São Paulo e, por conseguinte, teria de me mudar, pois morava no ABC Paulista. Até aquele momento, isso não era problema, a não ser pelo fato de eu ser filha única de uma mãe solo. Em virtude da fragilidade de minha mãe, por ter perdido sua genitora, bem como de minha fragilidade em não querer deixá-la sozinha, decidi prestar vestibular para uma instituição particular e permanecer em casa.

A universidade escolhida não oferecia o bacharelado em Química, apenas a licenciatura. Na inscrição, assinaei dois cursos: o primeiro, licenciatura em Química; e o segundo, licenciatura em Física como segunda. Fiz a prova e fui aprovada, porém, no dia da matrícula, não pude comparecer, perdendo a vaga para licenciatura em Química. Assim, tive de me matricular na segunda opção, isto é, na licenciatura em Física. Confesso que me chateou o fato de, aparentemente, as coisas não estarem dentro do meu planejado.

Durante o primeiro ano, as disciplinas eram comuns à base do ensino de Ciências, o que me confortava. A partir do segundo ano, as disciplinas seriam direcionadas, e até cheguei a cogitar uma troca para a licenciatura em Química. Foi quando conheci Priscila, uma professora de Biologia, que me convidou para participar de sua monitoria, mas não nas aulas de Biologia propriamente ditas. O foco era auxiliar alunos dos cursos de Matemática e Biologia com alguns exercícios de Física. prontamente eu aceitei e desenvolvi, durante seis meses, monitoria assistida. Assim, já no segundo ano, tornava-me a monitora de Física para os cursos de Biologia, Química e Matemática. Diria que foi meu primeiro contato com a profissão de professora.

Ainda no segundo ano, as disciplinas das Ciências Sociais (Sociologia da Educação e Psicologia da Educação) entrariam na grade curricular e se equilibrariam com tantos cálculos e aulas experimentais, que eram, a bem da verdade, minhas preferências. As aulas eram mais teóricas e, ainda naquele momento, menos atrativas para mim. Cursei-as com disciplina e responsabilidade, porém acredito que poderia ter me dedicado mais.

Já no terceiro ano, a Prática de Ensino e a Didática foram as disciplinas que encaminhavam para o estágio obrigatório. Como ainda trabalhava e precisava desse recurso para custear a graduação, decidi realizar os estágios apenas no quarto ano, durante minhas férias. Novamente afirmo que nem sempre as coisas acontecem como

se planeja. Embora esse ano estivesse destinado a estagiar e elaborar o trabalho de conclusão de curso, no dia 09 de janeiro de 2007, ou seja, no mesmo dia da renovação da matrícula, às 3h45min, minha mãe teve um infarto fulminante. Ali, naquela madrugada, tudo o que tinha se encaixado após a perda de minha avó novamente saiu do lugar, mas agora de uma forma tão abrupta, que, por muitos momentos, não imaginei estar nesse lugar agora escrevendo minha história.

Em fevereiro daquele ano, retornei às atividades acadêmicas, sem vigor e energia. Questionava o motivo de estar naquela situação com apenas 20 anos e pensava em desistir. A figura de minha mãe, presente em todos os momentos de minha vida, me fez continuar. Uma mulher forte, enfermeira por 35 anos, minha maior inspiração e incentivadora para estudar Ciências e ter esse componente como profissão. Iniciei os estágios, ainda obrigatórios para mim, até que entrei, pela primeira vez, em uma sala de aula não apenas como aluna, mas observadora e, depois, auxiliar da professora. Por incrível que pareça, meu caminho se cruzou com o da professora Adriana, que foi minha inspiradora durante o Ensino Médio. No momento do estágio, atraiu-me a possibilidade de poder contribuir para o ensino de um estudante e me fazer entender. Gostei de ser chamada de “prô” e ter a atenção dos estudantes enquanto falava. Começava ali minha carreira docente.

Consegui cumprir os estágios no primeiro semestre de 2007 e tomei uma decisão da qual não me arrependo: pedi a demissão do meu antigo emprego e me inscrevi para professora eventual em uma unidade escolar próxima à minha casa. A necessidade era tamanha que, em setembro, as aulas de Matemática dos oitavos e nonos anos eram minhas. Ainda nesse ano, realizei concurso público para professores de educação básica do estado de São Paulo, no qual fui aprovada e assumi o cargo de professora de Física.

Concluí a Licenciatura em Física no ano de 2007, mas ainda estava latente a vontade de cursar o bacharelado. Inscrevi-me para o curso e fui aprovada. Lá, mesmo sem muita energia e disposição em razão das questões pessoais ainda tão presentes, o professor Lucam me convidou para monitorar o laboratório de micro-onda, abrindo-me uma porta para iniciar a primeira pós-graduação *lato-sensu*: Eletromagnetismo – a radioterapia no tratamento do câncer.

Paralelamente ao bacharelado, seguido da especialização, lecionei apenas em escola pública do ABC paulista. Após dois anos, passei a me dividir entre a educação

pública e a privada. Meu primeiro contato com esta segunda se deu por intermédio da disciplina de Ciências para o Ensino Fundamental – anos finais. No fundo da minha sala, existia outro ambiente, com duas bancadas e duas pias; aos poucos, com o auxílio da gestão escolar, transformei aquela saleta em um laboratório para aulas experimentais. A minha alegria era maior que a de qualquer outro docente. O simples fato de imaginar que conseguiria multiplicar todo o conhecimento apreendido durante minha formação tanto acadêmica quanto escolar me deixava animada e realizada. As aulas experimentais sempre foram minha satisfação e ali conseguiria realizá-las.

Próximo ao término da pós-graduação, outra professora inspiradora, a Dra. Fernanda Kamir, inicialmente formada em Farmácia, falou-me sobre a profissão farmacêutica, ressaltando que eu tinha perfil para atuar na área, principalmente com meu conhecimento em Física. No momento, achei que não seria capaz, mas, novamente, a curiosidade e a vontade de estar novamente em um laboratório me fizeram procurar uma universidade e me inscrever no vestibular. E assim o fiz.

No 3º ano da graduação de Farmácia, decidi, com um grande amigo, cursar Biologia a distância, exatamente para elevar minhas possibilidades como professora. Terminei os dois cursos no mesmo ano bem cansada, confesso. Como farmacêutica, atuei por dois anos em um hospital estadual, em uma cidade do ABC paulista. Entretanto, nunca deixei a sala de aula; continuei ministrando aulas no período da manhã enquanto trabalhava como farmacêutica no período da tarde e noite.

Em 2019, a coordenação da escola onde trabalho me ofereceu a possibilidade de organizar um projeto interdisciplinar. Achei interessante, porém entendi que também precisava me qualificar. No ano seguinte, passei a estudar Pedagogia na modalidade EAD, pois acabávamos de entrar em uma pandemia. Esse curso me fez entender que a Educação é um caminho lindo e prazeroso, porém é necessário trocar experiências e vivências, e, principalmente, multiplicar o conhecimento.

Em 2021 prestei um novo concurso, dessa vez, para ingressar na educação técnica — lembrando que tais instituições estiveram presentes em minha adolescência. Fui aprovada e, desde então, divido meu tempo com essa modalidade.

Decidi cursar o Mestrado em Educação em razão da latente curiosidade da aluna no Ensino Fundamental e da vontade de oferecer uma educação de qualidade a meus estudantes, com vistas a ser tão inspiradora quanto meus professores foram para mim.

Hoje, divido minha semana entre aulas de Física, em uma escola da rede privada de ensino, e aulas de Física e Química, em uma escola técnica da rede pública de ensino. Em alguns momentos, mesmo não tendo mais aquela espaço no fundo de minha sala, realizo aulas experimentais com as condições que tenho, acreditando que qualquer ambiente possa se tornar um espaço de ensino-aprendizagem. O sonho ou a vontade de me tornar bacharel em Química foi totalmente preenchido pela licenciatura em Física, e é o que me move: dividir para multiplicar. O bacharelado em Farmácia foi e é muito importante, mas escolhi a educação e escolherei sempre. Sou feliz e realizada com os rumos que minha vida profissional tomou.

O Mestrado em Educação me proporcionou uma compreensão mais aprofundada das teorias pedagógicas, bem como das metodologias de ensino e práticas educacionais. Esse conhecimento avançado me permitiu aprimorar habilidades que tornaram minhas aulas mais eficazes. Além disso, o curso oferece oportunidades de explorar áreas específicas de interesse, como educação especial, administração educacional, tecnologia educacional e currículo, entre outras.

Entendo que a melhor parte de ter realizado o curso foi a minha instrumentalização para implementar práticas baseadas em evidências em sala de aula. Pude entender melhor as teorias e acompanhar as pesquisas recentes, a fim de criar ambientes de aprendizagem mais inclusivos e eficazes, adaptando as abordagens às necessidades individuais dos alunos. Isso resulta em uma experiência educacional mais enriquecedora e bem-sucedida para eles.

Por fim, um Mestrado em Educação pode abrir portas para cargos de liderança e administração no setor educacional. Além de ser uma satisfação pessoal, acredito que posso alavancar minha carreira e traçar novos rumos.

Mas isso é só o começo. A Educação não para, tampouco a minha curiosidade. Assim, tenho certeza de que darei continuidade a essa jornada, seguindo novos passos.



## 1 INTRODUÇÃO

Despertar o interesse dos estudantes para as aulas de Ciências da Natureza não é uma tarefa fácil. Nesse sentido, uma alternativa são as aulas experimentais. O problema é que essas aulas exigem laboratórios, ainda escassos na maioria das escolas brasileiras, tanto da rede pública quanto da rede privada.

Em 2018, o Ministério da Educação publicou o Censo Escolar apontando, em relação à existência de laboratório de Ciências nas escolas de Ensino Médio, que 81,3% das instituições federais tinham laboratório; nas escolas estaduais 39,2% e municipais, a porcentagem era de 28,2%. Já 58,3% das escolas privadas contavam com laboratório de Ciências. É importante ressaltar que a rede estadual no Brasil é responsável por 68,2% das escolas (Brasil, 2018). Isso sugere que uma parcela significativa dessas unidades não tem instalações dedicadas às aulas experimentais, porém não podemos inferir que essas aulas não ocorram em outro espaço.

Em publicação mais recente, de 2020, o Censo Escolar evidenciou que apenas 9% das escolas públicas do Brasil dispõem de espaços para que os alunos realizem aulas experimentais dos componentes curriculares da área de Ciência da Natureza (Brasil, 2022). Apesar da existência de tais espaços nas instituições de educação básica, a sua utilização eficiente e adequada não pode ser afirmada. Vale lembrar que eles necessitam de manutenção e investimento constante por parte de órgãos que os gerem.

Feitas essas considerações, entendemos que a experimentação é uma atividade fundamental no ensino de Ciências, com o potencial de motivar os alunos, incentivando reflexões sobre temas propostos, estimulando a participação ativa no desenvolvimento da aula e contribuindo para a aprendizagem. Segundo Carvalho *et al.* (2010), os conteúdos trabalhados no ensino de Ciências exigem aulas experimentais vivenciadas, com vistas à formação de uma atitude científica, vinculada, por sua vez, ao modo como se constrói o conhecimento. Para esses autores, além de ajudar no desenvolvimento de conhecimentos científicos, as aulas experimentais permitem que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos.

A experimentação em Ciência se deu, principalmente, a partir de Francis Bacon (1561 – 1626), filósofo, cientista e político inglês que difundiu o método indutivo de

investigação científica e foi um dos precursores do método experimental. Para esse pensador, a Ciência era uma técnica, e os conhecimentos científicos deveriam ser considerados instrumentos práticos de controle da natureza (Galvão, 2007). Bacon defendia que a observação cuidadosa, a coleta de dados empíricos e a experimentação eram essenciais para a investigação científica, e a razão humana deveria ser usada para interpretar e analisar os dados, em oposição ao raciocínio dedutivo, predominante na época.

A partir de tal entendimento, foi proposto o método indutivo, com base em quatro etapas: coleta de informações a partir da observação rigorosa da natureza; reunião, organização sistemática e racional dos dados recolhidos; formulação de hipóteses segundo a análise dos dados recolhidos; e comprovação das hipóteses a partir de experimentações (Galvão, 2007).

Mais tarde, outros pensadores deram contribuições importantes às Ciências, como René Descartes (1596 – 1650), Auguste Comte (1798-1857), entre outros, que se dedicaram à fundamentação do pensamento científico moderno, cujas influências chegaram à Educação. Com o passar do tempo, foram surgindo instrumentos científicos mais sofisticados e precisos, a Ciência se aperfeiçoou, e novas ideias foram se ramificando e consolidando no contexto educacional, na área de Ciências da Natureza.

No Brasil, foi somente no começo do século XIX, especialmente com a vinda da família real, que começam a surgir iniciativas cruciais para a introdução de uma mentalidade científica no país. Isso se evidenciou, como relatam Marandino, Selles e Ferreira (2009), com a criação de várias instituições científicas, faculdades e escolas, cujos programas acadêmicos passaram a incluir estudos nas áreas das Ciências Físicas e Naturais.

No estado de São Paulo, de acordo com Sicca (1996), havia poucas escolas secundárias oficiais nesse período, mas nelas já foram construídas salas para laboratório, equipadas com mesas, reagentes e vidrarias para aulas de Química. Entretanto, as aulas de laboratório eram apenas demonstrativas, realizadas pelo professor.

Foi também nessa época que se criaram as primeiras universidades brasileiras — a Universidade do Rio de Janeiro, em 1920, e a Universidade de São Paulo, em 1934 — e, com elas, houve a implementação de laboratórios de Ciências e a

modernização da educação e a pesquisa científica no país (Souza; Miranda; Souza, 2018).

Entretanto, somente por meio do Decreto Federal, nº 9.355, de junho de 1946, que determinou a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), as aulas experimentais foram influenciadas no Brasil. Esse órgão, segundo Lorenz (1986), originou-se de um projeto da Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), com o propósito de disseminar, no país, os projetos que ela vinha desenvolvendo no contexto internacional. Seu estabelecimento representou um ponto de partida para a formação de grupos, iniciativas e conferências que congregavam pesquisadores e educadores, a fim de aprimorar o ensino das Ciências, especialmente por meio do método experimental (Lorenz, 1986).

Desse modo, o IBECC assumiu a responsabilidade de produzir equipamentos e materiais didáticos, entre 1950 e 1980, com fomento estrangeiro. Nesse período, o IBECC desenvolveu, por exemplo, *kits* pedagógicos da disciplina de Química contendo materiais para a realização de experimentos. Assim, surgiu a necessidade de um ambiente adequado, não apenas demonstrativo, para a aplicação desses *kits* (Sicca, 1996). Em outras palavras:

Se anteriormente os laboratórios possuíam mesa para demonstrações e um auditório para os alunos assistirem às mesmas, de acordo com o novo ideário a existência das mesas para demonstrações não seria suficiente e o espaço do laboratório precisava ser aumentado, construindo-se bancadas para os alunos realizarem exercícios práticos (Sicca, 1996, p. 118).

Outro importante projeto para o ensino de Ciências foi o *Physical Science Study Committee* (PSSC), um projeto revolucionário iniciado no final da década de 1950 nos Estados Unidos, com o objetivo de reformular o ensino de Física no nível médio. Ele surgiu em um contexto de grande preocupação nacional com a educação em Ciências, especialmente após o lançamento do satélite soviético Sputnik, em 1957, que evidenciou a necessidade de modernizar o ensino científico e tecnológico. Sob a liderança de Jerrold Zacharias, físico do MIT, o PSSC buscou desenvolver materiais pedagógicos inovadores que introduzissem os estudantes ao método científico e aos conceitos fundamentais da Física de forma mais rigorosa e experimental (Hodson, 1998).



A principal inovação do PSSC foi a criação de um material didático completo, composto por livros-texto, filmes educacionais, guias para professores e experimentos cuidadosamente projetados. O enfoque principal do projeto era tornar o ensino de Física menos dependente da memorização de fórmulas e mais voltado para a compreensão dos conceitos e para a ciência como um processo investigativo. Essa abordagem incluía o uso de experimentos como parte essencial da prática de ensino, promovendo a interação entre teoria e prática no ambiente escolar (Matthews, 1994). Além disso, o PSSC introduziu conteúdos de Física moderna, como a relatividade e a física quântica, aproximando o currículo escolar dos avanços científicos contemporâneos (Glauber, 1963).

No Brasil, a influência do PSSC foi significativa, especialmente durante as décadas de 1960 e 1970, período em que se buscava modernizar o ensino de Ciências e adequá-lo às demandas de uma sociedade em processo de industrialização. Livros e materiais do PSSC foram traduzidos e adaptados, e muitos educadores se inspiraram na metodologia do projeto para transformar suas práticas pedagógicas. Essa influência se refletiu, por exemplo, na introdução de uma abordagem mais experimental no ensino de Física, com a valorização dos laboratórios escolares como espaços de aprendizado e investigação científica (Nardi, 2007).

Entendemos, portanto, que os laboratórios foram sofrendo alterações; no entanto, a formação do professor e suas condições de trabalho não visavam a favorecer a utilização do laboratório em uma nova perspectiva, voltada para a interação entre o aluno, o docente e o objeto de conhecimento. Aliado ao fato de que a implantação de um laboratório requer recursos caros, com instrumentos sofisticados, além de infraestrutura e espaços adequados para receber os discentes, os professores passaram a utilizar cada vez menos o local (Benite; Benite, 2009)

Diante desse cenário, outros espaços de aprendizagem podem tornar-se mais propícios às aulas experimentais. Uma quadra ou pátio, por exemplo, podem desempenhar o papel de laboratórios. Um fator limitante nessa perspectiva são as aulas experimentais pela ótica de alguns docentes, que as consideram muito trabalhosas e acabam por não as realizar. De acordo com Braga (2016), a utilização de experimentos impõe ao educador dificuldades extras em relação à aula tradicional, sendo que muitos optam por não as enfrentar e preferem dar aulas expositivas e teóricas. Os docentes muitas vezes não recebem treinamento específico sobre como planejar, executar e avaliar experimentos de forma eficaz, o que pode resultar em

atividades mal estruturadas e com baixo impacto na aprendizagem dos alunos. De fato, essas aulas precisam ser muito bem planejadas, pois podem ser complexas, sobretudo quando faltam recursos e espaços adequados para tal fim (Soares; Almeida, 2019).

A ideia de realizar aulas experimentais em outros ambientes comuns da instituição surgiu, na minha vivência como docente de Física, nas três séries do Ensino Médio, em uma instituição de educação técnica, na qual são obrigatórias essas aulas experimentais. Ademais, diante da necessidade de atender às competências previstas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), principalmente as relacionadas à análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas elaborações de argumentos.

Para enfrentar o desafio, aliado ao fato de os laboratórios da instituição em que atuo não atenderem às demandas oriundas do grande número de estudantes, foi necessário buscar outros espaços, como a quadra e o local chamado “espaço cultural”. Nesses ambientes, realizamos observações sobre o princípio da dinâmica, os fenômenos ópticos e a energia, bem como construímos instrumentos de medidas artesanais, por exemplo, termômetros e densímetros.

Entendemos que, para alguns conceitos, existe a necessidade de um espaço apropriado; logo, para aulas específicas, o laboratório deve ser utilizado. Todavia, com a possibilidade de utilizar outros espaços da escola, acreditamos que não apenas a aprendizagem do estudante estaria sendo alcançada, mas também o desenvolvimento profissional de docentes de Física do Ensino Médio.

Tendo isso em vista, buscamos desenvolver esta pesquisa partindo da seguinte questão: Como o professor constrói estratégias didáticas para a realização de aulas experimentais de Física fora do laboratório? Com base nessa indagação, o objetivo geral do estudo é **investigar estratégias didáticas construídas pelo professor na realização de aulas experimentais no ensino de Física fora do laboratório**.

Quanto aos objetivos específicos, eles foram assim delimitados: 1. Caracterizar o que são aulas experimentais no ensino de Física; 2. Desenvolver aulas experimentais de Física fora do laboratório para estudantes do Ensino Médio; 3. Descrever e analisar as estratégias didáticas construídas nessas aulas pelo professor; e 4. Propor material didático para aulas experimentais de Física, fora do laboratório.

Tendo isso em vista, foi realizada uma pesquisa intervencionista, focalizada em minha própria prática, com uma turma da segunda série do Ensino Médio da instituição de ensino privado onde atuo. Assim, buscamos contribuir para que os estudantes tenham a oportunidade de vivenciar aulas experimentais em suas próprias salas de aula ou em outros espaços do ambiente escolar. Ademais, esperamos que o professor possa aprimorar sua prática pedagógica e refletir sobre ela mediante a utilização de outras e novas estratégias na realização de aulas experimentais no Ensino de Física, visando à consecução dos objetivos propostos pelo currículo atual.

O presente trabalho está organizado em seis seções, sendo a primeira esta Introdução. Na segunda seção, discutimos as pesquisas correlatas que auxiliaram o debate de nossa pergunta problema. Na terceira seção, discorremos sobre a base de conhecimento do professor, o desenvolvimento profissional do docente de Física e a importância das aulas experimentais. Na quarta seção, descrevemos o percurso metodológico apresentando o método e os procedimentos metodológicos. Na quinta seção, focalizamos a descrição e a análise das estratégias didáticas construídas nas aulas experimentais no ensino de Física. Na sexta seção, apresentamos a ideia de nosso produto educacional. Em seguida, tecemos as considerações finais acerca da investigação.

## 2 LEVANTAMENTO DAS PESQUISAS CORRELATAS

Considerando as temáticas centrais desta investigação, para o levantamento das pesquisas correlatas, escolhemos, como base de dados, a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e definimos, inicialmente, as seguintes palavras-chave: docente de Física; aulas práticas; aulas experimentais, ensino de Física; prática pedagógica; ensino de Ciências.

Utilizamos, como estratégia, os operadores booleanos *OR*, *AND* e *NOT*, delimitando o período de publicação entre 2018 e 2022. Porém, esse procedimento nos trouxe muitos resultados, cerca de cinco mil, contendo principalmente artigos e pesquisas pouco direcionadas ao nosso objetivo principal.

Refinamos, então, a busca considerando apenas dissertações e teses entre os anos de 2018 2022, fazendo novas combinações de palavras-chave: ensino de Física; aulas experimentais; estratégias didáticas; e didática no ensino de Física. Ainda assim, foram encontradas cerca de quarenta e sete pesquisas.

Buscando maior refinamento e por realizar outras combinações de palavras-chave, a saber: 1) formação do professor de Ciências, ensino de Ciências; 2) formação do professor de Física, ensino de Física, aulas experimentais; 3) aulas de Física, didática no ensino de Física, ensino de Física no Ensino Médio; 4) aulas práticas de Física, estratégias didáticas.

As novas combinações reduziram os resultados para quinze ocorrências no máximo, sendo que alguns se repetiam. A partir da leitura dos resumos dos trabalhos, escolhemos seis que consideramos mais ligados à temática de nossa pesquisa e pelo fato de que a área de concentração em que se inserem, em sua maioria, está diretamente ligada à formação docente e ao ensino aprendizagem escolar.

Cabe ressaltar que descartamos as pesquisas realizadas no âmbito do Ensino Fundamental, pois nosso foco é o Ensino Médio. As seis pesquisas, todas dissertações de mestrado, foram organizadas no quadro a seguir.

Quadro 1 - Pesquisas correlatas

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Universidade</b>	<b>Ano</b>
Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de Física	Fabiano Vasconcelos Dias	Universidade Federal de Minas Gerais	2018
A utilização do laboratório de ensino de ciências pelos professores de ciências da natureza da escola de ensino fundamental e médio Heráclito de Castro e Silva	Francisca Helen Cardoso Gonçalves	Universidade Federal de Juiz de Fora	2019
Investigando as atividades experimentais na prática de docência em ensino de Física	Pricila Aparecida Grittem da Silva Lindolm	Universidade Federal do Paraná	2019
Experimentação em ciências: um olhar para a prática pedagógica na cidade de Umuarama, PR.	Fernando Rodrigo Bertusso	Universidade Estadual do Oeste do Paraná/Cascavel	2019
Um estudo sobre a transposição de atividades centradas na modelagem didático-científica em um contexto de formação de professores de física	Charles Rabelo Xavier	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2019
Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências: implicações e desafios em sala de aula	Aline de Lima Faustino Santos	Universidade Estadual da Paraíba	2021

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

## 2.1 Caracterização dos trabalhos selecionados

As dissertações abordam diferentes aspectos do ensino de Ciências e Física, enfocando atividades experimentais e sua aplicação em sala de aula. Cada pesquisa apresentou objetivos distintos e foi conduzida com diferentes assuntos e metodologias.

O primeiro trabalho, “Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de Física” de Fabiano Vasconcelos Dias (2018), foi realizado na Universidade Federal de Minas Gerais na área de Ensino de Ciências e teve como objetivo compreender as diferenças entre três diferentes abordagens de atividades experimentais — laboratório físico em pequenos grupos; laboratório virtual em dupla e demonstração experimental dialogada —, no que diz

respeito ao papel do professor, ao grau de direcionamento, às práticas epistêmicas incentivadas e às contribuições formativas para o ensino e aprendizagem de Física dos educandos (Dias, 2018).

As atividades experimentais foram realizadas em uma turma de 2<sup>a</sup>. série do Ensino Médio regular de uma escola da rede privada de ensino em Belo Horizonte, durante dois bimestres, antes do conteúdo formal passado em aulas expositivas. Foram realizadas três etapas: aula em laboratório físico, atividade em laboratório virtual e atividade pós-laboratório.

Para as aulas em laboratório físico, o pesquisador utilizou-se de gravações de áudio. Para a atividade em laboratório virtual, foram gerados documentos pelo próprio *software*, que serviram para análise dos resultados. Na atividade pós-laboratório, a intencionalidade era fazer um fechamento de ideias e *feedback* ao professor.

Por fim, o autor considera que, além da intenção de incentivar mudanças na prática docente, mediante o uso das diversas abordagens no cotidiano da sala de aula, cabe motivar futuras implicações com novos focos de pesquisa, por exemplo, novos roteiros e contextos envolvendo conceitos de outras subáreas da Física ou mesmo um novo conjunto de diferentes abordagens, incentivando a reflexão na prática docente.

A segunda dissertação, “A utilização do laboratório de ensino de ciências pelos professores de ciências da natureza da escola de ensino fundamental e médio Heráclito de Castro e Silva”, de Francisca Helen Cardoso Gonçalves (2018), foi realizada na Universidade Federal de Juiz de Fora, na área de concentração “Formação de Professores”.

Os sujeitos da pesquisa foram professores de Ciências da Natureza, o diretor e os coordenadores da instituição. Quanto aos objetivos, consistiram em: investigar e descrever como acontecia o uso do laboratório de ciências na rotina das atividades pedagógicas; identificar os planos de ensino dos professores; e compreender a veemência da realização de aulas práticas, identificando possíveis obstáculos que desestimulam professores quanto à realização dessas aulas.

Inicialmente, a autora fez um levantamento de quantos professores eram contratados sem vínculo empregatício (temporários) e quantos eram efetivados. Em seguida, foi descrita a infraestrutura da escola, no que tange aos espaços e recursos de um laboratório de ciência. Após a leitura do Plano Político Pedagógico (PPP) da

instituição, constatou-se a não obrigatoriedade do uso de laboratório para as aulas de Ciências da Natureza pela falta de projetos específicos.

Após essa etapa, investigou-se como o laboratório de ciência foi utilizado pelos professores, por meio de entrevistas semiestruturadas, questionários e análise de pautas de reuniões de planejamento. Nas considerações finais, conclui-se que houve pouca clareza sobre as atividades propostas pelos professores, ainda que descritas nos planos anuais. Além disso, os docentes fizeram as adequações necessárias para que as aulas práticas ocorressem mesmo sem a infraestrutura necessária.

A dissertação de Pricila Aparecida Grittem da Silva Lindolm (2019), intitulada “Investigando as atividades experimentais na prática de docência em ensino de Física”, foi realizada na Universidade Federal do Paraná, também na área de concentração de Formação de Professores. Trata-se de uma pesquisa qualitativa que teve por objetivo principal discutir e analisar as contribuições das atividades experimentais na formação inicial de professores de Física.

No estudo, analisaram-se atividades experimentais propostas por alunos do curso de licenciatura em Física de uma Instituição de Ensino Superior do estado do Paraná, nas disciplinas Prática de Docência em Ensino de Física I e II, em 2018. Foram acompanhadas algumas etapas no processo de formação inicial: estudos, planejamentos e apresentações sobre as observações diagnósticas e desenvolvimento de atividades de monitoria.

O projeto foi aplicado em escolas estaduais nas quais esses estudantes desenvolveram suas propostas de atividades experimentais e discutiram textos acerca das atividades. Realizou-se uma reflexão inicial a partir da literatura da área, concernente à concepção de professores a respeito da utilização de atividades experimentais no ensino de Física. Em seguida, os alunos desenvolveram os conteúdos abordados na universidade, observaram o campo de estágio e realizaram atividades propostas, observando-as na perspectiva docente.

Um ponto de destaque é que a autora explora o quanto a prática dialógica é importante no processo, referenciando algumas obras do educador Paulo Freire, além de teóricos específicos do ensino de Ciências. Por fim, conclui que as atividades experimentais contribuem para a busca da autonomia ao aprender e ao ensinar. Ademais, os estagiários que utilizaram a educação problematizadora se aproximaram mais dos alunos e tiveram maior desenvoltura durante a realização das atividades tornando as aulas mais dinâmicas e dialógicas.

A dissertação de Fernando Rodrigo Bertusso (2019), cujo título é “Experimentação em ciências: um olhar para a prática pedagógica na cidade de Umuarama, Paraná”, foi realizada na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* Cascavel e situa-se na área de concentração “Educação em Ciências”. Teve como objetivo avaliar como os professores e alunos da Rede Estadual de Ensino da cidade concebiam e desenvolviam as atividades práticas nas aulas de Ciências, elencando quais os motivos dificultavam a utilização de tais metodologias.

Para isso, foi realizado um levantamento buscando saber quais estratégias, recursos e espaços são utilizados nas aulas práticas e também quais os desafios para desenvolvê-las. Empregou-se a pesquisa qualitativa por meio de entrevistas semiestruturadas com os professores e pedagogos de cinco escolas. Os alunos foram entrevistados por meio de questionário com questões fechadas e abertas.

Os resultados das entrevistas com os discentes mostraram pouca utilização das metodologias práticas por parte dos educadores. Os estudantes igualmente apontaram que tais recursos didáticos estimulam o interesse e a participação, contribuindo para uma melhor compreensão dos conteúdos, otimizando a aprendizagem científica. Em contrapartida, a maioria dos professores entrevistados afirmou fazer uso desse tipo de aula, apesar de apontarem inúmeros fatores que dificultam tal prática. Nesse sentido, foram citados: o excesso de alunos, a indisciplina e a própria formação acadêmica e continuada deficitária.

O pesquisador concluiu que as metodologias práticas são desejadas pelos alunos e pelos professores, porém existem fatores que limitam a sua execução, apesar de serem facilitadoras no processo de ensino-aprendizagem. Logo, deveria existir maior estímulo no processo da formação continuada do corpo docente.

Já a dissertação “Um estudo sobre a transposição de atividades centradas na modelagem didático-científica em um contexto de formação de professores de física”, do pesquisador Charles Rabelo Xavier (2019), realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e inserida na área de concentração “Formação de Professores”, teve como objetivo investigar o processo de transposição didática de uma metodologia de ensino para atividades experimentais para a Educação Básica.

Em particular, foi analisada a transposição da metodologia de episódios de modelagem, cujo foco é a promoção de situações aos estudantes que envolvam, em algum nível, a construção, o uso e a validação de modelos científicos. O estudo foi do



tipo estudo de caso exploratório, do qual participaram 09 estudantes de licenciatura de uma disciplina de graduação sobre a experimentação no ensino de Física, em 2017.

A investigação foi realizada em quatro etapas: pré-planejamento, planejamento, implementação e pós-implementação. Na última, o autor relatou a dificuldade de entender alguns dados, pois os licenciandos não foram claros em seus registros. Vale ressaltar que aquela era a primeira vez que os alunos da graduação exerciam papel de estagiários.

O pesquisador afirmou, ainda, que não se esperava que os universitários se apropriassem completamente de todos os discursos racionais subjacentes aos objetos de aprendizagem em questão; o intuito era fazê-los refletir sobre sua *praxis* ao delinear e aplicar uma prática experimental. Mesmo assim, concluiu-se que eles se apropriaram da estrutura geral dos objetos e fizeram as aplicações das atividades.

A última dissertação selecionada, “Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências: implicações e desafios em sala de aula”, da autora Aline de Lima Faustino Santos (2021), foi realizada na Universidade Estadual da Paraíba, também com ênfase na “Formação de Professores”. O objetivo foi analisar uma experiência no ensino de Física, a partir de atividades experimentais investigativas, desenvolvidas no contexto da disciplina de Ciências, no 9º ano da Escola Municipal Governador Mário Covas, localizada em Passa e Fica (RN).

Foram sujeitos dessa pesquisa a autora, outros 3 docentes e 33 estudantes. Aplicou-se um questionário de sondagem aos estudantes, e em momentos distintos, o questionário com questões semiestruturadas aos docentes. Após essa etapa, realizou-se um roteiro para as atividades práticas e um de observação, aplicação e coleta dos dados.

Na discussão dos resultados, a pesquisadora esclareceu que parte de seus referenciais teóricos foi composta da Base Nacional Comum Curricular e dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Assim, conseguiu verificar que, por parte dos docentes, não se evidenciam a leitura e o domínio desses documentos, faltando-lhes conhecimento para que os possam aplicar. Isso dificultou o desenvolvimento de algumas atividades práticas, fazendo com que refletissem sobre a importância de entender documentos norteadores e suas aplicações.

O resultado da análise dos estudantes foi mais satisfatório, pois eles se mostraram colaborativos e participativos, avaliando como positivas as aplicações das

atividades e as intervenções. Por fim, a autora elaborou, como produto educacional, um Guia Didático disponibilizado aos demais professores com interesse na temática.

## **2.2 Análise e discussão dos resultados encontrados nas pesquisas selecionadas**

As pesquisas selecionadas convergem para o fato de que as atividades experimentais, nos componentes curriculares de Ciências da Natureza, favorecem e enriquecem o processo de ensino-aprendizagem, chamando a atenção do estudante para a aula. Em contrapartida, mostram que a aula experimental não pode ser tratada apenas como uma aula; deve ser elaborada e bem pensada pelo profissional docente. Do contrário, o recurso, que é apontado como um facilitador, pode se tornar apenas uma aula teórica-explicativa.

As dissertações analisadas revelam que os docentes pesquisados se interessam pela realização de aulas experimentais. Todavia, muitas vezes, se sentem inseguros, seja por ainda não terem certa experiência na profissão, seja por não disporem dos recursos necessários.

A nosso ver, a formação inicial do professor precisa embasar a construção da carreira, oferecendo-lhe condições de buscar o aprimoramento de suas disciplinas em projetos de estágios supervisionados. A terceira e a quinta dissertações mostraram que um grupo de licenciandos realizou atividades experimentais para alunos do Ensino Médio, as quais, inicialmente, não foram bem-sucedidas. Entretanto, após refletirem sobre a prática e aplicarem as atividades de forma mais dialógica, os resultados foram melhores.

A segunda e quarta dissertações focalizam abordagens semelhantes. Nelas, percebemos que as atividades de experimentação são bem-vistas pelos estudantes, mas pouco utilizadas pelos docentes. Além disso, observamos que, mesmo após a conclusão das pesquisas, os resultados não mostram com clareza as razões de essas atividades não serem realizadas pelos professores.

Em síntese, a primeira e a última dissertação, apesar de contemplarem abordagens diferentes, apresentam alguns pontos em comum: ao mostrarem que, quando o trabalho docente está alinhado à BNCC, aos PCN e ao PPP e transforma as metodologias de ensino após a reflexão sobre a prática, favorece a dinâmica das aulas, promovendo melhores resultados na aprendizagem dos alunos.

Cabe ressaltar que, apesar de algumas abordagens, objetos de pesquisa e procedimentos metodológicos diferentes, as dissertações fortalecem a ideia de que, desde a formação inicial, passando pela formação continuada, o profissional docente deve se manter ativo e buscar o seu desenvolvimento profissional.

Após a leitura dos trabalhos selecionados, podemos fazer alguns apontamentos: 1) o desenvolvimento de aulas experimentais no ensino de Ciências contribui para o processo de ensino e aprendizagem; 2) o desenvolvimento de aulas experimentais ainda apresenta obstáculos, seja pela falta de infraestrutura das instituições de ensino, seja pela falta de domínio dos objetos de ensino e aprendizagem por parte dos docentes; 3) a reflexão sobre a prática docente contribui para a realização de aulas mais dialógicas e próximas dos estudantes, seja no aspecto cultural ou social, além de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais satisfatório. Essa análise levou em consideração os trabalhos lidos e aqui apresentados.

Por fim, consideramos que os critérios de busca contribuíram para a seleção de estudos relevantes a nosso trabalho. Assim, foi possível refletir sobre os desafios relacionados à utilização de atividades práticas, no sentido de encontrar possíveis e melhores possibilidades de realizar tais atividades.

### **3 O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLA E AS AULAS EXPERIMENTAIS: A BASE DE CONHECIMENTO DO PROFESSOR DE FÍSICA**

Nesta seção, inicialmente elaboramos um histórico sobre a Física como componente curricular no Ensino Médio, com vistas a compreender o lugar e o papel das aulas experimentais nesse contexto. Na sequência, com base em orientações oficiais para a formação do professor de Física e para o ensino desse componente, a partir do conceito de desenvolvimento profissional docente, buscamos compreender qual seria a base do conhecimento desse profissional, com foco no desenvolvimento de aulas experimentais.

As aulas experimentais desempenham papel crucial no ensino de Física, pois permitem que os estudantes vejam, toquem e experimentem os conceitos teóricos em primeira mão. Segundo Hodson (1993), as experiências práticas proporcionam uma compreensão mais profunda dos fenômenos científicos e ajudam a desenvolver habilidades investigativas. Essas aulas incentivam o pensamento crítico, a resolução de problemas e a curiosidade científica, habilidades essenciais para a formação de futuros cientistas e cidadãos informados.

Além da teoria, o professor deve estar familiarizado com a utilização de equipamentos e técnicas experimentais. Isso inclui a habilidade de montar e operar experimentos de maneira segura e eficaz, bem como a capacidade de interpretar e analisar os dados obtidos. Conforme asseveram Osborne e Dillon (2010), a competência prática é crucial para a condução de aulas experimentais que engajem os alunos.

O professor de Física deve conhecer e aplicar estratégias pedagógicas que facilitem o aprendizado dos alunos. Shulman (1987) destaca a importância do conhecimento pedagógico específico do conteúdo, que envolve a compreensão de como ensinar determinados conceitos de maneira que sejam compreendidos pelos estudantes. Isso inclui a criação de um ambiente de aprendizado estimulante e a adaptação das aulas às diferentes necessidades e estilos de aprendizado dos estudantes.

Embora as aulas experimentais ofereçam muitos benefícios, elas também apresentam desafios. A falta de recursos, a inadequação de laboratórios e a falta de formação específica podem dificultar a implementação dessas aulas. No entanto, tais

desafios podem ser superados por meio de iniciativas de formação contínua para professores, investimento em infraestrutura escolar e uso criativo de recursos disponíveis. De acordo com Hofstein e Lunetta (2004), a formação contínua é fundamental para a atualização dos educadores e para a melhoria das práticas pedagógicas.

Entendemos que essa discussão é necessária para atingirmos os objetivos desta pesquisa, no sentido de pensar em alternativas para o desenvolvimento de aulas experimentais de Física, quando não há um laboratório organizado para tal, bem como em estratégias didáticas que podem ser mobilizadas pelo docente nas aulas experimentais fora do laboratório.

### **3.1 A Física como componente curricular do Ensino Médio e as aulas experimentais: breve histórico e concepções**

O início da educação formal no Brasil remonta ao período colonial, com a chegada dos portugueses ao país no século XVI. De acordo com Santos (2015), a primeira iniciativa formal de educação no Brasil foi a criação do Colégio dos Jesuítas, em 1549, em Salvador, Bahia.

Os jesuítas foram responsáveis pela fundação de escolas para a instrução dos colonos, indígenas e escravizados. Seu principal objetivo era catequizar a população nativa e convertê-la ao cristianismo. Além da evangelização, esses religiosos se preocupavam em oferecer ensino básico nas áreas de leitura, escrita, matemática e latim. Com o passar dos anos, o sistema educacional colonial no Brasil foi se expandindo, tendo sido fundadas outras instituições de ensino. Contudo, o acesso à educação era restrito e direcionado apenas às elites, principalmente aos que tinham condições financeiras e pertenciam à nobreza.

Após a expulsão dos jesuítas, em 1759, pelo Marquês de Pombal, a educação brasileira passou por várias reformas e mudanças. Durante o período imperial, ocorreram tentativas de modernização e expansão do sistema educacional, mas ainda de forma limitada (Rosa; Rosa, 2012). Um exemplo é a abertura de alguns cursos superiores, como Direito, Medicina e Engenharia, voltados principalmente para as classes dominantes.

Como a ideia era democratizar o acesso à educação básica, duas décadas após, o governador da Capitania de São Paulo fundou a primeira escola pública do

Brasil, chamada “Aula de Primeiras Letras”. Com a transferência da corte portuguesa para o Brasil, ocorreu maior estímulo à educação, sendo fundadas escolas e instituições de ensino superior inspiradas nos modelos europeus, por exemplo, o Colégio D. Pedro II, em 1837, no Rio de Janeiro. Tratava-se de uma instituição de ensino secundário que, ao longo de mais de um século de existência, se tornaria uma das referências de educação do país (Rosa; Rosa, 2012).

O ensino de Física começa a aparecer nesse período, sobretudo por intermédio das escolas militares, que passaram a oferecer cursos dessa disciplina, bem como de Matemática. Vale lembrar que a Escola Militar do Rio de Janeiro foi um dos primeiros centros de ensino de ambos os componentes.

Somente no ano de 1934, foi criado o primeiro curso de graduação em Física no Brasil — *Sciencias Physicas* — junto à Faculdade de *Philosophia, Sciencias e Letras* da Universidade de São Paulo. “O objetivo do curso era a formação de bacharéis e licenciados em Física” (Rosa; Rosa, 2005, p. 4).

Ainda na década de 1930, durante o governo de Getúlio Vargas, houve uma reestruturação significativa no sistema educacional brasileiro. Isso levou à criação do Ministério da Educação e Saúde, que passou a ser responsável pela promoção e regulamentação do ensino em todo o país. Na década seguinte, ocorreu um esforço para a expansão e melhoria do ensino de Física nas escolas secundárias e universitárias.

Em 1946, a nova Constituição foi promulgada, com a previsão de alterações na educação nacional, culminando, quase 20 anos depois, na publicação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1961. É nesse momento, que as Ciências Naturais são incluídas como conteúdo curricular das escolas brasileiras, incluindo a criação da disciplina de Iniciação à Ciência, no antigo ginásio (Zavatini, 2021).

Ocorre que, até então, como relata Zavatini (2021), o ensino de Ciências estava apoiado na ciência clássica, baseada nos livros didáticos europeus com eventuais demonstrações experimentais em sala de aula, com o objetivo principal de preparar o aluno para o ingresso no ensino superior. Essa perspectiva começa a sofrer mudanças, a partir de 1946, com a criação do já mencionado Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), desenvolvido em parceria com a Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

(UNESCO). A finalidade era executar um projeto de Educação, Ciência e Cultura com foco na melhoria da formação científica, social e cultural dos alunos que ingressavam nas instituições escolares.

O IBECC tinha sob sua responsabilidade a atualização dos assuntos e conceitos ensinados nas escolas de educação básica voltada para os secundaristas. Na década de 1950, além dessa responsabilidade, o Instituto desenvolveu *kits* pedagógicos da disciplina de Química contendo materiais para a realização de aulas experimentais, até então chamadas de experimentos (Lorenz, 1986).

Ao fim dessa mesma década, acontecia, nos Estados Unidos, o movimento reformista do ensino de Ciências que exerceu forte influência no IBECC, sobretudo em razão de duas grandes fundações: a Rockefeller e a Fundação Ford. Assim, no início dos anos 1960, ambas foram geradoras de materiais e recursos para o IBECC e o Ministério da Educação e Cultura (MEC). Eles propiciaram treinamento de professores de Ciências para atender às disciplinas de Física, Química e Biologia (Maybury, 1975).

Porém, mesmo com esses recursos, poucas mudanças foram observadas na escola e, em meados dessa década, os livros didáticos passam a ser adotados como um guia para o ensino, assim permanecendo até hoje (Rosa; Rosa, 2012).

Vale lembrar que, em 1956, nos Estados Unidos, surgiu o PSSC. O Comitê deu novas instruções para o Ensino Médio, com manuais e materiais didáticos que abarcaram atividades práticas laboratoriais, demonstrações dos acontecimentos e das leis físicas e projeções de filmes como fragmento significativo do seu conteúdo. Dentre os aspectos difundidos com a criação do PSSC, costumam-se destacar a corrida armamentista e o progresso científico da União Soviética. Todavia, para Rudolph (2006, p. 2):

O que determinou o projeto mais do que qualquer coisa foram os próprios cientistas, cultos indivíduos que tinham "astúcia de primeira classe", como muitas vezes narrou Zacharias. O comprometimento de físicos como Zacharias, Morrison e Friedman não veio de inquietações com a advertência científica soviética, porém sobre o que eles entenderam como uma conjuntura cada vez mais arriscada – uma ampliação do irracionalismo e da suspeita entre o público em geral, que acreditavam estar absolutamente ameaçada a assiduidade da saúde e a melhoria da ciência nos EUA. Enquanto a desordem militar acendeu a porta para a reforma, foi este conflito cultural que, basicamente, deu a forma a sua substância.

Além das configurações históricas, que contribuíram para o surgimento do projeto PSSC, é fundamental destacar como esse projeto tem sido utilizado no ensino

da Física, especialmente no contexto atual, no qual sobressaem as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC). Nesse caso, elas atuam como valioso recurso didático, promovendo interatividade e fornecendo suporte às diretrizes do programa. Vários autores (BarraLorenz, 1986; Moreira, 2000; Filho, 2000; Gaspar, 2004; Rohling *et al.*, 2002; Rudolph, 2006) apresentam uma elementar descrição e apreciação do projeto do PSSC, contemplando diversos aspectos da sua concepção, preparo estrutural e materiais propostos, assim como consequências da sua prática.

As metodologias didáticas propostas no Projeto PSSC chamaram a atenção pela seguinte configuração:

A dinâmica sugerida de um curso com debates e atividades dos discentes em classe, percepção moderna do conteúdo fornecido e um laboratório didático participativo, sem equívoco delimitou novas elaborações didáticas para serem, senão seguidos, no mínimo serem estudados para vindouras propostas (Filho, 2000, p. 31).

Sobre o procedimento e a compreensão do PSSC, verifica-se que

o PSSC estava situado, de um lado, em uma nova sugestão curricular de física, e de outro, na compreensão de que o aluno só poderia instruir-se em ciência por si, a partir da prática experimental, como se falava no prefácio do guia de laboratório contido no documento básico: As ideias, os conceitos e os significados, só têm, assim, um sentido efetivo quando pautados em conhecimentos (Gaspar, 2004, p. 73).

Logo, tudo isso reverbera na organização do Curso de Física do PSSC, que introduziu novas tecnologias para efetivar as sugestões experimentais e, ao mesmo tempo, influenciou a criação de novos projetos, como o *Physics Course*, da Universidade de Harvard, e o *Nuffield Physics*, da Inglaterra, e outras propostas brasileiras, entre elas: “Física da Luz”, projeto-piloto (Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura); “PEF – Projeto de Ensino de Física”; “FAI – Física Auto Instrutiva” ; e o “PBEF – Projeto Brasileiro de Ensino de Física”.

A organização do Curso de Física do PSSC era baseada em quatro componentes estreitamente interligados: quatro livros-texto para o estudante, com os respectivos guias do professor, além dos *kits* de conhecimentos de Física Geral, guias de laboratório, longas-metragens e leituras integrantes. Nesse ínterim, merece destaque que:



**Uma das bases do PSSC era fazer com que os educandos tivessem uma participação mais ativa em todas as atividades, determinando que todos os alunos efetivassem o experimento concomitantemente.** Isto estabeleceu a precisão de produzir e ofertar aparelhamentos para todos os discentes. Tais equipamentos precisariam se diferenciar pela simplicidade e fortaleza, de modo a atenuar seus custos de organização e admitir a manipulação pelos próprios estudantes. Primeiramente, se pensou em envolver os educandos na confecção dos equipamentos, opinião que foi posteriormente separada. A organização final dos equipamentos resultou em pequenos “kits” (Filho, 2000, p. 27, grifo nosso).

Outra característica relevante da organização concernia ao uso da apresentação dos conceitos em filmes didáticos, com vistas a um melhor entendimento dos acontecimentos e das leis físicas. Nesse sentido, segundo alguns autores:

O PSSC empregava uma série de filmes didáticos criados com o que existia de melhor em tecnologia audiovisual e metodologias de cinematografia. Os filmes conservavam um intransigente programa de Física exibido por meio da experiência, e empregavam as soluções mais modernas da época, abarcando, por exemplo, procedimentos de “*slowmotion*” e fotografias estroboscópicas em Super-8 (*looping*), com o designio de serem usados nos próprios âmbitos das salas de aula, até mesmo com a probabilidade sólida de tomada de medidas nas experiências filmadas (Rohling *et al.*, 2002, p. 169).

Verifica-se, portanto, que a proposta do projeto do PSSC já abarcava, em sua prática pedagógica, as tecnologias disponíveis no período. A repercussão das ideias do projeto do PSSC no Brasil motivou a sua tradução para o português, como destaca Filho (2000, p. 26):

Logo, o maior destaque do movimento inovador na educação de ciências foi o projeto de Física do *Physical Science Study Committee* (...). Sua tradução para o português foi conduzida por uma equipe de docentes do Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura (IBECC) entre 1961 e 1964, na Universidade de São Paulo. Assim, o PSSC teve o mérito de alterar-se substancialmente a concepção do que se compreendida por ensino de Física até aquele momento (Filho, 2000, p. 26).

Contudo, dois problemas cooperaram para o declínio desse projeto em nosso país. O primeiro estava relacionado a situações internas, por exemplo: o “preparativo e distribuição impróprios dos materiais de ensino, o desnível entre o currículo sugerido e o nosso fato educacional e ainda a despreparo de grande parte dos docentes para lecioná-lo” (Gaspar, 2004, p. 73). Com relação ao segundo problema, Gaspar assim se pronuncia (2004, p. 74):

De tal modo, a confiança de que a experimentação induziria à abrangência ou, inclusive, à redescoberta de leis científicas – conceito que hoje seria classificado como um erro epistemológico – atravessou todo o projeto dando

a ele destaque exagerado e irrealista a função da experimentação o que, a nosso entendimento, levou toda a sugestão a frustração (Gaspar, 2004, p. 74).

De acordo Filho (2000, p. 30), “se existiu algum evento do PSSC no Brasil, ele ficou limitado aos cursos de formação de professores”. Cabe ressaltar que, com o período da ditadura militar no Brasil (1964-1985), os investimentos em educação foram prejudicados em muitas esferas, desde a formação do professor até os conteúdos abordados nas escolas de educação básica, que visavam apenas a preparar para o mercado de trabalho.

Somente a partir de 1985, como destacam Rosa e Rosa (2012), o Brasil passou por uma série de transformações na área da Educação, marcadas pelo retorno à democracia e por esforços para enfrentar desafios históricos relacionados ao acesso, qualidade e equidade na educação. A Constituição de 1988 trouxe diretrizes importantes para o setor, reafirmando-o como um direito de todos e um dever do Estado. A principal reforma no ensino nos anos 1990 foi instaurada pela Lei nº 9.394/96, conhecida como nova Lei de Diretrizes e Bases (LDB), e contou com uma grande novidade: os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Esses documentos visavam a orientar os educadores por meio de alguns princípios fundamentais concernentes a cada disciplina, destacado possíveis adaptações às peculiaridades locais (Brasil, 1998). Ademais, essas disciplinas foram organizadas em áreas de conhecimento, que variam de acordo com a etapa (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio). São elas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, História, Geografia, a Arte e Educação Física. Nesse contexto, a disciplina de Física está inserida na área de Ciências Naturais. Em futuras edições, as áreas de conhecimento foram tomando outros formatos, como será apontado mais adiante.

Foi, então, a partir dos PCN que houve uma proposta de organização curricular mais flexível, com a definição de competências e habilidades a serem trabalhadas em cada etapa da educação básica. Como aponta Bezerra (2010), isso trouxe maior autonomia para as escolas na definição de seus currículos, adaptando-os às realidades e necessidades locais.

Os PCN destacam a importância do desenvolvimento de habilidades cognitivas, socioemocionais e culturais. Além do conhecimento teórico, é valorizada a capacidade de pensar criticamente, resolver problemas, trabalhar em equipe, comunicar-se de

forma eficiente e praticar. Nesse documento, as aulas experimentais aparecem de forma a potencializar já no ensino de Ciências na etapa do Ensino Fundamental.

De acordo com o PCN de Ciências,

Durante a década de 80, no entanto, pesquisas sobre o ensino de Ciências Naturais revelaram o que muitos professores já tinham percebido: que a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla, não garante a aprendizagem dos conhecimentos científicos (Brasil, 1998, p. 21). Assim é sabido que aulas interessantes de Ciências envolvem coisas bem diferentes, como, por exemplo, ler texto científico, experimentar e observar (Brasil, 1998, p. 57).

Mas é no Ensino Médio que elas são mais enfatizadas pelo PCN+ de Física.

Dele, consta o seguinte:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. Isso inclui retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência para além das situações convencionais de experimentação em laboratório (Brasil, 2002, p. 84).

Com isso, passa a existir uma orientação para o ensino de Física, cuja essência está em conferir habilidades úteis tanto para os que pretendem continuar seus estudos, quanto para aqueles que, após o Ensino Médio, ingressarão no mercado de trabalho. Entre as habilidades apregoadas para esse nível de escolarização, destaca-se a necessidade de que os alunos aprendam a aprender, como forma de garantir-lhes o acesso aos conhecimentos e ao seu aperfeiçoamento (Rosa; Rosa, 2012).

Vale destacar que, apesar das novas orientações dos PCN e dos materiais oficiais complementares, publicados ao longo dos anos, até a década de 2010 — como os PCNEM (Brasil, 2000) e os PCN+ (Brasil, 2007) — o ensino de Física, no cotidiano escolar, permaneceu inerte. Para Zavatini (2021), o fato de as escolas terem poucos recursos em relação aos laboratórios de Física também reforça que a disciplina ainda está muito longe de ter destaque em grande parte das instituições.

Nesse mesmo pensamento, Rosa e Rosa (2005, p. 6) ressaltam:

Hoje, no início do século XXI, mais de cem anos de história se passaram desde a introdução da Física nas escolas no Brasil, mas sua abordagem continua fortemente identificada com aquela praticada cem anos atrás: ensino

voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos. Questões voltadas para o processo de formação dos indivíduos dentro de uma perspectiva mais histórica, social, ética, cultural, permanecem afastadas do cotidiano escolar, sendo encontradas apenas nos textos de periódicos relacionados ao ensino de Física, não apresentando um elo com o ambiente escolar.

Em 2010, foram aprovadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), um conjunto de orientações pedagógicas estabelecidas pelo Ministério da Educação (MEC) do Brasil, com o objetivo de nortear a elaboração e implementação dos currículos escolares em todos os níveis de ensino, da Educação Infantil até a Educação Superior.

Essas Diretrizes definem os princípios, os fundamentos e os procedimentos a serem adotados na organização dos currículos, levando em consideração as características regionais, sociais e culturais de cada localidade. Ademais, elencam competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver em cada etapa da Educação.

Paralelamente a isso, os estados também se articulavam para apresentar propostas adequadas às suas realidades e, assim, passaram a publicar seus próprios documentos norteadores. É o caso do Currículo do Estado de São Paulo, publicado em 2011 pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, aproveitando o momento em que a Lei nº 11.274, de 6 de fevereiro de 2006 entrou em vigor — vale lembrar que essa legislação ampliou o Ensino Fundamental para nove anos, ensejando a matrícula de crianças de seis anos e determinando o ano de 2010 como prazo máximo para sua implantação. Nesse currículo, as disciplinas foram agrupadas em áreas de conhecimento, e cada objeto de aprendizagem trazia habilidades e competências a serem desenvolvidas ou aprimoradas pelos educandos.

No que se refere ao ensino de Física, referenciado pelo PCN e por outros documentos oficiais, o seu foco deveria ser a contemplação de desafios da sociedade moderna, e não o contrário, como havia sido feito por muitos anos. Nos termos do Currículo paulista, “Para tanto, o ensino de Física não deve se concentrar na memorização de fórmulas ou na repetição automatizada de procedimentos a serem aplicados em situações artificiais ou extremamente abstratas” (São Paulo, 2011, p. 96).

O material paulista era composto de um manual de orientação aos docentes e dos cadernos dos alunos, com conteúdos contextualizados, seguidos de exercícios e propostas de aulas experimentais. Aqui é pertinente ressaltar que a concepção e a coordenação da área do conhecimento de Ciências a Natureza do Currículo Paulista ficaram a cargo de uma equipe multidisciplinar já atuante no desenvolvimento dos PCN. Logo, a abordagem estava em consonância com o que era proposto pelos Parâmetros, que defendiam a introdução, o desenvolvimento e a manutenção do ensino de Física baseado em uma premissa crítica e experimental, em conjunto com novas perspectivas no ambiente escolar.

Ainda no PCNEM e no PCN+, a reformulação do Ensino Médio já era citada com a justificativa de ser inaceitável que essa etapa se fundamentasse numa divisão disciplinar do aprendizado (Brasil, 2002), ao passo que apenas a etapa superior era a responsável por apresentar amplitude cultural ou sentido prático.

De acordo com o PCNEM,

A condução de um aprendizado com essas pretensões formativas, mais do que do conhecimento científico e pedagógico acumulado nas didáticas específicas de cada disciplina da área, depende do conjunto de práticas bem como de novas diretrizes estabelecidas no âmbito escolar, ou seja, de uma compreensão amplamente partilhada do sentido do processo educativo (Brasil, 2000, p.7).

O documento deixa clara uma nova sugestão de organização para o segmento em foco e, nesse momento, as disciplinas são divididas em três áreas de conhecimento, a saber: Ciências da Natureza e Matemática; Ciências Humanas; e Linguagens e Códigos. Todavia, essa nova organização não diluiu nem eliminou os componentes já existentes (Brasil, 2000, p.8).

Em 2012, por meio da Resolução n°. 2, de 30 de janeiro, definem-se as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Elas consistem em um conjunto de orientações e princípios estabelecidos pelo Ministério da Educação (MEC) a fim de nortear a elaboração e implementação dos currículos dessa etapa da educação básica. Dois anos mais tarde, a Lei n°. 13.005, de 25 de junho de 2014, regulamenta o Plano Nacional de Educação (PNE), do qual constam 20 metas para a melhoria da qualidade da Educação Básica. Quatro delas tratam da Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2014).

A nosso ver, desde o lançamento dos PCN, há uma articulação por parte dos governos federais para a que a educação fosse de fato norteadada e unificada. Isso

porque os documentos existentes eram apenas orientações sobre práticas e metodologias de ensino. Vale lembrar que, ainda em 2014, da 2ª. Conferência Nacional pela Educação (CONAE), originou-se um documento contendo propostas e reflexões para a Educação brasileira e que foi um referencial para a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Desde então, debates e seminários passaram a ocorrer em várias regiões do país, dando origem à terceira versão da Base. Apenas em abril de 2017, a última versão foi entregue pelo MEC ao Conselho Nacional de Educação (CNE). A então reforma do Ensino Médio e a implementação do Novo Ensino Médio tiveram como escopo proporcionar aos alunos mais flexibilidade na escolha de seus cursos, com base em seus interesses e objetivos de carreira. Introduziu-se um currículo básico comum para os primeiros dois anos, seguido por cursos mais especializados no último ano que foram chamados de itinerários formativos.

A implementação estava prevista para ocorrer no ano de 2020, ou seja, a partir do segundo ano subsequente à sua data de publicação, ocorrida em 2018. Todavia, em razão da pandemia de COVID-19, ela foi prorrogada para 2022, devendo estar concluída até o ano de 2024.

De acordo com a BNCC, o Ensino Médio teria quatro grandes áreas do conhecimento, incluindo as respectivas disciplinas: Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa); Matemática; Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química); e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia). No componente de Física, inseriu-se outra divisão: teórica e experimental; ou seja, os objetos de estudo definidos no documento devem estar associados a práticas com vistas à sua compreensão, à sua comprovação e ao seu aprimoramento (Brasil, 2018).

A BNCC argumenta que:

Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. Todavia, poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população (Brasil, 2018, p.574).

A BNCC ainda define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental e continuadas no Ensino Médio, tal qual preconizavam os PCN. Essas habilidades traduzem os processos, as práticas de investigação e as linguagens das Ciências da Natureza, na perspectiva das aulas experimentais, a saber:

- Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções.
- Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas. Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais.
- Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações.
- Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar. Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais (Brasil, 2018).

Como podemos perceber, por quase quatro décadas, houve intensa movimentação na escrita de documentos orientadores e normativos, com o fato de obter sucesso na educação brasileira. Merece destaque o fato de que os dois principais, os PCN e a BNCC, têm muito em comum no que concerne à divisão de áreas de conhecimento e às competências e habilidades.

No estudo de Gonçalves, Lavor e Oliveira (2002), acerca do texto sobre Ciência que consta dos PCN+, em comparação com a BNCC, esta última segue uma abordagem crítica da apropriação dos conhecimentos e da tecnologia, porém, nesse aspecto, o texto fica aquém da proposta posta pelos PCN+. Ainda segundo os autores, nos PCN+, há uma seção específica para a discussão das disciplinas de Ciências da Natureza, incluindo uma subseção destinada às aulas experimentais. Já na Base, embora apareça a discussão, ela é feita de forma geral.

Assim, podemos afirmar que os PCN poderiam já ter sido documentos norteadores desde sua publicação, uma vez que o momento apontava para uma reforma do ensino. Ademais, eles poderiam ter sido editados e adequados ao contexto. Na mesma direção, após entender como é abordado o componente curricular Física, é necessário ter em mente como se dá a formação do professor de Ciências da Natureza, com ênfase na disciplina de Física.

### **3.2 Desenvolvimento profissional docente e a base do conhecimento do professor de Física: orientações oficiais e contribuições de especialistas na área**

No Brasil, a formação de professores tem sido objeto de debates e mudanças constantes ao longo das últimas décadas. A profissão docente é de extrema importância para o desenvolvimento do país, já que é responsável pela formação e educação das futuras gerações.

A formação do professor em geral interfere de maneira importante na qualidade do ensino. Fatores externos à formação, como baixos rendimentos econômicos, localização e carga-horária em unidades escolares, são reflexivos, assim como a falta de equipamentos e instalações e turmas por vezes super lotadas são fatores ligados a esferas maiores. No entanto, a simples eliminação ou minimização desses problemas não garante melhoria na qualidade da educação, pois o papel do professor é decisivo em relação a isso (Moreira; Axt, 2018, p.1). “A verdade é que, até mesmo com o uso de todas as modernas tecnologias, o educador continuará sendo uma peça-chave no processo de ensino e aprendizagem.” (Moreira; Axt, 2018, p.1)

A formação inicial desempenha um papel estruturante, fornecendo os fundamentos teóricos, metodológicos e epistemológicos necessários para o exercício da profissão. Durante essa etapa, o professor constrói as bases de seu conhecimento pedagógico e das disciplinas que ensinará. No entanto, apenas a formação inicial não é suficiente para lidar com os desafios complexos da prática docente, como a heterogeneidade das salas de aula, as mudanças nas políticas educacionais e o avanço das tecnologias digitais (Tardif, 2014).

Ademais, existe uma falta de sintonia entre as universidades e as escolas de ensino básico. Os cursos de licenciatura são reformulados de tempos em tempos, a fim de que as demandas da sala de aula possam ser esgotadas, mas, ainda assim, a teoria é valorizada em detrimento da prática, o que faz com que os egressos não tenham muita vivência.

Tendo isso em vista, Nóvoa (2019, p.200) reflete sobre a formação inicial e a dinâmica dos estágios. Nos termos do autor:

Podemos pensar este tempo como a fase final da formação inicial, não para substituir o estágio supervisionado, mas para estabelecer uma ponte entre a universidade e as escolas. Neste caso, devemos organizar o conjunto do currículo de formação tendo este ponto como alvo. Dito de outra maneira:



temos de pensar o percurso do licenciando como um processo progressivo de aquisição de uma dimensão profissional.

Nessa direção, interessa-nos também como o professor se enxerga e revisita sua prática. Alguns são os teóricos que defendem esse movimento, entre eles, Delia Lerner (1996), que preconiza uma abordagem centrada no aluno e na prática reflexiva na formação de professores. Ela acredita que os educadores devem ser preparados para enfrentar os desafios reais da sala de aula, desenvolvendo a capacidade de analisar e adaptar suas práticas de ensino conforme as necessidades dos discentes.

Uma das suas ideias-chave é a importância da observação e reflexão sobre a própria prática de ensino. A autora propõe que os professores aprendam a analisar suas ações em sala de aula, identificar o impacto das suas decisões pedagógicas e ajustar suas estratégias com base nessa reflexão. Tal abordagem ajuda-os a se tornarem mais conscientes das suas escolhas e a aprimorarem constantemente a sua prática. Além disso, Lerner enfatiza a relevância da colaboração entre professores e o compartilhamento de experiências. A seu ver, eles podem aprender uns com os outros, trocando ideias, discutindo desafios e explorando soluções juntos.

Marilyn Cochran-Smith (1999), pesquisadora e educadora, especializada no campo da formação docente e na prática pedagógica, defende a pesquisa educacional crítica, desafiando as suposições tradicionais e examinando as estruturas e práticas educacionais por meio de uma lente crítica. Ela argumenta que os professores devem ser incentivados a refletir sobre suas práticas, a fim de promover o aprimoramento contínuo e a adaptação às necessidades dos alunos.

Cochran-Smith (1999) escreve que os educadores que sabem mais ensinam melhor. Todavia, há diferentes compreensões do termo “saber mais”, no que tange a conhecimento e prática profissional: conhecimento para a prática, conhecimento da prática e conhecimento na prática. A primeira ideia parte do princípio de que a base de conhecimento teórico e conceitual é adquirida pelos docentes ao longo de sua formação acadêmica e profissional.

A segunda ideia refere-se à compreensão que desenvolvem ao se envolverem ativamente no ambiente da sala de aula. Trata-se do emprego do conhecimento teórico em situações reais de ensino e aprendizado. Esse tipo de conhecimento é construído por meio da experiência, da reflexão sobre a prática, da observação dos estudantes e das adaptações necessárias para atender às necessidades específicas dos estudantes.

Por fim, a terceira ideia concerne ao conhecimento da prática e representa o mais alto nível de expertise pedagógica. Envolve a capacidade de articular e integrar o conhecimento para a prática e o conhecimento da prática de forma fluida e eficaz. Tal concepção abarca o aprendizado contínuo e a reflexão profunda sobre a prática, podendo adaptar-se às necessidades dos discentes, com vistas à promoção do aprendizado significativo (Fiorentini; Crecci, 2016).

Essas ideias vão ao encontro do pensamento que a formação continuada permite que os professores aprofundem seus conhecimentos e desenvolvam novas competências ao longo da vida profissional. Ela deve ser entendida como um processo permanente e dinâmico, que ocorre tanto em contextos formais, como cursos e oficinas, quanto em espaços informais, como a troca de experiências entre colegas. Segundo García (1999), a formação continuada é mais eficaz quando está relacionada às práticas cotidianas dos professores, sendo organizada em função das necessidades reais da escola e dos desafios enfrentados pelos docentes.

Para que o desenvolvimento profissional seja efetivo, é necessário criar condições institucionais que favoreçam a aprendizagem dos professores dentro da própria escola. O ambiente escolar pode ser um espaço privilegiado para o aprimoramento docente, desde que haja uma cultura colaborativa que promova a reflexão e a troca de saberes entre os professores (Imbernón, 2011). Grupos de estudo, comunidades de prática e encontros pedagógicos regulares são algumas estratégias que podem ser utilizadas para estimular essa colaboração. Além disso, o apoio da gestão escolar é crucial para a implementação de políticas que favoreçam o aprendizado contínuo, como a flexibilização de horários para atividades formativas e o incentivo à participação em eventos acadêmicos.

Nesse contexto, o avanço dos professores em seus conhecimentos pedagógicos e tecnológicos (PCK, ou *Pedagogical Content Knowledge*) depende de uma formação que integre saberes sobre conteúdo, pedagogia e o uso de tecnologias educacionais. O conceito de PCK, introduzido por Shulman (1986), destaca a importância de os professores compreenderem profundamente os conteúdos que ensinam e saberem como transformá-los em aprendizagens significativas para os alunos. A escola, ao investir em programas de formação continuada e criar espaços para que os professores compartilhem práticas inovadoras, pode ser um elemento propulsor para o desenvolvimento do PCK. Além disso, a formação em serviço que

inclui o uso pedagógico de tecnologias pode ajudar os professores a integrar recursos digitais em suas práticas, contribuindo para a inovação educacional.

A maioria das escolas não oferece cursos de capacitação e atualização, o que faz com que esses profissionais fiquem estagnados e não consigam acompanhar as mudanças na sociedade e na educação.

Para tentar solucionar tais desafios, algumas iniciativas têm sido desenvolvidas. Uma delas é a criação de programas de formação continuada para professores, que oferecem cursos de atualização e capacitação. Esses programas buscam aproximar a teoria da prática, permitindo que os docentes coloquem em prática o que aprendem nas salas de aula.

É válido lembrar que a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), n.º. 9394/96, em seu Art. 1º, menciona:

A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na convivência humana, na vida familiar, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais (Brasil, 1996).

Do mesmo modo, no Art. 67, Inciso II, lê-se: “os sistemas de ensino promoverão aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim”. Para Silva e Bastos (2012, p. 155), essa determinação da LDB não tem sido totalmente respeitada, prejudicando sobremaneira a possibilidade de acesso ao aperfeiçoamento profissional dos professores que, por não terem incentivos institucionais, encontram condições desfavoráveis para darem continuidade a sua formação como docentes.

Verificamos que, nos últimos vinte anos, alguns programas de incentivo à formação continuada foram instituídos. Em 2003, o Ministério da Educação e Cultura (MEC) criou a Rede Nacional de Formação Continuada de Professores com o objetivo de institucionalizar a formação articulada à pesquisa e à produção acadêmica, desenvolvida pelas universidades, por meio de Centros de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação. Foram oferecidos cursos na modalidade à distância e semipresenciais.

Em 2007, a Lei n.º. 11.502, foi estabelecida em 11 de julho pelo Governo Federal, que autoriza a concessão de bolsas de estudo e de pesquisa a participantes de programas de formação inicial e continuada de professores. Por conseguinte, nesse mesmo ano, criou-se o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à

Docência (PIBID), visando ao incentivo e à valorização do magistério, bem como ao aprimoramento do processo de formação inicial de docentes para a educação básica (Silva; Bastos, 2012, p. 156).

Em 2009, o MEC instaurou a Política Nacional de Formação de Profissionais do Magistério da Educação Básica e, posteriormente, o Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica (PARFOR), em regime de colaboração com as Secretarias da Educação de Estados e Municípios e as Instituições Públicas de Ensino Superior (IPES). O intuito era o de formar, em nível superior, os educadores em exercício em escolas públicas que não apresentam titulação exigida pela LDB.

Os serviços e programas continuam, de uma maneira ou outra, com mudanças na gestão do país, ora com mais recursos, ora com menos. Além do oferecimento dessas políticas por parte do Governo Federal, ocorrem cursos de formação continuada em Secretarias de Estado e Municípios.

Embora possamos dizer que tais cursos, relacionados a diversas áreas do conhecimento, estejam aquém dos objetivos dos docentes que os procuram ou ainda sejam pouco acessíveis, é válido ressaltar que a formação continuada e concomitante com a área da didática também pode acontecer de forma individual. É o que afirmam teóricos como Shulman (1987), Tardif (2002), Perrenoud (2000) e Freire (1996).

Tendo em vista o foco deste trabalho, é possível afirmar que a formação do professor de Física, no contexto de aulas experimentais, ainda é incipiente e sem grandes inovações. Nos dizeres de Rosa e Rosa (2005, p. 4):

Professores foram treinados em curso específicos visando à perpetuação do modelo conteudista experimental. Este fato tem tido reflexos no ensino dessa Ciência (Física) até hoje em virtude de muitos professores que hoje ministram aulas, principalmente nas academias formadoras dos professores da educação básica, terem tido seu processo de formação na época dos anos pós-guerra, fortemente identificado com a visão conteudista.

Nas décadas de 1960 e 1970, como já dissemos, as atividades experimentais eram poucas e centradas apenas na demonstração por parte do professor. Quando ocorriam em grupos, eram oferecidos *kits* já preparados, cujo manuseio tinha certo grau de complexidade.

Por conseguinte, ainda na década de 1960, em São Paulo, um grupo de professores da América Latina foi subvencionado pela Unesco para produzir textos e materiais experimentais, no então Departamento de Física da USP. Tratava-se do

“Projeto-piloto para o ensino programado de Óptica no Ensino Médio”. Outros projetos foram produzidos nessa universidade naquele período, incluindo um treinamento para os professores interessados em utilizá-los em suas aulas.

Paralelamente à confecção de projetos para a sala de aula real, passou-se a pesquisar a Educação em Ciências. Após o seu início, em meados dos anos 1960, o campo se tornou rapidamente reconhecido, contribuindo, de forma decisiva, para a construção de uma visão da aprendizagem da disciplina e da formação docente.

Nas décadas de 1980 e 1990, o país foi reorganizado politicamente, e o ensino de Ciências recebeu outro olhar, baseado na nova geração tecnológica que se apresentava. Contudo, essa perspectiva não foi suficiente para propiciar modificações significativas: os projetos ainda aconteciam no âmbito do ensino superior, em institutos federais e universidades públicas.

Para Gobara e Garcia (2007), as instituições que oferecem o curso de licenciatura plena em Física têm um currículo reformulado para atender às demandas latentes, porém pouco articulado com aulas experimentais focadas de fato na educação básica, tendo em vista os materiais utilizados e procedimentos adotados. Ainda são oferecidos *kits* já preparados ou recursos sofisticados, dificilmente encontrados nas escolas.

Com base nessas considerações, entendemos que os cursos de formação inicial e até mesmo continuada, de forma geral, acontecem. Entretanto, no que tange às aulas experimentais voltadas para a educação básica — em que nem sempre o cenário é promissor, dada a falta de ambientes e recursos —, eles são limitados.

Vale lembrar que as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (DCN) (Brasil, 2001) são utilizadas como referência na elaboração dos cursos de Física nas universidades brasileiras, incluindo as licenciaturas na área. Segundo elas, é imprescindível que o físico domine o conhecimento de sua área de forma sólida e atualizada, estando apto a resolver problemas convencionais e mais inovadores, além de buscar continuamente novas maneiras de adquirir conhecimento científico e tecnológico (Brasil, 2001).

As diferentes áreas de atuação e atividades disponíveis para o formando em Física exigem competências profissionais fundamentais, que precisam corresponder a objetivos bem definidos do curso em todas as graduações na disciplina. Nesse sentido, as DCN de 2001 enunciam competências e habilidades essenciais desses profissionais, organizadas no quadro a seguir.

Quadro 2 - Competências e habilidades para os profissionais de Física

<b>Competências essenciais</b>	<b>Habilidades essenciais</b>
<p>1. Dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássicas e modernas;</p> <p>2. Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais;</p> <p>3. Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais ou teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados;</p> <p>4. Manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica;</p> <p>5. Desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.</p>	<p>1. Utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;</p> <p>2. Resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e a realização de medições, até à análise de resultados;</p> <p>3. Propor, elaborar e utilizar modelos físicos, reconhecendo seus domínios de validade;</p> <p>4. Concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução elaborada e demorada;</p> <p>5. Utilizar a linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados;</p> <p>6. Utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional;</p> <p>7. Conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, seja em medições, seja em análise de dados (teóricos ou experimentais);</p> <p>8. Reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas;</p>

	9. Apresentar resultados científicos em distintas formas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras.
--	---

Fonte: Brasil (2001, p. 4).

Além das competências e habilidades, o documento enfatiza que o graduado deve passar por algumas vivências, a saber:

- 1) ter realizado experimentos em laboratórios;
- 2) ter tido experiência com o uso de equipamento de informática;
- 3) ter feito pesquisas bibliográficas, sabendo identificar e localizar fontes de informação relevantes;
- 4) ter entrado em contato com ideias e conceitos fundamentais da Física e das Ciências, através da leitura de textos básicos;
- 5) ter tido a oportunidade de sistematizar seus conhecimentos e seus resultados em um dado assunto através de, pelo menos, a elaboração de um artigo, comunicação ou monografia;
- 6) no caso da Licenciatura, ter também participado da elaboração e desenvolvimento de atividades de ensino (Brasil, 2001, p. 5).

Nessa perspectiva, pode-se inferir que os livros-chave ou didáticos ocupam posição significativa na construção do conhecimento em Física para o graduado, pois os saberes se encontram em manuais que servem de coluna central da comunidade científica (Setlik, 2022). Também merece destaque o fato de as aulas experimentais serem mencionadas em apenas três de nove habilidades essenciais (2, 3 e 7).

Após a publicação das DCN, vários movimentos se efetivaram, com vistas a repensar a formação de profissionais do magistério da educação básica. Em 1º de julho de 2015, por exemplo, foi publicada a Resolução nº 2, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Nelas, contemplam-se princípios, fundamentos, dinâmica formativa e procedimentos a serem observados nas políticas, na gestão e nos programas e cursos de formação, bem como no planejamento e nos processos de avaliação e regulação das instituições que os ofertam (Brasil, 2015).

A comissão, reconstituída em 2014, retomou os estudos realizados pelas anteriores e aprofundou-se nas controvérsias sobre as regras gerais e práticas curriculares aplicáveis aos cursos de licenciatura. Ademais, debruçou-se sobre a situação dos professores em relação às questões de profissionalização, com destaque

para a formação inicial e continuada. Ao ponderar sobre a relevância desta última, oferecida pelos centros de formação dos estados e municípios e pelas instituições educacionais de Ensino Fundamental e Médio, as novas Diretrizes reconhecem essas instâncias como parte integrante da nova política que se deseja estabelecer no país (Dourado, 2015).

No documento, defende-se que é crucial assegurar tanto uma base comum nacional quanto uma diversificada, ambas embasadas no entendimento da educação como processo emancipatório e contínuo, a fim de aprimorar a formação dos profissionais do magistério. Do mesmo modo, espera-se que o(a) egresso(a) da formação inicial e continuada tenha uma variedade de conhecimentos teóricos e práticos em seu repertório, bem como princípios de interdisciplinaridade, contextualização, democratização, pertinência e relevância social.

Além disso, a formação continuada decorre de uma concepção de desenvolvimento profissional dos profissionais do magistério que leva em conta:

- I. os sistemas e redes de ensino, o projeto pedagógico das instituições de educação básica, bem como os problemas e os desafios da escola e do contexto onde ela está inserida;
- II. a necessidade de acompanhar a inovação e o desenvolvimento associados ao conhecimento, à ciência e à tecnologia;
- III. o respeito ao protagonismo do professor e a um espaço-tempo que lhe permita refletir criticamente e aperfeiçoar sua prática (Brasil, 2015).

A respeito desses dois documentos, entendemos que trouxeram uma nova perspectiva para a formação de professores, permitindo maior diversidade nos modelos de cursos. As DCN de 2001 surgem como as primeiras para as licenciaturas e, apesar de apontarem uma possibilidade de avanço na formação docente por meio do estabelecimento de diretrizes próprias para uma formação docente específica, não atenderam a todas as demandas das entidades e dos educadores, cedendo aos interesses das instituições privadas. De acordo com Raminelli (2022), a perspectiva era pautada no desenvolvimento de competências e habilidades. As DCN de 2015, a seu turno, além de novas orientações, trouxeram outra visão política, por se tratar de uma nova gestão.

Evidencia-se, portanto a intenção clara de buscar coerência entre a BNCC e a formação docente. Aqui vale mencionar que outras discussões no âmbito das DCN foram realizadas, entre os anos de 2017 e 2019, quando se publicou novo documento. Todavia, segundo Dourado e Siqueira (2019), elas podem não ter sido pensadas em



profundidade, em diálogo com mais atores, entidades, instituições e associações interessadas, como ocorreu nas DCN de 2015.

Acrescente-se que, nos textos de 2001 e 2015, se evidencia a importância da carga-horária para tal formação. Em 2001, ela era de 2800 horas totais e, em 2015 e 2019, passou a ser de 3200 horas totais (Brasil, 2015). No que tange à sua divisão entre as licenciaturas, podemos observar alguns padrões. Em todas elas, as 400 horas de prática como componente curricular e as 400 horas de estágio curricular supervisionado são mantidas. As DCN de 2019 são mais objetivas e determinam 800 horas para conhecimentos educacionais e 1600 horas para conteúdos específicos, priorizando o campo de conhecimento específico de cada licenciatura.

Sobre a profissionalidade docente, de acordo com as DCN de 2001 é função primordial do educador zelar pelo processo de aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, as DCN de 2015 vão além, ao declarar que, no exercício do ensino, os educadores desempenham o papel de formadores culturais.

Em contrapartida, as DCN de 2019 não só retomam as definições de cuidado com a aprendizagem e formação de conhecimento e cultura, mas também destacam, na parte em que tratam da especificidade do trabalho do professor, a importância do desenvolvimento das habilidades socioemocionais de seus alunos. A nosso ver, esse debate sempre será estendido tanto em vista as demandas, as situações e os novos cenários ao passar do tempo. Cabe ressaltar que tais discussões são necessárias para a melhora dos cursos de formação de professores.

No caso do ensino de Física, especificamente, a preocupação se concentra no que o estudante pretende fazer. Em 1998, com a implantação do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), o foco recaiu sobre a avaliação do desempenho discente ao fim da escolaridade básica (Brasil, 2023). A partir de 2009, além dessa avaliação, passou-se a focalizar o ingresso dos alunos nas instituições de ensino superior. Assim, o objetivo de montar um currículo para diferentes componentes é assumir um caráter de preparação para resolução de exercícios de grandes vestibulares e o ENEM.

Dito isso, questionamo-nos: O que um docente do componente curricular de Física precisa saber? Se ele compreender superficialmente os conceitos estabelecidos nesses eixos, será capaz de ensinar Física? Quais eram as orientações nas universidades de licenciatura em Física para que a formação inicial atendesse a esse pré-requisito mínimo?

No ano de 2020, a resolução nº 1 do Conselho Nacional de Educação (CNE) estabeleceu que:

A BNCC prevê aprendizagens essenciais, a serem garantidas aos estudantes, para o alcance do seu pleno desenvolvimento, nos termos do art. 205 da Constituição Federal, reiterado pelo art. 2º da LDB, as quais requerem o estabelecimento das pertinentes competências profissionais dos professores (Brasil, 2020, p. 1).

E sobre o profissional docente, definiu:

Art. 3º As competências profissionais indicadas na BNCC-Formação Continuada, considerando que é exigido do professor sólido conhecimento dos saberes constituídos, das metodologias de ensino, dos processos de aprendizagem e da produção cultural local e global, objetivando propiciar o pleno desenvolvimento dos educandos, têm três dimensões que são fundamentais e, de modo interdependente, se integram e se complementam na ação docente no âmbito da Educação Básica: I - conhecimento profissional; II - prática profissional; e III - engajamento profissional. Parágrafo único. Estas competências profissionais docentes pressupõem, por parte dos professores, o desenvolvimento das Competências Gerais dispostas na Resolução CNE/CP nº 2/2019 - BNC-Formação Inicial, essenciais para a promoção de situações favoráveis para a aprendizagem significativa dos estudantes e o desenvolvimento de competências complexas, para a ressignificação de valores fundamentais na formação de profissionais autônomos, éticos e competentes (Brasil, 2020, p. 2).

Tal como qualquer outro componente curricular, a Física apresenta suas especificidades, e o seu ensino é uma tarefa desafiadora e enriquecedora, pois envolve a transmissão de conceitos complexos e abstratos a estudantes de diferentes níveis de aprendizado. Para ser um professor de Física competente, é essencial, portanto, uma formação sólida, calcada em conhecimento que abrange tanto os princípios fundamentais da Física quanto as habilidades pedagógicas necessárias para comunicar esse conhecimento de forma acessível e envolvente.

Nessa direção, o professor sênior do Instituto de Física e coordenador acadêmico da cátedra de educação básica do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, Luís Carlos de Menezes, também colaborador na formulação do currículo de Física do Estado de São Paulo no ano de 2011, dá algumas orientações para a formação do docente de Física:

- *Interdisciplinaridade*: os educadores devem ser treinados para relacionar a Física a outras áreas do conhecimento, demonstrando como os conceitos físicos estão interligados com as Ciências Naturais, a Matemática, a Filosofia e

a sociedade. Isso ajuda os futuros professores a tornar o ensino do componente mais relevante e contextualizado.

- *Abordagem construtivista*: os educadores devem entender como os alunos constroem o conhecimento e como os conceitos físicos são assimilados e internalizados. Essa abordagem promove a criação de estratégias de ensino mais eficazes, baseadas na compreensão do processo cognitivo discente.
- *Experimentação*: os futuros educadores devem ser treinados não apenas na teoria, mas também na prática experimental. Isso os capacita a realizar experimentos e demonstrações em sala de aula, tornando o aprendizado mais envolvente e tangível.
- *Inclusão de questões sociais e éticas*: os educadores devem abordar temas como sustentabilidade, energia, meio ambiente e impactos da ciência na sociedade, proporcionando aos alunos uma compreensão mais ampla do papel da Física no mundo real.
- *Formação continuada*: os professores de Física devem participar de cursos, *workshops* e eventos que promovam o aprimoramento constante. Como a Educação é um campo em constante evolução, os docentes precisam estar atualizados acerca das últimas descobertas e abordagens pedagógicas.

Acreditamos que tais elementos, além de potencializar a formação do professor, contemplam o pensar científico, indo ao encontro, por exemplo, das ideias Shulman (1987). Nesse sentido, Borges (2006, p. 136) reflete sobre a fala de Carl Wieman, ganhador do Prêmio Nobel de Física de 2001, proferida em um encontro organizado pelo Departamento de Educação Americano, em março de 2004:

Nos últimos 500 anos, a ciência avançou rapidamente por se basear em testes experimentais das teorias e das práticas. O ensino de ciências, entretanto, por se guiar principalmente pela tradição e dogma permaneceu em grande parte medieval. A sociedade moderna necessita muito mais. Nossa diversificada população de estudantes merece uma educação de ciências capaz de dotá-los de uma apreciação significativa dos métodos e capacidades da ciência e das amplamente úteis habilidades de resolução de problemas.

Partindo de tal premissa, o estudante de Física realmente aprende durante as aulas ou simplesmente anota o que é colocado em lousa? E se nada for colocado em lousa? Essa reflexão nos aproxima de outro ponto importante: a didática no ensino desse componente. A comunicação pedagógica e a prática dialógica são elementos

necessários para uma aprendizagem duradoura e significativa. A esse respeito, Freire (1996, p. 46) escreve:

A tarefa coerente do educador que pensa certo é, exercendo como ser humano a irrecusável prática de inteligir, desafiar o educando com quem se comunica e a quem comunica, produzir sua compreensão do que vem sendo comunicado. Não há inteligibilidade que não seja comunicação e intercomunicação e que não se funde na dialogicidade. O pensar certo por isso é dialógico e não polêmico (Freire, 1996, p.46).

Durante uma aula, o educador pode se deparar com situações que fogem de seu controle e, muitas vezes, tem de recorrer a outras esferas do âmbito escolar. Isso exige habilidades além das desenvolvidas na graduação. Elas, por sua vez, podem se transformar em hábitos que vão sendo executados nos processos de ensino-aprendizagem. Para Tardif (2002, p. 217) “esses saberes específicos são regidos por certas exigências de racionalidade que lhe permitem emitir juízos diante de condições cotidianas de seu trabalho”. Ademais:

O professor ideal é aquele que deve conhecer a sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos (Tardif, 2002, p. 39).

Em suma, ser um professor de Física eficaz requer uma combinação única de conhecimento disciplinar, habilidades pedagógicas, empatia e compromisso com o aprendizado dos estudantes. O entendimento dos princípios fundamentais da disciplina é apenas o ponto de partida; a capacidade de comunicar, adaptar e inspirar é o que transforma tal conhecimento em uma educação enriquecedora e significativa.

Logo, um docente de Física bem-preparado é um agente essencial no desenvolvimento da compreensão científica e na formação de mentes críticas para o mundo atual. Partindo de tal premissa, nossa inquietação ao tentar responder à pergunta de pesquisa vai além da formação do professor; buscamos caracterizar uma aula experimental e mostrar sua relevância no âmbito do processo de ensino-aprendizagem.

Dito isso, é válido entender em que consiste uma aula experimental e qual a sua finalidade. De acordo com dicionário Oxford Languages (2022), o termo experimentar refere-se a “submeter à experiência; ensaiar, testar” e ainda “submeter-se a provas”. Para Alves-Filho (2000), “a experiência está fortemente ligada ao

cotidiano do ser humano”, isto é, atividades práticas estão presentes em nossa vida independente do segmento.

Assim, as atividades ou aulas experimentais são exemplos de metodologias que permitem ao estudante o aprendizado em construção e o faz associar seu cotidiano às atividades realizadas em sala de aula. O seu objetivo é, portanto, adicionar às aulas expositivas atividades demonstrativas e de experimentação, contribuindo para desenvolver observação e curiosidade. Isso porque elas transformam os objetos de ensino em uma situação investigativa, levando os alunos a elaborar o pensamento científico (Giordan, 1999; Sousa, 2013).

Segundo Belotti e Faria (2010, p. 5):

As aulas práticas podem ajudar no processo de interação e no desenvolvimento de conceitos científicos, além de permitir que os estudantes aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos.

Já para Silva *et al.* (2009, p. 2):

O uso de metodologias práticas contribuem no processo de construção do conhecimento, é preciso haver esse despertar pelos educadores, buscando estratégias que mudem a realidade da aprendizagem dos alunos atualmente, o papel da escola constitui e em preparar o aluno para diversas situações da vida fazendo necessário à utilização de diferentes métodos e estratégias para o desempenho do processo de ensino aprendizagem, interligando os conteúdos abordados em sala de aula às vivências dos alunos.

Nessas aulas, os discentes podem trabalhar com instrumentos de laboratório, equipamentos científicos e materiais diversos, a fim de realizar experimentos que demonstrem os princípios da Física, por exemplo, leis do movimento, conservação da energia, óptica, eletricidade, magnetismo, termodinâmica, entre outros. E mesmo essa metodologia sendo relevante e eficaz, como já referenciado, o modo de sua aplicação pode sofrer ajustes.

Ademais, a Física é uma disciplina que requer alto nível de abstração e capacidade de raciocínio lógico, o que pode ser um desafio para muitos alunos tendo em vista a oferta dos currículos. Por essa razão, é importante que os professores adotem metodologias que tornem o aprendizado mais lúdico e interessante; para tal, eles precisam saber como se dá essa construção.

### **3.3 O desenvolvimento profissional docente e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK): contribuições de Lee Shulman**

O ensino como profissão pressupõe um campo de conhecimento que pode ser sistematizado e comunicado. Toda e qualquer profissão dispõe de um corpo de saberes característicos que a demarcam, e seus intermediadores são vistos como detentores de tais conhecimentos. Consequentemente, eles se tornam os responsáveis por efetivarem tal labor diante da sociedade. Entretanto, uma ideia do senso comum bastante difundida é a de que, para o exercício da docência, basta conhecer algum conteúdo. Na prática, isso não é suficiente para definir um bom educador. Se assim fosse, todos os docentes universitários, pesquisadores, estudiosos e especialistas, em seus contextos, seriam extraordinários mestres.

A ausência sistemática dos conhecimentos imprescindíveis a essa profissão faz com que ela se torne uma atividade temporária de outros profissionais. Por esse motivo, a insuficiência de sistematização tem sido largamente arguida pelos investigadores do campo (Shulman, 2004).

Tendo em vista a base de conhecimento dos professores de Física, conforme discutimos anteriormente, merece destaque o conceito de “conhecimento pedagógico do conteúdo” (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*), defendido por Shulman (1987). De acordo com o teórico, esse é o saber que combina o domínio do conteúdo específico da matéria com o conhecimento pedagógico. Corresponde ao entendimento de como ensinar determinado tópico, de maneira que os alunos possam compreendê-lo. O autor argumenta que esse tipo de saber é único para os professores e vai além do domínio do conteúdo da disciplina.

Em síntese, esse estudioso define o PCK como a combinação entre o conteúdo e a pedagogia (Shulman, 1986; 1987). Devido à notoriedade adquirida pelo conceito, especialmente a partir da década de 1990, foram publicadas diversas verificações do PCK em periódicos dedicados à didática das Ciências. Nosso entendimento do conceito se baseia nas primeiras ideias de Shulman, que o considera uma mudança de saberes da base de ensino.

Embora o pesquisador, na sua formulação clássica do conceito, o tenha concebido como “amalgama” entre o conteúdo e a pedagogia, ele não se aprofunda na relevância de se conhecer o contexto. Ainda assim, o autor admite sua importância ao listá-lo como um dos sete conhecimentos que compõem a base do ensino:

- conhecimento do conteúdo;
- conhecimento pedagógico geral, com especial referência aos princípios e estratégias mais abrangentes de gerenciamento e organização de sala de aula, que parecem transcender a matéria;
- conhecimento do currículo, particularmente dos materiais e programas que servem como “ferramentas do ofício” para os professores;
- conhecimento pedagógico do conteúdo, esse amálgama especial de conteúdo e pedagogia que é o terreno exclusivo dos professores, seu meio especial de compreensão profissional;
- conhecimento dos alunos e de suas características;
- conhecimento de contextos educacionais, desde o funcionamento do grupo ou da sala de aula, passando pela gestão e financiamento dos sistemas educacionais, até as características das comunidades e suas culturas; e
- conhecimento dos fins, propósitos e valores da educação e de sua base histórica e filosófica (Shulman, 1987, p. 206).

A nosso ver, o conhecimento da totalidade é enaltecido na mobilização do PCK. E acrescentamos que, apesar de o conceito destacar o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico genérico e o conhecimento do contexto, os demais saberes basilares do ensino estão em frequente comunicação entre si.

Shulman (1987) elenca uma série de conhecimentos peculiares para estabelecer a profissão docente e validar sua prática, mediante um conjunto de saberes estruturados. Nesse sentido, defende que o educador deve ter conhecimentos em camadas, entre elas, a do conteúdo característico, a do conhecimento do currículo e a do conhecimento pedagógico do conteúdo.

Assim, o PCK é o que distingue o conteúdo do conhecimento lecionado por um docente do conteúdo do conhecimento de um especialista no assunto. Isso porque, para desenvolver seu PCK, o professor precisa modificar o conteúdo do conhecimento, de modo a torná-lo especial para o ensino (Fernandez, 2015). A fim de realizar essa transição, ele precisa ter conhecimento do tema, do contexto e dos recursos didático necessários para adaptar o processo de ensino-aprendizagem.

Para Shulman (1987), existem, pelo menos, quatro grandes fontes fundamentais para a construção do conhecimento no ensino: (1) a formação acadêmica nas diferentes áreas do conhecimento ou disciplinas; (2) os materiais e o ambiente do processo educacional institucionalizado, por exemplo, currículos, recursos didáticos, organização e financiamento da educação, além da estruturação do labor docente; (3) as pesquisas sobre escolarização, organizações sociais, aprendizagem humana, ensino, desenvolvimento e outros fenômenos sociais e culturais que impactam as práticas dos professores; e (4) a sabedoria adquirida a partir da própria prática.

A primeira categoria é a base de conhecimento, caracterizada por Shulman (1987) como o *conhecimento do conteúdo*, que repousa sobre a bibliografia e os estudos acumulados nas áreas de conhecimento. A segunda, denominada *estruturas e materiais educacionais*, situa-se na criação de materiais e estruturas para ensinar e aprender, incluindo-se os currículos. Já a terceira, intitulada *formação acadêmica formal em educação*, corresponde a textos que incluem os resultados e os métodos da pesquisa empírica nas áreas de ensino, aprendizado e desenvolvimento humano, bem como os fundamentos normativos, filosóficos e éticos da educação. Por fim, a quarta, chamada de *conhecimento da prática*, abarca a reflexão sobre a prática docente. Nesse aspecto, o autor defende que os educadores sejam encorajados a ponderar acerca de suas experiências de ensino, analisar o impacto das suas decisões pedagógicas e aprender com os sucessos e desafios enfrentados em sala de aula. Em suas palavras: “Uma das tarefas mais importantes para a comunidade acadêmica é trabalhar com os educadores para desenvolver representações codificadas da sabedoria pedagógica adquirida com a prática de professores competentes” (Shulman, 1987, p. 211).

No presente estudo, também adotamos, como referência, pesquisas publicadas no Brasil que aplicavam esses aspectos teóricos na esfera da formação de docentes de Física. Entendemos a relevância de refletir sobre a formação docente e (re)pensá-la a partir da observação de como as práticas de ensino vêm sendo trabalhadas nos cursos de desenvolvimento inicial, vislumbrando-se a superação dos currículos que estabelecem um ensino embasado no padrão da racionalidade técnica, marcado pela ausência de relação disciplinar e que leva ao preparo do docente como especialista impossibilitado de lidar com o enredamento da esfera escolar.

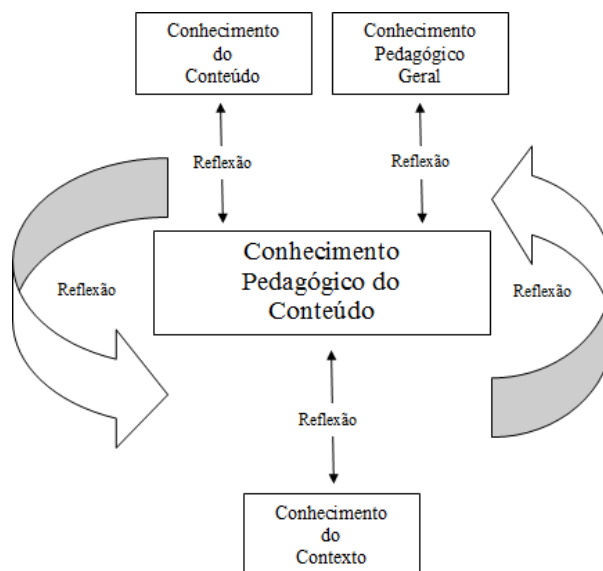
Sobre isso, Diniz-Pereira (2019) afirma que uma das dicotomias a serem suplantadas na formação docente é o isolamento entre a formação e o trabalho catedrático. O desenvolvimento profissional dos educadores é caracterizado por García (2009) como uma metodologia individual e coletiva que ocorre a longo prazo, à medida que se associam diversas oportunidades e vivências no ambiente de trabalho.

Em Silva (2018), o conhecimento do contexto é exaltado na mobilização do PCK. Embora se entenda que este último se destaque pelos conhecimentos do conteúdo, pedagógico geral e do contexto, esclarece-se que os demais



conhecimentos da base de ensino do professor estão em constante comunicação entre si. Podemos entender esse pensamento na figura 1.

Figura 1 - Transformação do PCK.



Fonte: (Silva, 2018, p. 67).

Assim sendo, compreende-se que, especialmente no desenvolvimento inicial, o PCK de futuros docentes de Física pode ser compreendido como inconstante e periódico. Nele, a reflexão<sup>1</sup> acerca de ocorrências de ensino e aprendizagem pode se tornar ocasiões oportunas para a sua mobilização.

Chega-se, portanto, à conclusão de que, especialmente na etapa de formação inicial, o conhecimento pedagógico relacionado ao conteúdo dos futuros docentes de Física pode ser considerado volátil, quando a análise de situações de ensino e aprendizagem pode representar momentos propícios para sua ampliação. Do mesmo modo, no caso de professores experientes, eles têm um tipo de conhecimento que vai além do conteúdo disciplinar puro. O PCK envolve a habilidade de transformar o conteúdo específico de uma disciplina em formas de ensino compreensíveis para os alunos. Educadores experientes conseguem fazer isso de maneira mais refinada, pois já desenvolveram estratégias e abordagens pedagógicas adequadas para lidar com diferentes contextos de ensino e aprendizagem, fruto de suas vivências em sala de aula. Isso lhes permite aplicar uma gama maior de estratégias pedagógicas,

<sup>1</sup> Em outro trabalho, realizou-se uma pesquisa visando a compreender como a reflexão pode colaborar no desenvolvimento do PCK de vindouros docentes de Física (Silva; Martins, 2018a).

interpretar melhor as reações dos alunos e ajustar seu ensino de maneira mais precisa (Shulman, 1987).

### **3.4 O laboratório e as atividades experimentais no ensino da Física**

Como vimos, as atividades experimentais (AE) são elementos fundamentais no ensino de Física, pois proporcionam uma abordagem prática e concreta dos conceitos teóricos, além de promoverem o desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas nos estudantes. De acordo com os estudos de Polidoro (2017), elas são essenciais para consolidar o aprendizado, permitindo aos alunos uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos e suas aplicações no mundo real.

Ao realizar experimentos, eles têm a oportunidade de observar diretamente os princípios físicos em ação, o que facilita a internalização dos conceitos. Conforme destacado por Valente e Lopes (2015), essa abordagem prática ajuda a tornar a aprendizagem mais significativa, pois os discentes conseguem relacionar teoria e prática de forma concreta, construindo um conhecimento mais sólido e duradouro.

Ademais, essas atividades estimulam o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de investigação científica. Segundo Santos e Santos (2019), ao planejar e executar um experimento, os educandos precisam formular hipóteses, elaborar procedimentos, coletar dados e analisar resultados, o que contribui para o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a tomada de decisões.

No entanto, é importante ressaltar que as AE devem ser bem planejadas e contextualizadas, de acordo com as características do público-alvo e os objetivos de aprendizagem. Conforme ressaltado por Rocha e Oliveira (2018), os experimentos devem ser acompanhados de uma reflexão guiada pelo professor, de modo a garantir que os alunos compreendam os conceitos envolvidos e possam extrair o máximo de aprendizado da experiência.

O laboratório de Ciências é um espaço dedicado à realização de experimentos, observações e investigações científicas. Trata-se de um ambiente projetado para fornecer condições controladas e equipamentos especializados que permitam a realização de experimentos e a coleta de dados de maneira precisa e segura. Os experimentos, durante as aulas, desempenham papel crucial, como valiosa

ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem, podendo até mesmo ser considerados o próprio processo de construção do conhecimento científico (Bombonato, 2011). Os laboratórios de Ciências são encontrados em escolas, universidades, instituições de pesquisa e empresas e tem função primordial na educação e na pesquisa científica.

Nem todas as escolas dispõem de laboratórios de Ciências. Essa situação afeta diretamente a qualidade do ensino e da aprendizagem nessa disciplina. Além disso, os professores enfrentam o desafio de usar esse recurso devido à falta de formação adequada. Em alguns casos, eles não têm capacitação para manusear os equipamentos de laboratório, o que se torna um obstáculo. Como afirmam Santos *et al.* (2016, p. 235), "a falta de atividades experimentais ocorre porque os professores não têm formação, conhecimento e habilidades para usá-las de forma eficaz".

A disponibilidade de laboratórios de Ciências nas escolas pode variar significativamente de acordo com a região, o nível de ensino e os recursos disponíveis. Algumas escolas, especialmente as de nível médio e fundamental, podem não ter laboratórios de Ciências, devido a restrições de espaço, orçamento ou recursos humanos.

Escolas maiores, de nível médio e superior, têm maior probabilidade de contar com laboratórios de Ciências, mas a presença e a qualidade desses laboratórios ainda podem variar. Em alguns casos, algumas instituições podem ter laboratórios de Ciências bem equipados e atualizados, enquanto, em outras, eles podem ser básicos e limitados em termos de recursos.

As escolas que oferecem cursos de Ciências básicas, como Química, Física e Biologia, tendem a ter laboratórios dedicados a tais disciplinas. A presença de laboratórios de Ciências nas escolas é desejável, pois desempenham papel preponderante, sendo um requisito, de acordo com a legislação vigente. Todavia, a realidade é que nem todas as escolas têm a capacidade de manter laboratórios adequados. Logo, é preciso estar ciente de que as atividades experimentais não são exclusivas desses espaços, levando em conta os fatores relacionados à realidade educacional do Brasil (Bueno *et al.* 2018). Nesses casos, os educadores podem buscar alternativas, como a realização de experimentos em sala de aula ou em qualquer outro ambiente que favoreça a atividade.

Além da alteração do espaço para realizar a atividade, o método aplicado deve ser discutido. Partindo do pressuposto de que algumas metodologias ainda estão

fortemente ligadas à abordagem tradicional, as AE seguem um manual ou roteiro do tipo “receita de bolo”. Não estamos dizendo aqui que essas aulas não devem ser pensadas; pelo contrário, elas devem ser projetadas de forma cuidadosa e segura, e os alunos, orientados a seguir práticas de segurança rigorosas.

Segundo Krasilchik (2008), há quatro níveis de liberdade para garantir um bom desenvolvimento das aulas em laboratório: 1) o professor apresenta um problema, demonstra a solução e os resultados esperados; 2) os alunos recebem o problema e as instruções necessárias para sua resolução; 3) os alunos têm liberdade para escolher o método, coletar dados e realizar o experimento; 4) os alunos têm permissão para identificar, investigar, planejar, executar o experimento e chegar a conclusões a partir dos resultados obtidos. Ao ter essa liberdade, o estudante passa a compreender o objeto ou fenômeno de estudo como um todo, sentindo-se capaz de aplicar os conhecimentos teóricos repassados pelo professor e construindo seu próprio conhecimento a partir das atividades realizadas.

Trata-se, pois, de uma opção cujo objetivo é promover a realização de demonstrações em sala de aula sem a necessidade de um laboratório específico, permitindo sua integração durante a exposição teórica, sem interrupção do desenvolvimento dos conceitos abordados. Contudo, essas atividades aparentemente fáceis acabam se tornando um desafio para muitos educadores, devido à falta de materiais e orientação pedagógica adequada (Leite, 2012).

O preparo de uma AE envolve vários passos para garantir que a atividade seja eficaz, segura e instrutiva. A seguir, apresentamos os princípios gerais para uma aula experimental, elencados pelo Currículo Paulista (São Paulo, 2021):

- *Definir os objetivos da aula.* - Antes de começar, é importante ter uma compreensão clara dos objetivos que deseja alcançar com a atividade experimental. Nesse momento uma reflexão sobre o que se deseja que os alunos aprendam ou compreendam após a aula.
- *Escolher um experimento apropriado.* - Com base nos objetivos definidos, selecionar um experimento ou atividade que seja relevante e adequado ao nível de ensino dos alunos.
- *Desenvolver um plano de aula.*
- *Testar o experimento.* - Antes de conduzir a aula com os alunos, é aconselhável testar o experimento para sua validação.
- *Preparar os materiais e equipamentos ou solicitar a participação dos alunos nessa empreitada.*
- *Estabelecer regras de segurança:*
- *Preparar o espaço.*

À vista disso, a teoria das situações didáticas, desenvolvida por Brousseau (1986) fundamenta um ponto a nosso ver fundamental na construção de uma aula experimental: as situações adidáticas e didáticas. O professor deve planejar a AE de modo que o aluno trabalhe de forma independente, sem sofrer qualquer controle direto. Nesse contexto, o estudante assume a responsabilidade pela busca da solução do problema, porém cabe ao docente escolher cuidadosamente a situação-problema. Essa proposta será melhor detalhada no item 4.3, quando caracterizamos a intervenção realizada com o desenvolvimento das AE.

Nessa direção, Hodson (1993), assevera que os experimentos no ensino de Ciências podem ser classificados em confirmatórios, exploratórios e de investigação. Os primeiros são aqueles em que os educandos seguem procedimentos prescritos para verificar ou confirmar conceitos ou leis científicas estabelecidas. Eles são úteis para reforçar o entendimento de princípios científicos e demonstrar sua aplicação prática.

Já os segundos incentivam os alunos a investigar fenômenos naturais de forma mais livre e criativa. Nesse tipo de experimento, eles têm a oportunidade de explorar diferentes variáveis, observar padrões e formular hipóteses, promovendo o desenvolvimento do pensamento científico e da capacidade de investigação.

Finalmente, os terceiros são projetados para envolver os estudantes em processos mais complexos de investigação científica. Nesse caso, eles são desafiados a formular perguntas de pesquisa, projetar experimentos, coletar e analisar dados, bem como tirar conclusões baseadas em evidências. Esse tipo de experimento é especialmente importante para desenvolver habilidades de pensamento crítico e promover uma compreensão mais profunda dos processos científicos.

Na mesma perspectiva, Carvalho (2001) empreendeu estudos que contemplam a importância dos experimentos e o grau de liberdade concedido aos estudantes durante essas atividades. Em pesquisa de 2001, a autora destaca que os experimentos desempenham papel crucial no processo de ensino e aprendizagem das Ciências, proporcionando aos discentes a oportunidade de explorar, testar e validar conceitos teóricos de maneira prática e concreta. Argumenta que tais práticas são essenciais para promover uma aprendizagem significativa e desenvolver habilidades de investigação científica. Todavia, sinaliza a necessidade de se considerar o grau de liberdade concedido aos aprendizes durante as atividades experimentais.

Em trabalho de 2009, a pesquisadora discute como o nível de autonomia dos alunos pode influenciar sua motivação, engajamento e compreensão dos conceitos científicos. A seu ver, os experimentos devem ser projetados de forma a permitir diferentes graus de liberdade, visando a atender às necessidades e habilidades individuais dos estudantes.

Ao oferecer-lhes certo grau de liberdade na realização dos experimentos, os professores propiciam aos educandos maior autonomia e responsabilidade em relação ao seu próprio processo de aprendizagem. Isso pode resultar em uma maior motivação intrínseca ou em uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos, conforme destacado por Carvalho e Gil-Pérez (2013).

As reflexões aqui apresentadas vão ao encontro dos objetivos de nossa pesquisa, constituindo-se importante base teórica para o desenvolvimento de práticas pedagógicas mais eficazes no ensino de Ciências.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Considerando os objetivos da pesquisa, nesta seção, inicialmente discorreremos sobre o método e os procedimentos utilizados no desenvolvimento do trabalho. Na sequência, caracterizamos o contexto e os participantes da pesquisa e, por fim, caracterizamos a intervenção realizada.

### 4.1 O método e os procedimentos metodológicos da pesquisa

Como já dito, partindo de minha experiência como docente de Física e diante dos desafios da realização de aulas experimentais, decidi realizar uma intervenção em minha própria prática, na escola particular em que atuo, com uma turma da segunda série do Ensino Médio.

Por essa razão, a pesquisa caracteriza-se como intervencionista na própria prática, um método utilizado em diversas áreas, como Ciências Sociais, Educação, Psicologia e até mesmo em algumas disciplinas das Ciências da Natureza. A abordagem envolve o estudo de um problema, enquanto o pesquisador também está envolvido na situação investigada. Em outras palavras, ele não é um observador neutro, mas um participante ativo da situação examinada. Sobre o método de escolha, Ponte (2002, p. 1) afirma:

Os problemas que surgem são, de um modo geral, enfrentados com boa vontade e bom senso, tendo por base a sua experiência profissional, mas, frequentemente, isso não conduz a soluções satisfatórias. Daí, a necessidade do professor se envolver em investigação que o ajude a lidar com os problemas da sua prática.

Segundo Damiani *et al.* (2013), as pesquisas do tipo intervenção pedagógica são aplicadas, ou seja, visam a contribuir para a solução de problemas práticos. Já para Suomala e Lyly Yrjänäinen (2010) a pesquisa intervencionista tem sido sugerida como uma forma possível de produzir investigações com relevância prática. De acordo com os autores, nesse modelo, em vez de ser um simples observador, o pesquisador tenta exercer uma influência na organização em observação, pois está profundamente envolvido com o objeto de estudo. Como defendem Oyadomari *et al.* (2014), a pesquisa intervencionista é uma técnica que pode produzir resultados relevantes, já que une a teoria com a prática.

Alguns benefícios citados desse tipo de abordagem metodológica são: (1) a melhoria na própria organização/instituição estudada; (2) a criação de um ambiente de estudo (experimento) para o pesquisador; (3) a possibilidade de gerar novos conhecimentos sobre práticas e teorias (Suomala;Lyly-Vrjänäinen, 2010, p. 2).

De fato, o método que utilizamos favoreceu a concepção da pesquisa e sua realização, uma vez que, como professora e pesquisadora, pudemos deixar o ambiente satisfatório para a geração de dados. Ademais, realizamos, em momentos alternados à prática, reflexões sobre essa prática e, ao fim, procedemos à análise de todo o processo de intervenção.

Do mesmo modo, a investigação pode ser classificada como qualitativa, pois, de acordo com Silveira e Córdova (2009, p. 32) “[...] preocupa-se, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

Isso posto, para realizar a intervenção, inicialmente procedemos à seleção da escola, com base em critérios que garantissem a representatividade e a viabilidade do estudo. A instituição escolhida faz parte da rede privada de ensino do ABC paulista e nela atuo há mais de dez anos. Essa escolha ficou mais clara após lecionar também em uma escola técnica situada na mesma região. A dinâmica desta última é diferenciada no que diz respeito às aulas experimentais.

Mais especificamente, nesse tipo de instituição, as aulas experimentais estão presentes no planejamento anual e seguem o padrão estabelecido pelos órgãos responsáveis, sem possibilidade de alteração. Além disso, os laboratórios estão à disposição do docente, e essas aulas fazem parte da carga-horária necessária para a formação do estudante.

É importante destacar que, para a realização da pesquisa, primeiramente pedimos autorização à gestão, explicitando os nossos objetivos e intenções. Com base nos princípios éticos da instituição, os gestores nos concederam a autorização, que se estendeu aos responsáveis pelos estudantes. Vale lembrar que, estes últimos não foram identificados pelos seus nomes nem por imagem explícitas.

Após o acerto com a direção da escola, a escolha da turma foi baseada no fato de que a 2ª série do Ensino Médio, no contexto do novo Ensino Médio, é a que tem maior carga horária da disciplina de Física e dos itinerários formativos. Ademais, os objetos de aprendizagem estão diretamente relacionados com aulas experimentais.



Ressaltamos que a turma escolhida é composta de 26 alunos, cuja faixa etária varia entre 16 e 17 anos.

Com relação à intervenção em sala de aula, tomamos como referência contribuições de Guy Brousseau (1933-2024), um matemático e educador francês, reconhecido principalmente por suas contribuições para a didática da Matemática e pela elaboração da teoria das situações didáticas. Dados os benefícios dessa teoria, sua aplicação no ensino da Física se mostra como uma escolha pedagógica fundamentada e capaz de contribuir significativamente para a formação discente, promovendo uma aprendizagem mais ativa, contextualizada e colaborativa, no desenvolvimento das AE fora do laboratório.

A intervenção ocorreu ao longo de 4 meses, com a realização de 5 atividades experimentais, em diversos ambientes da escola, entre eles, sala de aula, pátio, corredores, escadas e até mesmo o laboratório, em alguns momentos. Os dados gerados ao longo de todo o processo foram registrados em um diário de bordo e em gravações de áudio e vídeo. De posse desses registros, primeiramente, selecionamos as aulas e os episódios que consideramos relevantes e representativos e, por fim, à luz do referencial teórico da pesquisa, procedemos à análise propriamente dita.

Para exemplificar a nossa análise, trouxemos trechos desses registros em forma de conversas entre a professora-pesquisadora e os alunos do decorrer das AE. Esses trechos foram colocados em caixas de texto onde a fala da professora-pesquisa é representada pelo próprio nome e, em itálico, e a fala dos alunos está destacada em negrito. Abaixo segue um pequeno recorte do início de uma aula expositiva que foi desenvolvida e gerou uma AE, a saber:

*Kelly: Bom dia, pessoal! Hoje falaremos de densidade.*

**A: Já vimos no nono ano.**

**G: Vimos também em química, ano a passado.**

Esse formato será encontrado a partir da seção 5 onde os recortes foram especificamente para as AE.

## **4.2 Caracterização do contexto e dos participantes da pesquisa**

Para entender o cenário em que a intervenção pedagógica foi realizada, é fundamental descrever o ambiente escolar, as especificidades da turma envolvida, a atuação da professora-pesquisadora e o planejamento da intervenção. Assim, tratamos, inicialmente, da instituição, destacando suas características físicas, estruturais e pedagógicas, assim como seu papel no contexto educacional em que está inserida. Em seguida, focalizamos a turma da 2ª série do Ensino Médio, traçando o perfil dos alunos, suas características e particularidades que influenciaram o desenvolvimento da pesquisa. Posteriormente, apresentamos a professora-pesquisadora, mencionando seu papel no processo de ensino e aprendizagem, além de sua atuação na condução do estudo. Finalmente, descrevemos a intervenção pedagógica realizada, com ênfase nos objetivos, métodos e atividades aplicadas, visando a compreender como esses aspectos influenciaram os resultados obtidos.

### **4.2.1 A escola**

Mesmo sendo docente da escola desde 2011, foi necessário, antes de realizar a intervenção, selecionar e analisar documentos que orientam a proposta pedagógica da instituição, como o PPP, os regimentos, os planos de ensino, os planos de aula, os materiais didáticos, entre outros. Com isso, elaboramos uma caracterização do contexto da pesquisa, iniciando pela descrição do espaço físico e de sua infraestrutura.

Como já dito, trata-se de uma instituição da rede privada de ensino do ABC Paulista, localizada em um bairro de classe média. Atende desde a Educação Infantil ao Ensino Médio, inclusive a formação técnica e, em 2024, contava com cerca de 1.400 estudantes.

Fundada em 1978, a instituição tem infraestrutura caracterizada por uma combinação de elementos importantes e funcionais, projetados para proporcionar um ambiente de aprendizado seguro e estimulante. O edifício principal é bem cuidado, refletindo a atenção dada à estética e à funcionalidade. A arquitetura combina elementos tradicionais e toques contemporâneos, criando um ambiente agradável.

Ao entrar na escola, os visitantes são recebidos por um *hall* de entrada espaçoso e bem iluminado, decorado com informações sobre a história e os valores da instituição. O interior é projetado para otimizar o fluxo de alunos e funcionários, com corredores que conectam salas de aula, escritórios administrativos e áreas comuns.

As salas de aula são equipadas com mobiliário ainda convencional, alguns espaços com mesas e cadeiras, outros com carteiras universitárias. Cada sala conta com quadros brancos, projetores e acesso à internet, permitindo a integração de recursos digitais ao processo de ensino. As carteiras são dispostas de maneira que os alunos possam interagir facilmente com o professor e entre si, promovendo a colaboração e a participação ativa.

O colégio oferece laboratório de Ciências, informática e arte, bem como um pátio amplo e uma quadra poliesportiva. Esses espaços são bem equipados e muito utilizados, tendo em vista o fluxo de estudantes ao longo dos dias.

As áreas comuns, como biblioteca e lanchonete, são concebidas para atender às necessidades dos estudantes, promovendo não apenas a educação, mas também o desenvolvimento físico, social e cultural.

A unidade de ensino conta com um sistema de segurança, como câmeras de vigilância e controle de acesso. Ademais, dispõe de um amplo espaço chamado de “espaço cultural”, que fornece uma área para recreação, atividades em geral e eventos especiais.

O projeto pedagógico adotado segue a abordagem sociointeracionista, entendida como um processo de aprendizado fortemente influenciado pelas interações sociais e culturais, construído coletivamente e moldado pelas experiências compartilhadas entre estudantes e professores. Essa abordagem valoriza a colaboração, o diálogo e a construção de significado; os professores desempenham o papel de facilitadores do aprendizado, estimulando a curiosidade, o pensamento crítico e a expressão individual dos estudantes.

Desde a sua fundação e até o ano de 2002, a escola não utilizava sistema de ensino, mas livros didáticos escolhidos pelo corpo docente. A partir de 2003, entretanto, adotou-se um sistema de ensino utilizado até 2013, quando foi substituído por outro, utilizado até hoje. Trata-se de um conjunto de cadernos (apostilas) divididos de acordo com a série, sendo 4 para a 1ª série, 4 para a 2ª e 2 para a 3ª. O sistema

de ensino é chamado de Rede Pitágoras e, desde 2007, passou a fazer parte do grupo *Kroton*.

A coleção tem foco na educação integral, priorizando o desenvolvimento global, com ênfase no ensino superior. Concilia a formação geral básica e os itinerários formativos, além da tecnologia, que articula o material impresso e o digital. A gestão escolar propicia a articulação do material didático com outros recursos, como livros paradidáticos, videoaulas, e *audiobooks*. Todavia, por se tratar de material pago, há uma demanda externa para empregá-lo integralmente.

O currículo e os cadernos tinham uma estrutura até o ano de 2020, contemplando as áreas de conhecimento e componentes curriculares estabelecidos pelo currículo do estado de São Paulo, além de disciplinas eletivas como dança e teatro, a saber,

As aprendizagens essenciais definidas no Currículo Paulista do Ensino Médio estão organizadas pelas seguintes áreas do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa); Matemática e suas Tecnologias (Matemática); Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química); Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (Filosofia, Geografia, História e Sociologia) (São Paulo, 2020).

A implementação do Novo Ensino Médio, mais especificamente em meados de 2021, trouxe algumas mudanças orientadas pela Lei nº 13.415/2017, que

alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, ampliando o tempo mínimo do estudante na escola de 800 horas para 1.000 horas anuais (até 2022) e definindo uma nova organização curricular, mais flexível, que contemple uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a oferta de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, os itinerários formativos, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional (Brasil, 2018).

Assim, os itinerários formativos foram agregados ao currículo, propiciando o aprofundamento dos componentes curriculares já existentes, ao lado do Projeto de Vida. Tal movimento foi iniciado em 2022, especificamente nas primeiras séries do Ensino Médio. Com isso, o material didático foi reformulado pelo próprio sistema de ensino.

Em 2019, a instituição de ensino foi aceita no Programa de Escolas Associadas da Unesco (Rede PEA). Fundado em 1953, o Projeto da Rede de Escolas Associadas

da Unesco, comumente referenciado como “Escolas Associadas da Unesco”, é uma rede mundial com mais de 8.500 instituições educacionais localizadas em 180 países. Consiste em uma plataforma global que promove a educação de qualidade e a formação de cidadãos globais, oferecendo às instituições associadas inúmeras oportunidades de crescimento e desenvolvimento, mediante a colaboração internacional e o compartilhamento de melhores práticas.

A partir desse momento, além de priorizar o preparo para a entrada no ensino superior, a instituição incluiu, em seu PPP, os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), mantendo projetos específicos como “Empreendedorismo Social e Ambiental” e “Reunião ONU”. Além deles, elaborou-se o projeto intitulado “Fala Médio”, com o fato de promover aulas preparatórias e melhorar o acesso às universidades. Hoje, a escola ocupa o 18º lugar no *ranking* das escolas mais bem pontuadas do Enem na região de Santo André.

Embora a instituição afirme estar fundamentada em uma abordagem sociointeracionista, trabalha com um sistema de ensino apostilado, cujos conteúdos estão programados para serem cumpridos na quantidade de horas-aula por ela determinadas — 33 horas-aula/semana. Logo, adotar metodologias de caráter sociointeracionista, diante dessas demandas, é um exercício complexo.

A primeira proposta didático-pedagógica sugerida pela gestão escolar é cumprir integralmente o material didático, porém existe um diálogo para outras possibilidades de atuação. Dessa maneira, a condução das aulas pode ficar a critério do docente, levando em consideração o cumprimento dos prazos e do conteúdo.

Nesse ponto a gestão escolar é bastante flexível, comprometida com a melhoria contínua da educação e com o desenvolvimento integral dos estudantes. Há abertura para o docente explorar outras possibilidades e novas estratégias, apesar de todas as demandas institucionais, como foi o caso da investigação aqui apresentada. Vale lembrar que esse diálogo é aberto durante o período de planejamento e em outras ocasiões, conforme a necessidade. Ademais, alterações nos planejamentos ou planos de aula devem ser registradas nos documentos da escola.

#### 4.2.2 A turma da 2ª série do Ensino Médio

A turma com a qual trabalhamos tem 26 alunos, com faixa etária média de 16 anos, de todos os gêneros. Mais especificamente é composta de 19 meninas e 7 meninos. A maioria já estava matriculada em 2023 e, por conseguinte, conhecem o material didático e a mim como docente. Em 2024, ano de realização da investigação, houve o ingresso de 6 estudantes.

Os jovens apresentam uma diversidade de interesses e habilidades; alguns mostram forte inclinação para as ciências exatas, enquanto outros têm maior interesse nas ciências humanas e sociais. O nível de desempenho acadêmico da turma varia: alguns estudantes têm alta performance em Física, e outros necessitam de apoio adicional. A interação entre eles é positiva, com um ambiente de cooperação e respeito mútuo.

Os educandos, a meu ver, são bastante animados e falantes. Geralmente se mostram motivados e interessados, dispostos a participar ativamente das aulas e fazer perguntas. Também são respeitosos com seus colegas, professores e demais funcionários da escola; valorizam a diversidade de opiniões e colaboram positivamente em atividades em grupo. Uma característica que facilitou a realização da intervenção nessa turma é que eles estão abertos a novas ideias, a *feedbacks* construtivos e mudanças. Todavia, são um tanto desorganizados com horários e datas.

Em meados de 2023, um questionário foi realizado com a intencionalidade de possíveis áreas a serem seguidas nos cursos de graduação e com isso nos itinerários formativos. Essa turma especificamente optou por cursos que envolviam as disciplinas de Ciências da Natureza. A escolha inicial pode ser verificada durante minhas aulas, nas quais noto que eles se identificam com a disciplina de Física e, por consequência, apresentam rendimento satisfatório.

A escolha dos itinerários formativos pelas escolas de ensino médio no Brasil ocorreu em resposta à implementação do Novo Ensino Médio, estabelecido pela Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Essa lei promoveu uma ampla reforma no ensino médio, reorganizando a estrutura curricular e aumentando a carga horária mínima anual de 800 para 1.000 horas. Um dos objetivos principais da reforma foi oferecer maior flexibilidade aos estudantes, permitindo que escolhessem itinerários

formativos alinhados a seus interesses e projetos de vida, como previsto na BNCC (Brasil, 2018).

Os itinerários formativos foram divididos em cinco áreas: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e Formação Técnica e Profissional. A definição de quais itinerários seriam oferecidos ficou a cargo das escolas e redes de ensino, que precisaram considerar fatores como infraestrutura, corpo docente e características da comunidade escolar (Saviani, 2020). Esse processo também exigiu uma consulta aos estudantes e suas famílias para identificar demandas e alinhar as escolhas às possibilidades pedagógicas e estruturais de cada instituição como citada acima a escolha que os alunos da 2ª. série fizeram.

Mesmo no centro de uma escolha como essa, os alunos continuaram como antes. No geral, são curiosos e prestativos durante as aulas. Não se importam em adquirir materiais e normalmente os levam para a escola durante as aulas experimentais.

#### **4.2.3 A professora pesquisadora**

Em 2024, completo 18 anos como docente, inicialmente na rede pública de ensino e, logo após na rede privada. Na instituição que sediou a pesquisa, trabalho há exatos 13 anos. Durante esse tempo, percebi muitas alterações, por vezes significativas, e outras nem tanto. Notei que, ao entrar nesse colégio — que, por ser particular, utiliza material didático — eu deveria seguir à risca tudo o que era solicitado e cumprir fielmente os capítulos e exercícios. Com isso, entendi que a minha prática tinha um formato mecânico, e os estudantes já sabiam o desenrolar das aulas: início do assunto, produção de exercícios, correção e, se tivéssemos tempo, realização de AE.

Aquilo me deixava incomodada, pois vivi a universidade de aulas experimentais e sempre gostei de inovar e aplicar diferentes abordagens. Percebi que conversas com a gestão poderiam me guiar no sentido de tentar melhorar esse método mecânico.

As aulas então foram tomando outra forma, porém também foi complexo o estudante entender que não teríamos mais aquela sequência à qual ele estava habituado. Uma aula na qual um assunto era contextualizado e discutido

aparentemente não se caracterizava como tal para alguns deles, que precisavam de textos na lousa e exercícios resolvidos por mim para copiar. As AE apareciam no material didático, mas já com um roteiro, como a “receita de bolo”, por meio da qual o estudante era orientado a realizar o experimento naquele formato.

Logo, eles estavam acostumados a receber tais comandos e não questionavam. Ao tentar modificar as aulas, senti certa resistência, pois os alunos não viam sentido em ser diferente, e talvez eu também não tinha embasamento para esses esclarecimentos. Mesmo assim, tentava modificar essa cultura de aula praticamente pronta e insistia que eles eram os organismos autônomos e peças principais do processo ensino-aprendizagem.

Pouco antes da implementação do Novo Ensino Médio, comecei a procurar novos espaços na escola para que as aulas tivessem outros sentidos. Isso foi bastante proveitoso e, em muitas delas, os discentes já se mostravam mais confiantes, e eu, mais segura da minha prática. Compreendi que havia múltiplos formatos de aprendizagem e tempo; por essa razão, era necessário entender melhor minha própria prática.

O ingresso no Mestrado Profissional me mostrou muitos dos equívocos cometidos em sala de aula, apesar de propor diferentes metodologias. Na maioria das vezes, os assuntos não eram tão bem trabalhados, e eu ainda deixava as coisas prontas e não dava tempo suficiente para os estudantes articularem as respostas. A busca do conhecimento me fez ter mais repertório sobre os objetos de aprendizagem do meu componente curricular. Nesse sentido, a leitura dos autores me proporcionou olhar para minha própria prática com mais criticidade e entendimento do que estava realizando e, mesmo trabalhando em uma escola que utiliza material didático, pude contemplar tal aprendizado.

Acredito que minha experiência como docente e a insistente inquietação fizeram com que, diante da introdução de algum assunto, eu consiga fugir de um método mecânico, considerando as concepções dos alunos. Hoje posso aplicar metodologias ancoradas na teoria das situações didáticas, por exemplo, situações do tipo adidáticas acerca das transposições de algum objeto de aprendizagem, bem como concluir aquilo que é solicitado, por exemplo, a correção de exercícios em lousa, remetendo-me ao método mais tradicional.



Aproveito para descrever a transposição de uma unidade temática da BNCC, intitulada “Som, imagem e informação”. A orientação era contextualizar o assunto fazendo a leitura proposta pelo material didático e aplicar, em seguida, alguns exercícios, o que entendo ser válido. Todavia, pensei: por que não ir além? Pedi que os alunos colocassem uma música de preferência nos aparelhos celulares, um por vez, e continuassem conversando. Após 26 aparelhos celulares, no mesmo ambiente, produzirem o som, fiz alguns questionamentos. Mudamos o ambiente; fomos até a quadra da escola e pedi que realizassem a mesma ação, mas que começassem a se movimentar. Ali eles descreveram as sensações, e logo pudemos definir alguns conceitos-chave dessa unidade temática sem nos prendermos ao texto e à sala de aula.

Penso que o movimento descrito, entre outros que realizo em minha atividade docente, está associado à curiosidade, que sempre tive enquanto estudante, e a um olhar mais reflexivo, que venho desenvolvendo sobre minha prática e, agora, como professora-pesquisadora está mais apurado. Contudo, não nego que, de quando em quando, ainda sigo a proposta do material didático.

Em relação às avaliações oficiais, ainda preciso seguir aquilo que é solicitado pela instituição de ensino, porém as chamadas não oficiais são mais abertas. Nessas ocasiões, busco aplicar o conhecimento adquirido, lançar um olhar mais apurado sobre mim mesma e refletir constantemente sobre como auxiliar no ensino-aprendizagem do estudante.

#### **4.3 Caracterização da intervenção**

As aulas no formato experimental já aconteciam na disciplina de Física, entretanto obedecendo à carga-horária do componente curricular, de 2 horas-aula por semana. Com a implementação do Novo Ensino Médio, em 2022, houve, na escola que sediou a investigação, a possibilidade de agregar novos componentes curriculares, chamados de itinerários formativos. Eles estão integrados à BNCC que, por sua vez, como já dissemos, estabelece os conhecimentos, competências e habilidades essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da educação básica. Os itinerários complementam a Base, permitindo maior diversificação do currículo. Nesse novo formato, a carga-horária passou então para 4

horas-aula semanais, 2 do componente de Física e 2 do itinerário formativo de aprofundamento curricular na disciplina.

Nesse contexto, com abordagem flexível e colaborativa, tanto por parte dos educadores quanto dos estudantes, as AE foram preenchendo mais espaços e atendendo à diversidade de metodologias de ensino e aprendizagem.

Nessa direção, as atividades experimentais que constituíram a intervenção desta pesquisa, foram desenvolvidas de acordo com a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau (1933 – 2024), oferece uma estrutura poderosa para compreender e planejar o ensino de forma a promover a aprendizagem significativa. Esta teoria é centrada na ideia de que o conhecimento é construído através da interação entre o aluno, o professor e o ambiente de aprendizagem.

A Teoria das Situações Didáticas de Brousseau (1986) propõe que o ensino deve ser estruturado em situações didáticas específicas, nas quais o conhecimento é adquirido através da resolução de problemas significativos. Esta teoria é composta por alguns conceitos principais.

1) Situação de investigação: geralmente corresponde à primeira etapa de uma atividade que consiste em apresentar aos alunos uma situação-problema desafiadora, que envolve conceitos específicos. Essa situação é projetada para despertar o interesse dos estudantes e motivá-los a explorar e compreender os conceitos envolvidos. Trata-se de uma situação denominada pelo autor como aditática, em que o aluno interage diretamente com o problema sem a intervenção direta do professor. O objetivo é que o aluno explore, experimente e descubra conhecimentos por conta própria.

2) Contrato didático: refere-se ao conjunto de expectativas, regras e comportamentos explícitos ou implícitos entre o professor e os alunos em relação ao processo de ensino-aprendizagem de um conteúdo. Esse conteúdo define as regras, as possibilidades de cada parte e as expectativas em relação ao processo de aprendizagem.

3) Institucionalização: trata-se de um momento em que, os conhecimentos emergentes da investigação são formalizados e sistematizados. O professor destaca os conceitos, propriedades e métodos relevantes, proporcionando uma base teórica mais sólida.



Quadro 3 - Atividades para aulas experimentais

N°	Atividade	Ambiente escolar	Objeto de aprendizagem	Objetivos	Habilidades - BNCC
01	<b>Diferenciando densidade</b>	Sala de aula	Hidrostática	Prever a partir de diferentes compostos suas respectivas densidades.	<b>EM13CNT306</b> – Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
02	<b>Verificando diferentes pressões</b>	Sala de aula	Hidrostática	Prender diferentes objetos em superfícies por meio da pressão.	<b>EM13CNT306</b> – Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
03	<b>Movimento oblíquo</b>	Quadra e pátio da escola	Cinemática e Dinâmica	Fazer o lançamento de uma garrafa pet como um foguete.	<b>EM13CNT204</b> – Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema

					Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
04	<b>Entendendo o comportamento da luz</b>	Sala de aula e ambientes escolares (corredores)	Óptica	Compreender o funcionamento de uma lente e produzir imagens por meio de uma câmera escura de orifício.	<b>EM13CNT307</b> – Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.
05	<b>Entendendo formas de eletrização e geração de energia</b>	Sala de aula e laboratório	Eletricidade	Ligar uma lâmpada do tipo LED por meio de uma batata.	<b>EM13CNT307</b> – Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Definidos o objetivo e os títulos das atividades a serem criadas, dividimos o planejamento em três momentos, a saber: *contrato didático explícito, realização das aulas experimentais e reflexões e discussões das atividades*.

O contrato didático explícito desempenha papel crucial na aprendizagem, pois estabelece um quadro de referência para a interação entre professor e aluno. Ele

ajuda a criar um ambiente de ensino estruturado, onde ambos sabem o que é esperado e como devem agir para atingir os objetivos educacionais. No entanto, este contrato pode ser dinâmico e mudar ao longo do tempo, à medida que professores e alunos ajustam suas expectativas e responsabilidades com base na experiência e no *feedback* mútuo. Além disso, esses acordos são muitas vezes implícitos, ou seja, nem sempre são verbalizados, mas influenciam fortemente como o ensino ocorre e como o aluno reage ao conteúdo.

Em algumas situações, pode ocorrer uma ruptura do contrato didático, quando as expectativas ou responsabilidades não são cumpridas. Essas rupturas podem levar a um reposicionamento de ideais. Por exemplo, se um professor espera que os alunos descubram um conceito por conta própria, mas eles, em contrapartida, esperam uma explicação direta, pode haver uma desconexão. A identificação e resolução dessas rupturas são importantes para manter um ambiente de aprendizagem eficaz.

Posteriormente à apresentação do contrato didático aos estudantes, um ambiente mais estruturado surgiu, e a relação de confiança e cooperação se tornou mais sólida.

O segundo momento se deu no desenvolvimento das atividades experimentais. Esse processo envolveu criar problemas e tarefas que desafiassem os alunos a aplicar seus conhecimentos em contextos novos e variados. Pensamos na preparação dos recursos, pois é essencial para a realização bem-sucedida das situações didáticas. Isso inclui a organização do ambiente de aprendizagem, a disponibilização de materiais necessários e a elaboração de guias de atividade que orientassem os alunos durante as tarefas e não menos importante os testes. Realizamos testes, uma vez que a maioria das atividades seriam realizadas em ambiente fora do laboratório.

Vale ressaltar que, os experimentos que foram escolhidos atenderam às boas práticas de laboratório, ou seja, os experimentos realizados levaram em consideração que nem todas as aulas experimentais podem ser realizadas em qualquer ambiente tendo em vista a segurança de todos os envolvidos.

Durante a realização da intervenção, os alunos foram inicialmente apresentados à situação adidática. Eles trabalharam de forma independente ou em pequenos grupos, explorando o problema e coletando dados. Como professora-pesquisadora, assumi um papel de observadora, intervindo apenas quando necessário, a fim de garantir a segurança e o bom andamento da atividade.

Após a fase inicial de exploração, fizemos intervenções para facilitar a discussão e a análise dos dados coletados pelos alunos. Realizamos algumas perguntas direcionadoras, fornecemos *feedbacks* e ajudamos os alunos — até onde a ação garantia não atrapalhar suas observações dos alunos — a conectar suas observações empíricas com os conceitos teóricos.

Finalmente, no terceiro momento, ao término das AE, realizamos rodas de conversas nas quais os estudantes refletiram sobre o que aprenderam e como aprenderam. Eles discutiram as dificuldades encontradas, as estratégias utilizadas e os resultados obtidos. Nesse momento, fizemos algumas orientações acerca dessa reflexão, com a intenção de ajudá-los a consolidar seu conhecimento e a reconhecer a aplicabilidade dos conceitos aprendidos em outros contextos.

Como já dito, foram realizadas 5 AE no período de 4 meses, obedecendo ao calendário escolar. Elas ocorreram em ambientes diferentes da escola, como a própria sala de aula, o pátio e a quadra da escola, além de corredores e escadas e ainda o laboratório. Aqui vale ressaltar que o laboratório foi utilizado, pois, em uma atividade, precisávamos de água corrente e, no momento da execução, os demais ambientes com esse recurso estavam ocupados. Logo, o laboratório serviu apenas como base de apoio para realização da aula experimental.

## **5 ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS PARA AULAS EXPERIMENTAIS**

As AE são parte essencial do ensino de Ciências, pois proporcionam aos alunos a oportunidade de aplicar conceitos teóricos em contextos práticos. A teoria das situações didáticas, desenvolvida por Guy Brousseau (1986), bem como as ideias de autores que discutem o desenvolvimento de AE no ensino de Física, como Hodson (1993), Carvalho (2001) e Menezes (2011) nos ofereceram elementos importantes para a concepção e desenvolvimento dessas atividades, cooperando para construção de estratégias didáticas mobilizadas no desenvolvimento das 5 atividades realizadas.

Nesta seção, descrevemos e analisamos as estratégias didáticas construídas e mobilizadas pela professora-pesquisadora no desenvolvimento de AE fora do laboratório. Para isso, organizamos a análise dos dados gerados, considerando conceitos da teoria anteriormente mencionada, que nos orientaram no planejamento e realização das AE, a saber: situação de investigação; contrato didático; institucionalização; objetivação.

Vale ressaltar que tais conceitos da Teoria das Situações Didáticas foram notados em todas as AE, entretanto focalizamos um conceito específico para cada AE. Sendo assim, na sequência, detalhamos como cada um desses elementos contribuiu para o sucesso do planejamento e execução das AE, favorecendo uma aprendizagem dinâmica e investigativa.

### **5.1 Situação de investigação: em foco, o cotidiano do aluno**

Como já dissemos, a teoria das situações didáticas, proposta por Brousseau (1986), oferece uma estrutura para entender como o conhecimento é produzido e compartilhado em sala de aula. Uma das partes fundamentais dessa teoria é a situação de investigação. Ela se refere a um contexto de ensino no qual os alunos são colocados diante de um problema ou situação que requer uma exploração ativa e a formulação de hipóteses para ser resolvida. A situação de investigação é caracterizada por ser um momento em que o conhecimento ainda não está formalmente estabelecido para os estudantes; em vez disso, eles devem "descobrir" ou construir o saber a partir da experiência. (Brousseau, 1986).

Nesse cenário, o professor desempenha o papel de organizador do ambiente e facilitador do processo, antecipando, e não entregando diretamente as respostas. O



objetivo é incentivar os alunos a se envolverem ativamente no processo de construção do conhecimento. Brousseau (1986) descreve essa situação como um meio de promover a autonomia intelectual dos estudantes, pois eles precisam mobilizar seus recursos cognitivos, fazer conjecturas e testar suas ideias.

Uma característica crucial da situação de investigação é que ela deve ser suficientemente aberta para permitir múltiplas abordagens, mas também bem estruturada para direcionar os alunos à construção de conhecimentos relevantes. O desafio proposto deve estar no limiar da zona de desenvolvimento proximal dos estudantes (Vigostsky, 1978), de modo que eles sejam capazes de resolvê-lo com esforço e reflexão, sem que se torne trivial ou excessivamente frustrante.

Seguindo o conceito supracitado, na realização das AE, buscamos criar **situações relacionadas ao cotidiano dos alunos** que estão diretamente relacionadas com alguns objetos de aprendizagem como a *cinemática* — estuda a posição, a trajetória, a velocidade e a aceleração dos corpos, *dinâmica* — estuda o movimento e as forças que o causam e *hidrostática* — estuda o comportamento dos corpos em fluidos, como a água e o ar atmosférico.

As relações entre o cotidiano dos alunos e o ensino de Física são fundamentais para tornar os conceitos científicos mais acessíveis e significativos. Segundo Delizoicov e Angotti (1994), a utilização de situações do dia a dia como ponto de partida para o ensino de Física desperta a curiosidade dos estudantes e facilita a compreensão de fenômenos abstratos. Por exemplo, explorar temas como o movimento de um carro, o funcionamento de aparelhos eletrônicos ou o aquecimento global conecta os conteúdos escolares às experiências concretas dos alunos.

Freire (1996) reforça a importância de contextualizar o ensino, argumentando que o aprendizado só se efetiva quando dialoga com a realidade dos educandos. No ensino de Física, isso significa trazer exemplos práticos que façam parte do universo cultural e social dos estudantes, promovendo não apenas a aquisição de conhecimento, mas também o desenvolvimento de uma visão crítica sobre o mundo.

Além disso, Carvalho e Gil-Pérez (2011) destacam que a Física contextualizada contribui para a formação cidadã ao permitir que os alunos compreendam e analisem questões tecnológicas e ambientais que impactam diretamente suas vidas. Essa abordagem transforma a sala de aula em um espaço de investigação e reflexão, ampliando o papel da Física como ferramenta para interpretar e transformar a realidade.

Para exemplificar a utilização dessa estratégia, escolhemos a atividade do movimento oblíquo, cujo objetivo era que os estudantes tirassem a garrafa pet do lugar como um lançamento de um avião ou ainda de um foguete. Ou seja, intencionamos que, com essa AE, eles compreendessem que o lançamento de um avião e de um foguete envolve diferentes princípios físicos, mas ambos dependem das forças que atuam sobre eles, em especial a força de empuxo (força da gravidade e resistência do ar). Para o avião, o formato aerodinâmico das asas cria uma diferença de pressão entre a parte superior e inferior, gerando sustentação.

Iniciamos a discussão fazendo uma sondagem sobre aspectos do movimento em geral e como ele ocorre, seguido de diferentes exemplos de movimento até chegarmos no termo movimento em curva ou de acordo com o objeto de aprendizagem movimento oblíquo, (ver quadro 3, AE nº 03) , buscando assuntos já visitados no ano anterior. Nesse momento os alunos participaram ativamente da discussão. Na sequência, apresentamos aos alunos os objetivos da AE.

Abaixo segue parte dessa abordagem inicial.

*Kelly: Oiê, oiê... Vocês estão bem?*

**Sala: Aceno com a cabeça.**

*Kelly: Pessoal, tô com uma dúvida aqui. Se eu pedir para vocês me falarem sobre movimento. O que viria na cabeça de vocês?*

**Sala: Alguns começaram a dançar.**

*Kelly: Isso é movimento? E se eu disser que não. Na verdade, já definimos, vocês estão me enganando, rs.*

**G: Movimento tem que ter diferença de espaços. Sair daqui e chegar ali.**

*Kelly: Isso aí, lembraram?*

*Kelly: E as possibilidades de movimento? O que vocês poderiam me dizer?*

*AB: Todos os dias fazemos movimento, só de eu levantar e ir até o lixo. Se eu jogar uma caneta pro V.*

*Kelly: Quando você joga a caneta, o movimento é o mesmo de quando você vai até o lixo:*

**AB: Balançou a cabeça que não.**

*Kelly: Qual a diferença entre esses movimentos, então?*

**V: Um é reto e o outro é em curva... mas também pode ser reto. Me confundi, rs.**

**G: Eu acho que é retilíneo e curvilíneo.**

*Kelly: Bons termos, mas servem para trajetórias.*

*Kelly: Podemos falar de movimentos horizontais, verticais...*

**G: Aaaaaa, lançamento oblíquo. Eu lembro.**

*Kelly: Perfeito. Vamos então falar um pouco mais sobre esse tipo de movimento em específico.*

*Kelly: Gostaria que vocês produzissem movimentos oblíquos. Vamos até a quadra, lá estarão alguns objetos que os ajudarão na produção desse movimento. Topam?*

**Sala: Vamos..., agora?**

*Kelly: Sim.*

Após essa primeira abordagem, encaminhamo-nos para a quadra. Lá, os alunos encontraram alguns objetos que poderiam ou não ser utilizados para alcançarem o objetivo. Antes do início da aula, eu já havia estado por lá e deixado alguns itens como: garrafas pet, material de papelaria, bomba manual portátil, canos de PVC. Fizemos essa opção para que os educandos não tivessem contato com os materiais com antecedência e, assim pudéssemos, criar de fato uma situação de investigação. Após a chegada deles, dei as instruções para que se organizassem em grupos, utilizassem os materiais disponíveis e, em um primeiro momento não realizassem consultas na internet.

Segue parte da transcrição dessa conversa.

*Kelly: Pessoal, aqui estão os materiais que vocês podem utilizar, fiquem a vontade para manusear.*

**G<sup>2</sup>: Vai precisar de tesoura? M, e fita também?**

*Kelly: Os materiais estão à disposição, vocês podem usar ou não. Isso mesmo.*

**G: Nossa prô, não pode nem uma olhadinha...? (apontou para o telefone celular)..**

*Kelly: Rs, vamos combinar que nesse primeiro momento sem celular?!*

*A turma toda deu risada.*

**V: Prô, vamos fazer 4, tá? Você vai ajudar? Rs**

*Kelly: Repetindo, podem fazer em grupos... vocês irão se ajudar, ok?! Rs.*

<sup>2</sup> Foram utilizadas apenas as iniciais dos nomes dos alunos.

*Neste momento a turma começou a manusear os itens e formaram os grupos.*

Comecei a circular pelos grupos e percebi que alguns alunos estavam inseguros em estragar os materiais, principalmente as garrafas e então dei mais uma orientação:

*Temos mais garrafas guardadas, podem utilizar.*

À medida que o tempo passava, observava que os alunos entendiam cada vez mais o objetivo da aula e tentavam testar de diferentes formas, como evidenciaram os trechos a seguir, com as inserções entre os alunos nos grupos.

#### **Grupo 1**

**V: Se cortar essa parte? Fica mais fino, não fica? Vai voar mais alto, rs.**

**A: Tipo a ponta do avião mesmo, a ponteira. Tem que ser mais fina, claro.**

**V: Eu sei, mas não pode ser muito. Tem o negócio do atrito.**

**ME: Resistência que chama, do ar.**

**V: Isso, então vou cortar.**

#### **Grupo 2**

**E: A garrafa, se a gente fizer assim (movimento de cortar a garrafa).**

**B: Vai estragar, não corta.**

**E: A professora tem mais, mas dá pra colar fita também. Vou cortar.**

**B: Se você estragar eu não vou fazer de novo.**

**J: Pode cortar, depois emenda assim... tem que fazer a ponta do avião.**

#### **Grupo 3**

**B: Prô, pode vir aqui?**

*Kelly: Oi!*

**B: E se não der certo? A gente perde nota?**

*Kelly: Quem falou sobre nota? Fica tranquila, estamos experimentando.*

**A: Vai dar certo, tem até as bombinhas. Vamos por pressão. Vai ser o motor, entendeu? O ar vai ser combustível, a bomba vai ajudar. Se não tivesse a bomba eu não ia saber, rs.**

**Grupo 4**

**M: Será que tem que usar tudo? Tem coisa que não precisa... R, você vai usar tudo? Você vai saber explicar?**

**R: Tudo não, mas tem que pensar no avião. O que ele precisa? Ser menos pesado que o ar? Ou o contrário? Ele voa porque tem aquele negócio de força que equilibra. Vamos tentar com o ar só e depois com a água. Vai aumentar a pressão.**

**G: Eu vou pegar o cano para inclinar, igual quando pula na piscina, entendeu?**

**R: Tipo assim (fez a mão inclinada).**

Os estudantes ficaram em torno de 50 min manuseando os itens e fazendo os testes, como exemplificam as fotos a seguir.

Figura 3 - Lançamento de garrafa pet



Fonte: Acervo de fotos da professora-pesquisadora.

Por fim, após as experimentações em grupo, solicitei que atendessem ao objetivo da aula. Nesse momento, percebi que alguns tinham se distraído com os itens de apoio e não estavam focados no lançamento; resolvi intervir, porém deixando-os à vontade para realizarem os lançamentos.

Cabe ressaltar que, nessa atividade, apenas o grupo 1 não conseguiu realizar o lançamento. Pudemos observar que os componentes não utilizaram todos os itens disponíveis, como a plataforma de lançamento que favorece a inclinação da garrafa. Também verificamos que a garrafa não estava totalmente vedada, assim, parte do ar da bomba manual escapava, e a pressão ideal não era atingida.

Essas questões foram levantadas em uma discussão após o término da AE, em uma roda de conversa. Nela, refletimos sobre a necessidade do uso de todos os itens disponíveis na quadra da escola e sobre a importância de testar algumas possibilidades de execução e da própria experimentação como um todo. A seguir, registramos parte dessa conversa.

*Kelly: Vocês acham que se tivessem todos os itens que estavam à disposição os resultados seriam melhores?*

**M: No começo eu olhei e achei que tivesse que usar tudo, depois vi que não precisava... Mas vendo o resultado, entendi errado.**

**R: Pelo menos a plataforma a gente tinha que ter usado. Ela dava a sustentação. E se a gente tivesse colocado na inclinação como o V ia dar certo.**

*Kelly: Mas vocês nem chegaram a testar, correto?*

**R: Quando a gente ia pegar, o tempo já estava acabando.**

**M: Eu acho que faltou a gente planejar o tempo também, porque ficamos muito tempo só com a bomba enchendo a garrafa.**

**V: Eu vi que vocês também não colocaram água.**

**R: Da água foi preguiça mesmo. A primeira vez a M molhou tudo, tentamos sem a água.**

*Kelly: Qual a importância da água, nessa situação?*

**M: Eu vi que melhorara o equilíbrio, melhorava a questão das pressões.**

*Kelly: Muito bem... e qual a conclusão chegamos?*

**G: Profs, eu entendo que é experimentar. Santos Dumont devia ter um monte de objetos/materiais... ele... ele testou todos, com certeza.**

Em síntese, entendemos que a criação de uma situação problema relacionada ao cotidiano dos alunos é uma estratégia didática que contribui para que ocorra a relação do conteúdo teórico com a realidade prática tornando o aprendizado mais significativo e concreto, ajudando os alunos a entenderem o valor prático do que estão aprendendo, o que facilita a retenção e o entendimento mais profundo.

Ademais, colabora-se para a motivação dos alunos, pois, a nosso ver, ao perceberem a utilidade do que estão aprendendo no dia a dia, eles tendem a ficar mais engajados e interessados, aumentando a motivação e o envolvimento com o conteúdo. Por conseguinte, desenvolve-se o pensamento crítico, permitindo que analisem e interpretem problemas reais, refletindo sobre eles. Desse modo, promove-se a aplicação crítica do conhecimento. Entendemos também que, no momento que os incentivamos a investigar os fenômenos de forma livre, tornaram-se experimentos exploratórios, segundo Hodson (1993).

É o que pudemos observar nas interações anteriormente exemplificadas: eles acionam os seus conhecimentos prévios e expressam suas ideias utilizando sua linguagem cotidiana. Como defende Vygotsky (1978), ao trazer situações cotidianas, o professor insere o conteúdo em um contexto mais familiar e acessível, facilitando o processo de internalização do conhecimento por meio da mediação social.

Da mesma forma, para Freire (1996), o ensino deve estar conectado à realidade dos alunos para que possam se tornar críticos e capazes de transformar essa realidade. E ainda de acordo com a BNCC (2018), a abordagem dos conteúdos de ensino/objetos de aprendizagem relacionando-os às vivências dos alunos contribui para que os alunos se apropriem de conhecimentos científicos.

A abordagem dos conteúdos de Ciências deve ocorrer por meio de situações-problema, que possibilitem aos estudantes mobilizar seus conhecimentos para explicar características naturais e compreender as relações entre eles e as tecnologias presentes no cotidiano. Esse processo contribui para que os estudantes se apropriem de conhecimentos científicos e tecnológicos e os apliquem em questões do cotidiano e em tomadas de decisões responsáveis no contexto individual e coletivo. (Brasil, 2018, p. 321)

Assim, essa estratégia não apenas facilita a compreensão dos conceitos científicos, mas também promove a apropriação ativa do conhecimento, permitindo que os alunos façam conexões significativas entre teoria e prática. Quando enfrentam

desafios concretos, eles desenvolvem habilidades para resolver problemas, refletir criticamente sobre suas decisões e tomar atitudes responsáveis que impactam tanto sua vida individual quanto a coletividade.

## 5.2 Contrato didático: a importância da negociação e adaptação

O conceito de contrato didático, desenvolvido por Brousseau (1986), é central na teoria das situações didáticas e aborda a dinâmica relacional entre professores e alunos durante o processo de ensino e aprendizagem. Ele pode ser entendido como um acordo implícito que estabelece as expectativas, responsabilidades e regras entre os participantes do processo educativo. Esse acordo não é formalizado por escrito, mas é fundamental para a organização e desenvolvimento das atividades didáticas.

O contrato didático tem duas dimensões principais: a primeira é a dimensão epistemológica, que se refere às expectativas relacionadas ao conteúdo e aos processos de aprendizagem. Nesse aspecto, o contrato define o que é considerado conhecimento válido e como deve ser abordado. A segunda dimensão é a dimensão pedagógica, referente às práticas e comportamentos esperados dos alunos e do professor. Recobre aspectos como a forma de participação dos alunos, a organização das atividades e a metodologia utilizada.

Durante o processo educativo, o contrato didático é frequentemente renegociado. Por exemplo, quando uma situação de ensino apresenta dificuldades inesperadas ou novos problemas surgem, tanto professores quanto alunos podem ajustar suas expectativas e práticas para adaptar-se às novas circunstâncias. Esse ajuste pode envolver mudanças nas atividades propostas, nos objetivos de aprendizagem ou nas estratégias de ensino. A **negociação e a adaptação do contrato didático** são estratégias didáticas cruciais para garantir que o ensino seja eficaz e que os alunos se envolvam ativamente no processo de aprendizagem.

Nessa abordagem, diferentemente da estratégia que mobilizamos na atividade anterior, solicitamos que os educandos trouxessem alguns materiais de papelaria e demais itens para realização de uma AE. A lista com os itens foi enviada pela plataforma de ensino utilizada pela escola e continha os seguintes elementos: papel cartão ou *color set* preto, papel vegetal, fita adesiva, cola e tesoura.

Na aula que antecedeu à realização da AE fizemos alguns combinados, a saber:



1° combinado: Cada dupla de alunos — não necessariamente os alunos trabalhariam em duplas — deveria levar à escola um item da lista que havia sido colocada em lousa.

2° combinado: No dia da AE, eles poderiam ficar à vontade para atuar nos formatos individual/dupla/grupo.

3° combinado: Evitar a comunicação entre eles durante a execução da AE.

4° combinado: Realizar a AE com os recursos fornecidos no dia.

5° combinado: Utilizar os espaços comuns da escola para realização da AE.

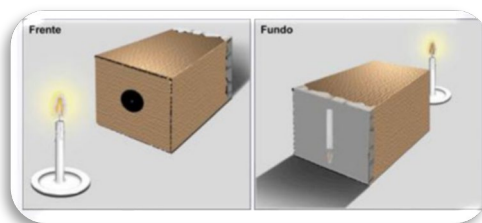
6° combinado: Discorrer sobre a natureza da luz.

7° combinado: Captar uma imagem a partir da construção do objeto câmera escura de orifício na AE.

Escolhemos a atividade “entendendo comportamento da luz”, (Quadro 3, AE n° 04). Nossa intenção era demonstrar os princípios básicos da formação de imagens e o comportamento da luz. Nessa atividade, os alunos puderam observar, de forma prática e concreta, conceitos fundamentais da ótica, como a propagação retilínea da luz, a formação de imagens invertidas e as relações entre o tamanho da imagem e a distância entre o orifício e o anteparo.

Também diferentemente da AE n° 03, não aconteceu preparo do ambiente, apenas os aguardei na sala de aula para verificar os materiais trazidos pelos alunos. Com os materiais sobre as carteiras, projetei no quadro o objeto que eles iriam reproduzir: câmera escura de orifício.

Figura 4 - Projeção da imagem da câmera escura de orifício



Fonte: Imagem do Google<sup>3</sup>.

Após a projeção da imagem começaram algumas discussões:

---

<sup>3</sup> Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/15907836/>. Acesso em: 15 out. 2024.

**Sala: Como vamos fazer isso?**

**Sala: Jura, prô?**

*Kelly: Juro, rs.*

**S: Eu já vi isso, mas nem sei por onde começar.**

**V: Vai ter roteiro, tinha no livro do 9º ano.**

**G: Acho que não lembro.**

**C: A lata vai ser a câmera, e o resto?**

**Sala: Não vai dar certo, rrsrs.**

**Sala: Prô, dessa vez você ajuda?**

*Kelly: Rrsrs... vamos lá pessoal... Quem lembra dos nossos combinados?*

**M: Eu lembro e não gostei do que a gente combinou, rrsrs.**

**M: A prof tá falando de usar só o que a gente tem.**

**V: A gente tem você, prô. A gente pode usar!**

*Kelly: Rrsrs, não vale né!! Vamos recordar nossos combinados. Os materiais estão ok, muito bem!!! Como vocês se reunirão? Duplas?*

**Sala: Aaa, vamos em grupos... vamos gente.**

*Kelly: Ok, tudo bem. A ideia é então que vocês se reúnam e, a partir dessa imagem que é a câmera escura, vocês a reproduzam. Mas o objetivo não é apenas esse. O objetivo é trazer uma imagem, como se fosse uma fotografia e então falaremos sobre a luz. Tudo bem?*

**Sala: Pode olha o celular?**

*Kelly: Por enquanto não, ok?*

**Sala: Descontentamento.**

*Kelly: Então vamos começar?! Vou ajudar, vai... vamos colocar as carteiras em formação de grupo, isso vai auxilia-los.*

**M e G: Só isso, essa é sua ajuda? Rrs.**

*Kelly: Sim, rrs.*

Os alunos se organizaram, levantaram várias vezes para olhar de perto a projeção, enquanto eu caminhava pelos grupos. Durante duas aulas, o primeiro objetivo, a construção da câmera escura, não estava nem perto de ser concluído, pois apenas um grupo conseguiu cumpri-lo. Foi quando fiz uma intervenção, entendendo

que aquele era o momento de quebrar nosso contrato didático e mostrar o roteiro da construção da câmera. O trecho a seguir revela o incômodo dos alunos.

**Sala: Prô... não está formando?**

**Sala: Muitos falando ao mesmo tempo.**

*Kelly: Pessoal, tenho observado uma dificuldade de encontrar a posição correta para fazer o furinho, certo? Vamos fazer um exercício mental, pensem em como é uma máquina fotográfica, ou ainda como é a câmera do celular de vocês. Precisamos de um burquinho para a entrada de luz, estão me acompanhando?*

**Sala: sinal de sim com a cabeça.**

*Kelly: Este lado será a entrada de luz, que não pode ser grande. E esse outro lado é o que chamamos de anteparo, onde a luz vai bater. (estava com um dos itens na mão e fazendo a demonstração).*

**M: Mano... rrsrrsrs... a gente tava fazendo o contrário. Aff.**

**M: Agora vai, prof... rs.**

**V: O preguinho vai fazer o furinho, bem pequeno.**

*Kelly: Rrsrrs, Isso. Vocês precisarão testar o diâmetro do furo. Não façam tão grande. Aos poucos!*

**G: Eu acho que deu certo. Prof.s pode apagar a luz?**

*Kelly: Vamos aguardar todos estarem no mesmo estágio.*

**A: Estamos quase.**

*Kelly: Legal.*

**ME: Eu ainda não entendi.**

Após recolher alguns itens e demonstrar como deveriam proceder, percebi que a maioria desenvolveu rapidamente e bem a ideia, exceto uma aluna que sentiu um pouco mais de dificuldade e, então, fiz uma nova intervenção.

*Kelly: Pessoal, vou passar de grupo em grupo para algumas orientações.*

*ME, deixa eu ver em qual etapa vocês estão?*

**ME: Não sei qual o lado.**

*Kelly: O lado está invertido. Pega o seu celular, vamos comparar.*

**ME: Essa é a lente, então? E esse a parte de trás? Acho que vi.**

*Kelly: Rsrtrs, Isso. Entendeu direitinho.*

**ME: Vou fazer, prô, entendi.**

Apesar de entendermos que o contrato didático influencia fortemente a interação entre os alunos e o conteúdo, alguns ajustes podem ser feitos ao longo do processo. Um contrato didático bem estabelecido ajuda a criar um ambiente de aprendizagem onde os alunos entendem o que é esperado deles e como podem alcançar os objetivos de aprendizagem propostos. Em contrapartida, a quebra ou o mal-entendido do contrato pode levar a dificuldades no processo de aprendizagem, exigindo uma intervenção pedagógica para realinhar as expectativas e práticas.

Conforme podemos observar nas interações, as orientações não ficaram tão claras, e as intervenções foram necessárias. Esse movimento nos fez refletir sobre duas situações importantes no processo de ensino e aprendizagem. Os alunos têm a figura do professor como um norteador e se sentem seguros ao receberem os comandos e fazer como foi solicitado. Em contrapartida, eles esperam esses comandos como se fossem roteiros de como proceder o que atribuímos a um modelo de ensino tradicional. A fala do professor, seu repertório, sua vivência e até mesmo seu vínculo com os alunos interferem na condução da aula, conforme assevera Shulman (1987). Esse tipo de conhecimento vai além do domínio dos conceitos de uma disciplina, englobando a habilidade de traduzir esse conteúdo em formas que possam ser compreendidas pelos alunos. O PCK de Shulman inclui a capacidade de prever dificuldades de aprendizagem, usar exemplos práticos, adaptar o ensino a diferentes contextos e fazer julgamentos pedagógicos informados.

Os alunos, mesmo sem conseguirem confeccionar a câmera escura no primeiro momento não desistiram da AE e, quando receberam as orientações complementares, seguiram a atividade.

Vejamos alguns registros dessa AE.

Figura 5 - Início da construção da câmera escura



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

Figura 6 - 1º momento de intervenção na construção da câmera escura



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

Figura 7 - 2º momento de intervenção: teste para captação de imagem



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

Figura 8 - Testes para captação de imagem após a intervenção



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

Figura 9 - Resultados em luz artificial



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

Figura 10 - Resultados em luz natural



Fonte. Acervo da professora pesquisadora.

À medida que a AE seguia, observei quais aspectos apresentaram problemas para colocar em discussão. Vale lembrar que a discussão dessa atividade não pôde ser realizada na mesma semana, em função do tempo empreendido para sua conclusão. Por isso, ela foi realizada na semana seguinte.

Na discussão, pudemos perceber que a atividade foi bastante produtiva para os alunos, pois todos atingiram os objetivos previstos. A AE acabou sendo retomada nas casas dos discentes, pois sentiram curiosidade de captar outras imagens nos arredores das residências com iluminação natural, em diferentes horários do dia, e com iluminação artificial. Na aula seguinte, em que realizamos a discussão, eles trouxeram mais resultados.

Os trechos a seguir correspondem ao momento da discussão com os alunos sobre a atividade realizada.

*Kelly: Bom dia, pessoal. Vamos falar um pouquinho sobre a atividade da semana passada?*

**G:Prof., Fiz em casa, olha. Tava bem Sol... olha que bonito que ficou!**

*Kelly: Ficou mesmo, mas aqui você estava em um lugar alto, né?*

**G: Sim, o terraço do prédio. Dá pra ver o mercado, tá vendo?**

*Kelly: Sim, bem legal.*

*Kelly: Mas alguém fez em casa?*

**V: Eu estava com a G. Depois levei pra casa, mas já estava no final da tarde, tinha pouca luz.**

**A: Eu fiz também.**

**H: Fiz também.**

*Kelly: Boa deixa, rs. Vamos falar do comportamento da luz mas antes queria saber de vocês sobre o desenvolvimento da atividade.*

**Sala: Vários alunos falando ao mesmo tempo.**

**H: Achei difícil. Não sabia muito bem por onde começar.**

**S: Foi tipo montar uma coisa sem manual, sabe?**

*Kelly: E vocês leem manual? Brincadeira, rs. Fala G.*

**G: A imagem que você mostrou era meio técnica, eu tive dificuldade em enxergar os lados, quando você comparou com o celular eu achei melhor.**

**M: Eu acho que a gente fez no 9º ano uma coisa dessa, mas tinha o roteiro no livro.**

**ME e G: Tinha mesmo, tinha até a medida daquele círculo.**

*Kelly: Vocês acham então que se tivesse receitinha ia dar mais certo?*

**ME: Ou a receita ou você falando o passo a passo.**

*Kelly: Ficaria fácil, rsrsrs.*

**T: Prô, a gente fez. Foi difícil, mas fizemos antes de você ajudar. Eu acho que não precisaria da receita, isso foi no 9º. Se você mostrasse cada item com o nome, igual da imagem, acho que ia ser mais fácil e rápido. Ou se a gente pudesse conversar ou olhar o cel, rs.**

**T: Mas aí a gente não ia pensar também, rsrs.**

*Kelly: A ideia é que vocês executem de forma autônoma, com menos intervenção minha possível...*

**T: A gente tá acostumado com tudo resumido, rs.**

*Kelly: Sim!*

*Kelly: Vamos lá. A ideia é vocês sejam os protagonistas. Que tentem resolver as dificuldades. Claro que estou por aqui para auxiliar sempre.*

**V: Será que se tivesse mais tempo?**

*Kelly: Boa, V. Eu entendo que sim, vocês estavam fazendo quando eu intervi. Infelizmente nosso tempo é controlado. Mas fiquei bem satisfeita que vocês não desistiram. Trouxeram o material. Seguiram nossos combinados. Eu que não segui.*

**S: Não, mas ficamos enrolados. Depois você desenrolou, rs. Deu certo. Eu gostei.**

*Kelly: Rsrtrs, que bom.*

Por fim, a discussão trouxe mais clareza para a ação de como pensar e realizar uma AE, e como deixar os objetivos mais claros, estimular a discussão e troca de ideias. Ademais, contemplou adaptações baseadas no conhecimento do conteúdo e sua aplicabilidade.

A nosso ver, trazer o contrato didático para os alunos é uma estratégia didática que contribui para a clareza das expectativas entre eles e o professor, ajudando a estabelecer regras, responsabilidades e limites no processo de ensino e aprendizagem. Esse contrato, implícito ou explícito, facilita a organização das interações na sala de aula, promovendo um ambiente de maior previsibilidade e confiança, no qual os discentes sabem o que os espera, e o professor compreende suas responsabilidades pedagógicas. Sugere-se, então, uma responsabilidade mútua: o professor deve fornecer as condições adequadas para o aprendizado, enquanto o aluno tem a obrigação de se envolver no processo. Esse acordo contribui para que ambos os lados assumam seu papel, criando um ambiente mais colaborativo e produtivo.

Para Brousseau (1997, p. 61),

O contrato didático regula os comportamentos do aluno e do professor em relação ao saber que é ensinado. Ele determina, implicitamente, o que o professor deve ensinar e como ele pode fazer isso, assim como o aluno deve aprender e as condições sob como ele deve aprender.

O contrato didático também pode ser ajustado de acordo com as necessidades e dificuldades dos alunos são identificadas. Esse aspecto permite que o professor mude sua abordagem se perceber que os alunos estão enfrentando desafios inesperados, garantindo uma adaptação mais eficaz e flexível no processo de ensino. O contrato didático também trata da gestão de erros. Ele define até que ponto o aluno pode experimentar e errar antes que o professor intervenha. Isso permite que o aluno aprenda com seus erros, promovendo um aprendizado mais profundo e independente.



### 5.3 Institucionalização: a sala de aula invertida e o trabalho em equipe

A institucionalização, segundo Brousseau (1997), é um conceito chave que se refere ao processo pelo qual o conhecimento gerado durante a interação educativa é formalizado e reconhecido como parte do saber institucionalizado. Esse processo ocorre quando o conhecimento desenvolvido pelos alunos, a partir das atividades didáticas e das situações de investigação, é sistematizado e integrado ao currículo e práticas pedagógicas da escola.

O processo, ainda de acordo com o teórico, ocorre em duas situações principais: a *formalização* e a *validação*. A primeira é o momento em que as ideias e soluções desenvolvidas pelos alunos são organizadas e estruturadas em conceitos e conhecimentos que podem ser ensinados e avaliados. Envolve a sistematização do conhecimento experimental ou prático em termos teóricos e normativos, que são aceitos e compreendidos dentro do contexto educacional.

A segunda, por sua vez, refere-se ao reconhecimento do conhecimento como válido e relevante para o grupo escolar. Durante essa etapa, o conhecimento é legitimado mediante a aprovação do professor e, muitas vezes, da instituição educacional como um todo. Isso pode envolver a discussão dos resultados e das descobertas com os colegas, a correção e a reflexão sobre as ideias desenvolvidas, e a inclusão desses conceitos na prática pedagógica regular.

A institucionalização desempenha papel crucial ao transformar o conhecimento surgido durante as atividades experimentais e investigativas em conteúdo didático que pode ser continuamente ensinado e aprendido. Esse processo garante que o conhecimento não seja apenas um produto efêmero das atividades em sala de aula, mas que se torne parte do repertório educacional formal.

Brousseau (1997) argumenta que a institucionalização é um elemento essencial para que o conhecimento construído pelos alunos tenha relevância e aplicabilidade no contexto educativo. Sem esse processo, o aprendizado pode permanecer isolado e não integrado ao currículo, limitando seu impacto e utilidade.

No desenvolvimento das AE realizadas no momento de institucionalização, selecionamos, para a análise, as AE 01 e 02 (Quadro 3), em que buscamos diferenciar as densidades e verificar diferentes pressões. Vale ressaltar que essas atividades foram as primeiras a serem desenvolvidas, e foi quando percebemos que o modelo

mais tradicional não era suficiente para a aprendizagem esperada. Por isso, utilizamos uma estratégia didática que consideramos essencial nesse momento: **a sala de aula invertida e o trabalho em equipe.**

Nessa proposta, os alunos têm contato inicial com o conteúdo fora da sala de aula, geralmente por meio de vídeos, leituras ou outros materiais *on-line*, e o tempo em sala é utilizado para atividades mais dinâmicas, como é o caso de nossas AE. Segundo Moran (2015, p. 15)

a sala de aula invertida permite transformar o papel passivo do aluno em um papel ativo, e o professor deixa de ser o expositor para ser o organizador de situações de aprendizagem, otimizando o tempo para o desenvolvimento de competências mais profundas e colaborativas.

Seguindo o conteúdo programático do material didático utilizado pela escola, desenvolvemos o trabalho com o conceito de hidrostática, onde temas como densidade e pressão estavam presentes. Inicialmente, seguimos o planejado: contextualização dos assuntos, realização de exercícios teóricos e suas devidas correções em lousa até que, aparentemente, encerramos todo o conteúdo. Porém, senti a necessidade de exemplificar de maneira mais visual e principalmente prática. Foi então, que, ao final de uma aula tradicional, propus que os alunos pesquisassem de forma mais aprofundada esse tema: densidade e pressão.

Seguem alguns trechos dessa conversa.

*Kelly: Pessoal, acabamos os exercícios de aplicação. Que tal se nós, na verdade vocês, fizessem algumas atividades experimentais?*

**Sala: Semana que vem?**

*Kelly: Na próxima, em função do feriado. Vamos deixar para duas semanas.*

**AB: O que vamos fazer?**

*Kelly: Já que terminamos o conteúdo, podemos deixa-lo mais interessante, agora “provando” aquilo que corrigimos. Vamos fazer assim: vamos buscar em nossa plataforma, aplicativos e outras plataforma digitais atividades que mostrem como podemos modificar a densidade de um composto, como alteramos a pressão, quais são as grandezas físicas que podem alterar essas outras grandezas. Vou escrever algumas orientações, ok?!*

*V: Prô, vai colocar na plataforma?*

*Kelly: Vou, posto hoje ainda. Mas vamos continuar aqui. Gostaria que vocês, agora que já sabem sobre o conteúdo validassem que de fato aquilo que aprendemos de um jeito mais formal possa ser testado. Entenderam?*

**Sala: Balançaram a cabeça que sim.**

**G: A gente pode montar um circuito?**

*Kelly: Estações, acho interessante.*

**G: Isso.**

**M: A gente vai aplicar, né? Aquilo que já fizemos.**

*Kelly: Exatamente. Vamos marcar para a sexta-feira. Temos as aulas de aprofundamento. Então utilizamos até para um componente de avaliação.*

**Sala: Em grupo?**

*Kelly: Vamos fechar equipes, isso mesmo.*

**Sala: Sim!**

*Kelly: Legal! Na aula que vem então vocês me passam os nomes dos componentes das equipes. Ah, pessoal, esse é o momento do trabalho em equipe.*

Realizamos a AE em duas etapas, em função de troca de prédio da instituição de ensino. Na data programada para a primeira aula invertida, notei que os alunos estavam ansiosos. Até então, as atividades experimentais eram realizadas com roteiro, com a solicitação de materiais e até mesmo com uma sequência fixa de procedimentos. Nessa situação, foram eles que pesquisaram quais seriam os materiais e a ordem para realizarem a atividade. Mesmo conhecendo sobre o assunto e sabendo o que queríamos validar, a insegurança esteve presente. Percebi que precisava retomar alguns conceitos e acalmá-los caso o experimento que haviam pesquisado não desse certo. Os trechos a seguir evidenciam o momento em que alguns alunos se mostraram ansiosos com a demonstração da atividade.

*Kelly: Pessoal, fiquem tranquilos! A começar que aqui não é competição. Estamos experimentando, lembram? São também nos erros que podemos entender o que não certo, e principalmente, refazer e acertar.*

**Sala: Tá bom!**

**G: Prô, vamos ir na frente?**

*Kelly: Vamos começar assim, numa próxima seguimos por estações. Pode ser o seu, B?*

**B: Pode!**

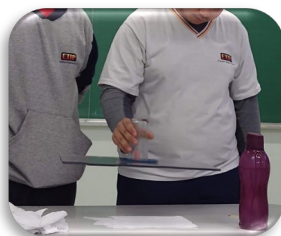
Depois de acalmá-los e combinarmos alguns itens, como o tempo da apresentação e a organização em relação à limpeza, demos início. Seguem alguns registros do momento.

Figura 11 - Alterando a densidade da água



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Figura 12 - Alterando a densidade da água



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Os alunos mostraram que tanto a densidade quanto a pressão dos corpos podem sofrer alterações se o meio for alterado. A adição de outros componentes a uma substância pode alterar sua densidade. Por exemplo, misturar água com sal aumenta a densidade da solução em comparação à água pura.

Nesse dia, as apresentações ficaram um tanto confusas, pois, como já citado, os alunos estavam nervosos e desorganizados, em virtude de não estarem acostumados a trabalhar dessa forma. Os experimentos que trouxeram de fato validavam o conceito que tínhamos estudado, mas a execução da prática não ia ao encontro do que eles estavam querendo mostrar. Sugeri que pensássemos em outra

estratégia para que prática fosse a validação do assunto visto em aulas anteriores como os conceitos de Arquimedes (287 a.C. - 212 a.C.) e de Torricelli (1608-1647).

Adiamos a apresentação dos grupos seguintes e refletimos sobre o ocorrido. Após assistir ao conteúdo de áudio e vídeo daquela aula, notamos que os grupos não estavam entrosados. Aparentemente, um componente do grupo havia feito a pesquisa, outro comprado os materiais necessários, outro feito a apresentação, mas não haviam testado e nem associado o experimento antes de apresentar.

Entendemos que deveríamos dar um pouco mais de orientações sobre o objetivo que queríamos alcançar. No intervalo de uma aula do itinerário de aprofundamento em Física e na aula de Física, decidimos passar um filme, aproveitando o assunto ainda recente — a pandemia de covid-19. Na produção, retrata-se a mobilização de um país sobre um surto de uma cepa mortal de H5N1 que mata suas vítimas em 36 horas. O filme intitulado “A gripe” está disponível na plataforma de *streaming* Netflix (A GRIPE. Direção: Kim Sung-Su. Produção de LIm Yeong-joo, Teddy Jung. Coreia do Sul, 2013. 122 min. Netflix. Disponível em: <https://www.netflix.com/title/70288432>). O objetivo era deixar clara a importância da formalização de um assunto tanto como a validação e ainda que os conhecimentos trocados e somados durante uma ação colaborativa entre os pares só aumentam o sucesso de um determinado conteúdo.

Passamos o filme em três aulas, totalizado 150 min. Como ele não preencheu todo o tempo, pudemos fazer uma breve discussão sobre a importância dos objetivos que gostaríamos de alcançar e agendamos as apresentações das demais equipes.

Infelizmente, gostaríamos de que as equipes anteriores tivessem a oportunidade de se apresentarem novamente, mas, por questões de cumprimento de calendário escolar (semana de avaliações gerais), não houve tal possibilidade.

As apresentações das demais equipes, mostrando como os conteúdos poderiam ser validados por meio dos experimentos foi realizada, e nessa oportunidade, as explicações ficaram mais claras e organizadas.

Abaixo, reproduzimos algumas imagens.

Figura 13 - Demonstração da alteração da densidade da água pela adição de açúcar



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Nessa mesma aula, conseguimos realizar uma roda de conversa para entender as dificuldades encontradas acerca da AE proposta.

*Kelly: E então, gostaram da aula?*

**V: Desse sim, a anterior ficou meio confusa.**

**B: Eu estava morrendo de medo, prô...**

*Kelly: Medo do que?*

**B: De não dar certo e não ter nota.**

*Kelly: Talvez eu não tenha sido muito clara com vocês. A nota é uma espécie de instrumento de medida que diz se vocês atingiram certo objetivo ou não. Eu entendo a importância dela, mas não fazemos nossas atividades apenas para isso. Outras questões estão envolvidas.*

**B: Sim, depois que você falou que podia errar eu me soltei.**

*Kelly: Que bom. Nosso objetivo era que vocês pudessem transpor um assunto que já havia sido discutido e apresentassem de forma prática como uma confirmação. Assim como tantas confirmações de fenômenos aconteceram ao longo da Ciência. E além disso, entender o trabalho em equipe. Não adianta apenas separar as funções, elas precisam estar em harmonia.*

**AB: O nosso ficou parecendo o boneco do Frankenstein, todo remendado.**

**Sala: Risos.**

**AB: Mas depois ficou bom.**

**G: Se a gente não se organiza não sai nada. Ah, e se não testa também.**

*Kelly: Isso.*

**T: Profa., sabe que também percebi, mas você ainda vai falar disso que eu li lá no livro e mostrou no filme?! As variáveis. Se não isolar, as vezes não funciona.**

*Kelly: Perfeita colocação. A validação de algo também envolve testar as possibilidades, e trata-las de acordo com cada evento.*

**B: A gente não tinha testado antes mesmo, só visto o Manual do Mundo fazer.**

*Kelly: Mas agora, entendo que estamos alinhados, essa só foi a primeira proposta, faremos outras com outras estratégias e a tendência é que nossa prática seja melhorada. Muito obrigada, pessoal! Obrigada pela participação de todos.*

Conforme podemos observar, o momento da discussão tem importância significativa durante o processo, além de ser uma oportunidade de reflexão sobre a prática docente. Assim, percebemos a relevância da roda de conversa também como estratégia didática. Trata-se de uma estratégia didática poderosa, que favorece a construção coletiva do conhecimento, desenvolve habilidades sociais e de pensamento crítico, e promove um ambiente de aprendizado inclusivo e respeitoso. Ao integrar essa abordagem às práticas pedagógicas, os educadores podem enriquecer o processo de ensino e aprendizagem e preparar os alunos para serem cidadãos mais conscientes e participativos.

E aqui recorreremos a Shulman (1986,1987), quando afirma que, à medida que o professor amplia seu PCK, ele é capaz de perceber, no momento de sua ação, outras estratégias. Para esse autor, o PCK pode ser ampliado pelo professor ao integrar suas experiências e práticas de ensino, à medida que ele aprende a adaptar e transformar o conteúdo para torná-lo mais acessível aos alunos. O teórico afirma que os professores ampliam seu PCK continuamente à medida que refletem sobre sua prática e incorporam novas formas de ensinar, com base em suas experiências e no *feedback* de seus alunos (Shulman, 1986, p. 10).

Entendemos que a reflexão sobre a prática nos trouxe essa consciência, ao percebermos que ainda era necessário retomar o conteúdo de outra forma, levando para os alunos mais elementos associativos, como o filme, deixando-os confiantes e confortáveis para apresentarem atividades.

A estratégia utilizada — sala de aula invertida aliada ao trabalho em equipe — se mostra uma abordagem pedagógica eficaz na construção do conhecimento dos

alunos. Nesse modelo, os estudantes têm a oportunidade de explorar o conteúdo de maneira autônoma antes de se encontrarem em sala de aula. Ao assistir a vídeos, ler materiais ou realizar atividades *on-line*, eles começam a formar suas próprias ideias sobre os conceitos abordados.

Quando se reúnem em grupos para discutir o que aprenderam, ocorre uma troca rica de conhecimentos. Cada membro traz suas percepções, experiências e entendimentos, permitindo que o grupo como um todo amplie sua visão sobre o tema. Essa colaboração é fundamental, pois os educandos conseguem explicitar seus conhecimentos prévios, confrontá-los e analisá-los à luz de novas informações. Ao debaterem e articularem suas ideias, os alunos desenvolvem habilidades de comunicação e argumentação, essenciais para o aprendizado significativo.

Durante o trabalho em equipe, os alunos são desafiados a associar o conhecimento científico que encontraram em suas pesquisas com suas experiências práticas e vivências. Esse processo de conexão entre o que já sabem e o que estão aprendendo é vital, pois favorece uma compreensão mais profunda e contextualizada dos conceitos.

A validação do conhecimento ocorre quando os alunos apresentam suas conclusões e descobertas para o restante da turma. Nesse momento, o professor atua como mediador, facilitando o diálogo e ajudando a esclarecer dúvidas. A discussão em grupo permite que os alunos validem suas ideias com base no *feedback* dos colegas e do professor, solidificando sua compreensão e reforçando a importância do conhecimento científico. A experiência de trabalhar juntos e validar suas aprendizagens em um ambiente colaborativo torna o aprendizado mais eficaz, significativo e duradouro, ideias que vão ao encontro dos pressupostos da BNCC.

Em seu texto, a BNCC escreve que, ao longo da educação básica, as aprendizagens fundamentais estabelecidas têm o propósito de garantir aos alunos o aprimoramento de dez competências gerais. Essas competências são entendidas como a capacidade de integrar conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para lidar com questões complexas do dia a dia, do exercício pleno da cidadania e do ambiente de trabalho (Brasil, 2018). Nesse entendimento podemos destacar 3 de 10 competências gerais da BNCC. Em relação à Competência 4, denominada “Comunicação”, o documento afirma:



Utilizar diferentes linguagens (verbal, escrita, corporal, visual, digital) para expressar-se de maneira eficaz em diversos contextos e mídias. A competência envolve o domínio da leitura, escrita e interpretação de textos, assim como a capacidade de argumentar e dialogar de forma ética e respeitosa. (Brasil, 2018, p. 11).

Quanto à Competência 6, que recebe o nome de “Trabalho e projeto de vida”, o texto declara:

Desenvolver o senso de responsabilidade, autonomia e planejamento, com foco no projeto de vida pessoal e profissional. Essa competência incentiva os alunos a planejar suas trajetórias futuras, considerando as transformações do mundo do trabalho, e a contribuir para o desenvolvimento social de forma sustentável. (Brasil, 2018, p. 11).

A Competência 9, designada como “Empatia e Cooperação”, é assim definida:

Exercitar a empatia, o diálogo, a cooperação e o respeito às diferenças, promovendo interações sociais saudáveis e a resolução de conflitos de forma pacífica e construtiva. Esta competência visa preparar os alunos para viver em sociedade de forma colaborativa, compreendendo e respeitando a diversidade cultural, social e emocional. (Brasil, 2018, p. 12).

Dessa forma, é possível considerar que a sala de aula invertida e, conseqüentemente, o trabalho em equipe construídos nas AE 01 e 02, são estratégias que promovem uma aprendizagem mais ativa e integrada. Ao proporcionar aos alunos a oportunidade de acessar o conteúdo de forma autônoma antes das aulas, essa estratégia valoriza o tempo em sala para atividades que envolvem cooperação, troca de ideias e resolução conjunta de problemas atendendo aos objetivos de nossas AE. Isso não só facilita a assimilação mais profunda dos conceitos, mas também estimula habilidades interpessoais, como a comunicação, o trabalho em equipe e a responsabilidade coletiva.

#### **5.4 Objetificação: o aluno como protagonista**

A “objetificação”, na teoria das situações didáticas de Guy Brousseau, é um conceito crucial que descreve o processo pelo qual o conhecimento é transformado de uma experiência pessoal e prática em um saber reconhecido e compartilhado que pode ser ensinado e aprendido dentro do contexto educacional. A objetivação, segundo o autor, ocorre quando as descobertas e soluções elaboradas pelos alunos durante as atividades didáticas são formalizadas e convertidas em conceitos e teorias que são institucionalizados e aceitos como parte do conhecimento pedagógico.

Durante o momento de objetivação, o conhecimento gerado nas situações de investigação é sistematizado e traduzido em formas que podem ser comunicadas e compreendidas por outros. Isso envolve a elaboração de definições, teoremas, fórmulas ou princípios que encapsulam as ideias desenvolvidas pelos alunos. Esse processo é fundamental para que o conhecimento não permaneça limitado ao contexto específico em que foi produzido, mas seja integrado ao repertório acadêmico e pedagógico de forma geral.

A objetivação se manifesta de várias formas. Pode envolver a criação de representações matemáticas ou científicas que ajudam a explicar e a consolidar as descobertas feitas pelos alunos. Além disso, o conhecimento deve ser validado e legitimado através da discussão e da aceitação por parte da comunidade acadêmica e educacional, o que garante que ele tenha relevância e aplicabilidade no contexto educacional mais amplo.

Do mesmo modo, a objetivação contribui para a formação do que é considerado como conhecimento científico ou acadêmico. Ao transformar descobertas pessoais em conceitos formalizados, ela permite que o conhecimento seja transmitido e utilizado em contextos educativos e profissionais futuros.

Nessa etapa, propusemos que os alunos trouxessem situações que julgassem curiosas para discutirmos em nossas AE. Para que o processo fosse claro e fizesse sentido para eles, em uma de nossas aulas teóricas-expositivas, questionei sobre alguns objetos de aprendizagem que ainda veríamos no decorrer do ano letivo. Alguns temas foram citados, como podemos observar mais adiante. O objetivo era que trouxessem conteúdo de Física, mesmo os abordados em Ciências, em séries anteriores, que não tenham compreendido adequadamente ou que lhes despertam curiosidade. Por exemplo: as questões do Universo, dos átomos e partículas fundamentais, a transformação de energia ou o fenômeno do choque elétrico. Com isso, a ideia era que, a partir de uma motivação/interesse pessoal, os estudantes pesquisassem em diferentes fontes (*sites* de internet, livro didático, aplicativos de inteligência artificial, entre outros) os conceitos teóricos sobre a temática trazida, a fim de, colaborativamente, sistematizarmos e traduzirmos esses conceitos, em linguagem mais conceitual, que pudesse ser comunicada e compreendida por todos. Trata-se da AE n° 05 (Quadro 3).

Os trechos a seguir evidenciam o início das discussões.

*Kelly: Alguns assuntos são realmente bem curiosos, vocês não acham?*

**A: Difíceis, né prô!!!**

*Kelly: Claro que não, rrsrsrs.*

**A: Sim, mas a curiosidade também.**

*Kelly: A, o que você acha curioso?*

**A: Eu gosto quando a gente fala do Universo.**

**B: Eu também.**

**H: Também.**

*Kelly: Acho sensacional, mas Universo foi um conteúdo do ano passado, lembra?*

**A: Sim, mas podia voltar... rrsrsrs.**

**Sala: Ano que vem, né profa.? No revisional.**

*Kelly: Isso, mas podemos retomar algumas curiosidades esse ano.*

**G: Eu gosto de energia, acho bem legal. Mas sem conta.**

**M: Rrsrsrs, eu prefiro sem conta.**

*Kelly: A "conta" é a prova do fenômeno, lembram? Elas vão aparecer.*

**ME: Eu também gosto de energia, mas gosto da parte dos átomos.**

*Kelly: Olha só, fala mais.*

**ME: Quando fala da partícula, que ela vai e vem, que tem energia. Não é modelo atômico, é?**

**T: É também, mas você quer falar eletricidade?**

**ME: Aí ia ser do elétron?**

*Kelly: O modelo atômico pode ser o começo. Bem legal que vocês trouxeram o conceito da Química para cá. Essa relação de elétron e eletricidade, como funciona?*

**T: Acho que ano passado na aula de Química a gente não se aprofundou, esse ano a gente estuda de novo?**

**G: Na Química? Acho que não, já mudou o assunto. A gente vai ver esse ano?**

*Kelly: Vamos!*

**V: Então falando nisso, esses dias tomei choque na torneira de casa, depois na janela. Tem a ver com os elétrons? Eu devia ser um mar de elétrons, rrsrsrs.**

*Kelly: KKKKKKKKKK. Quem mais já se sentiu um "mar de elétrons"?*

**S: Eu tomo choque toda hora.**

*Kelly: Rrsrsrs, eu também.*

**A: Profa. Vamos fazer aquele negócio com a caneta e o papel? Que o papel gruda na caneta, sabe?**

*Kelly: Sei, vamos lá... vocês gostam de falar sobre eletricidade?*

**V: Eu acho bem legal.**

**B: Eu também... e se a gente fizesse o circuitinho?**

*Kelly: Hum... vamos por partes então. Aqui mesmo onde a gente está, vamos cortar uns pedacinhos de papel e verificar esse processo. O nome do processo é eletrização por atrito... nesse caso os papezinhos e a caneta são chamados de corpos neutros e quando atritamos o plástico da caneta em uma superfície como o moletom de vocês ou até mesmo o couro cabeludo (seco), ocorre a transferência de elétrons. O papel "gruda" na caneta.*

*Enquanto isso, os alunos executavam essa atividade.*

**Sala: Olha, que bonitinho.**

**V: Então, profa., eu gosto de eletricidade. A gente podia montar... essas coisas (apontou para a tomada).**

*Kelly: Podia, o que vocês acham? Acham esse assunto curioso? Concordam de termos aulas experimentais sobre isso?*

**Sala: SIM!**

*Kelly: Ok, então vamos combinar assim: vocês irão trazer na próxima semana elementos que julguem suficientes para montarmos uma aula experimental sobre eletrização. Vou aproveitar que o 1º ano estará no passeio, e aí teremos mais tempo. Topam?*

**G: Então a gente vai tipo pesquisar o assunto e vamos aplicar?**

*Kelly: Isso, e eu também me comprometo a trazer alguns itens, combinados?*

**H: Prô... e se a gente fizer assim, olha... a gente faz a pesquisa... eu queria ver aquele negócio do limão, batata, sabe? Acho que é mentira, rsrsrs.**

*Kelly: Então vamos provar!*

**H: Então, aí a gente combina e cada grupo pode fazer um.**

*Kelly: Eu gosto, vocês topam? A gente pode abrir um drive, aí vamos alimentando com as pesquisas... eu vou dando uma olhadinha para entender os possíveis elementos para trazer. Vai ficar bem bom.*

**ME: Por grupo fica melhor.**

**F: Eu topo!**

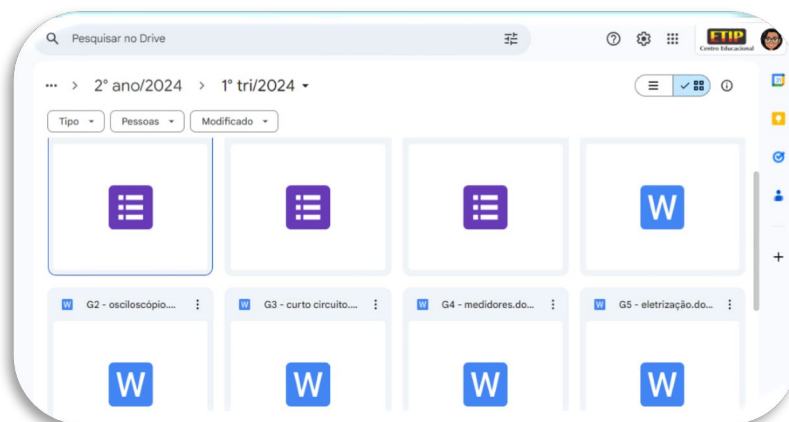
*Kelly: Então fechamos... Excelente contribuição, pessoal. Melhor do que imaginava.*

Nesse trecho fica claro que foram os alunos que conduziram como deveria ser a AE e trouxeram vivências e curiosidades que tiveram ao longo dos anos nas séries anteriores. Quando terminamos esse primeiro momento, montamos um *drive* compartilhado para termos um canal de acesso comum a todos para que as ideias e materiais pesquisados fossem postados e discutidos ao longo da semana que antecedeu a AE.

A AE foi construída ao longo de 20 dias. Em função de uma mudança no calendário escolar, não conseguimos realizar na data prevista e tivemos de dispor de mais tempo, pois os grupos se empenharam com as propostas de atividades.

A seguir, vemos a imagem do *drive* aberto para que os estudantes postassem suas ideias.

Figura 14 - Imagem do drive compartilhado com os alunos



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Essa alteração na data foi positiva, pois conseguimos alinhar todas as ideias e deixar nossos objetivos mais claros. Novamente, podemos revisitar os conceitos de Shulman (1987), ao ponderar sobre a atuação do professor, que deve ser visto como pesquisador prático, capaz de fazer julgamentos informados sobre a prática pedagógica, em vez de meros executores de currículos predefinidos. Para o autor, uma reflexão contínua sobre a prática e a capacidade de inovação são componentes essenciais para o sucesso no ensino além da familiaridade com os materiais de ensino

e programas disponíveis e a compreensão das características dos alunos, incluindo seus interesses, dificuldades e experiências.

Isso, na realidade, aconteceu a partir do momento em que criamos uma situação para que os alunos pudessem expor suas ideias, uma vez que foram eles que trouxeram as curiosidades e nos ajudaram a construir a AE. Nesse sentido, utilizamos como estratégia didática **considerar os alunos como protagonistas de sua aprendizagem**. E assim foi construída a AE (Quadro 3, nº. 05) denominada “entendendo formas de eletrização e geração de energia” em função de todo material compartilhado ao longo dos 20 dias.

No dia agendado, os alunos trouxeram os materiais que julgaram importantes, como: pedaços de fios, moedas de cobre, batatas, pilhas, baterias, lâmpadas do tipo *LED*, parafusos, bexigas, papel alumínio, garrafa *PET*. E eu os auxiliei com alicate para corte de fio, fita isolante, garras jacaré, pistola de cola quente. Aqui é importante destacar que havia reservado o laboratório da escola caso houvesse necessidade já que mexeríamos com eletricidade e com água.

Iniciei a aula organizando os materiais com a turma e comentando rapidamente como seria a dinâmica.

*Kelly: Vamos começar? Como temos alguns grupos que precisam de água corrente, acho interessante nos deslocarmos até o laboratório... por lá vamos utilizar as torneiras. Quando acabarmos, voltamos para nossa sala, ok?!*

**Sala: Tudo bem.**

*Kelly: Vocês sabem o que fazer? O que vamos testar? Rsr... Então vamos.*

**No laboratório**

*Kelly: Pessoal, boas práticas, lembram?*

**B: Prender o cabelo né?**

*Kelly: Também... lavar as mãos ao entrar e ao sair.*

*Kelly: Depois podemos começar.*

*Kelly: Quando concluirmos, faremos nossa organização e voltaremos para a sala.*

**B: Prô, vai dar tempo?**

*Kelly: Vai sim, mesmo que dê o sinal fiquem tranquilos que poderemos nos estender um pouquinho.*

**Sala: Animação.**

Enquanto alguns grupos executavam a atividade proposta, outros observavam os colegas e já discutiam sobre os resultados. No trecho abaixo podemos notar que alguns termos usados no dia-a-dia dos alunos já se tornam mais formais e relacionados com a linguagem acadêmica de que se espera.

**A: Tem que deixar o fio descascado né, para que os elétrons possam passar.**

**AB: Sim!**

*Kelly: AB, o comprimento influencia?*

**AB: Se for muito comprido vai bater no fundo da garrafa, aí pode dissipar... tá certo?**

*Kelly: Tá correto!!! Vamos testar as duas formas.*

**AB: Sim!**

**B: Olha profa. Tá dando certo. Quando encosta a caneta, as folhas do papel alumínio se abrem.**

*Kelly: Muito bem... V, dá uma olhadinha... aqui o motivo do seu choque, rs. Você consegue dizer por que acontece?*

**V: Acho que sim... tá passando os elétrons... eles estão sendo transferidos, aí quando chega lá embaixo os corpos têm o mesmo sinal. Sinais iguais causam repulsão.**

*Kelly: Excelente a construção da ideia.*

Abaixo, seguem alguns registros desse grupo

Figura 15 - Construção de osciloscópio



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Demos continuidade com as propostas dos demais grupos e novamente notamos que existe a substituição de termos comumente utilizados pelos alunos por outros usados na construção de um conhecimento mais técnico e analítico.

**ME: Olha o nosso profa.**

**E: A gente vai esfregar, quer dizer, vamos atritar os corpos... olha...**

*Kelly: Tô vendo, me conta... conta para os colegas.*

**E: É assim: A bexiga é um corpo que tem mesmo número de cargas positivas e negativas, ou seja, neutro, a cabeça da G também, rs. Mas quando a gente atrita um com o outro, o corpo que recebeu esses elétrons ficará carregado negativamente e o que perdeu elétrons ficará carregado positivamente. É isso que também acontece com o gerador de Van der Graaf, que, ao emitir uma carga positiva, faz com que quem toca nele fique com todos os cabelos arrepiados.**

**B: Deixa eu ver...**

*Kelly: Libera a frente, pessoal. Faz mais devagar... passando a bexiga.*

**E: Deu pra ouvir até um estralo... tá elétrica G.**

*Kelly: O processo também é eletrização por atrito. Vocês também vão testar por contato? Vão?*

**G: Vamos, é o próximo.**

*Kelly: Perfeito.*

Figura 16 - Eletrização por atrito

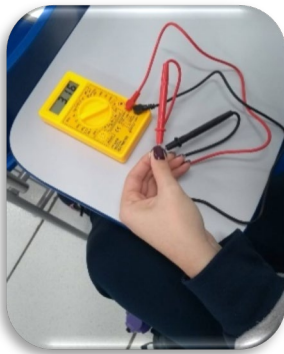


Fonte: Acervo da professora pesquisadora.



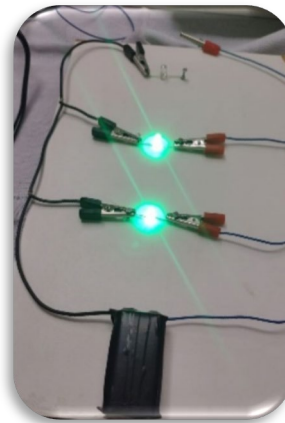
Após os grupos do laboratório concluírem as atividades, voltamos para a sala para dar continuidade aos demais grupos. Na sala, apresentei para os alunos um instrumento de medida para tensão elétrica, o multímetro, os alunos manipularam o instrumento de medida e depois testaram nos circuitos.

Figura 17 - Verificando tensão elétrica no multímetro



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Figura 19 - Circuito elétrico



Fonte: Acervo da professora pesquisadora

Figura 18 - Instrumentos de medida



Fonte: Acervo da professora pesquisadora

Na sala de aula, um grupo foi responsável por mostrar como acontecia um curto-circuito e como uma bateria poderia ser descarregada. Nesse momento, entendemos que a objetificação, que envolve a passagem de uma abordagem empírica e situacional para uma compreensão mais abstrata e formal do conhecimento, está bastante evidente na fala na aluna, quando ela retrata um fenômeno, efeito Joule, em situação concreta.

*Kelly: C, conta pra mim, o que vai acontecer aí?*

**C: FOGO!!!**

*Kelly: Com cuidado, vamos lá.*

**C: O curto-circuito é quando a corrente elétrica que percorre um circuito vai por um caminho mais fácil. Quando isso acontece, o fluxo da corrente no fio é muito intenso, e devido ao efeito Joule, o fio superaquece, o que possibilita a ocorrência de fogo... olha, olha, pegou fogo... rrsrs.**

*Kelly: Lembramos do efeito Joule?*

**N: Geração de calor?**

*Kelly: Isso. Por meio da corrente elétrica, ou seja, passagem dos elétrons.*

**C: Prô, dá para ver certinho a passagem, e ainda quando damos mais comburente... ficam mais intenso.**

Figura 20 - Demonstração do curto-circuito



Fonte: Acervo da professora pesquisadora.

Por fim, o último grupo mostrou a ligação de uma lâmpada LED com a utilização de uma batata. Percebi que essa equipe teve maiores dúvidas na realização da atividade, mas, ainda assim, a habilidade EM13CNT205, presente na BNCC esteve presente: “Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências”. (Brasil, 2018, p.557).

**J: Prô, ajuda aqui, não acendendo.**

*Kelly: Vamos olhar aqui, gente. Por que não está dando certo? Aparentemente o circuito tá certinho?*

**J: Ai prô, a gente já desfez e fez de novo e não dá certo.**

**V: Eu não disse que isso era mentira. Não acende... kkkkkk**

*Kelly: Olha só, não duvide da ciência, rs.*

*Kelly: Vamos precisar de uma parte teórica para entender. Olhem aqui para a lousa. Nesse momento, expliquei um fundamento que eles ainda não conheciam.*

*Kelly: Então vamos encurtar esse fio, os elétronzinhos podem chegar mais rápido. Isso está relacionado com a resistência elétrica que é diretamente proporcional com comprimento do fio. Quero dizer que, quanto mais for o fio, maior será a dificuldade que o elétron vai encontrar para chegar até aqui. Se nós encurtarmos o fio, essa resistência também será reduzida, ok?!E também temos outra questão... qual a cor dessa lâmpada?*

**J: Acho que é branca.**

*Kelly: Hum, olhem para cá, vou projetar uma coisinha. Estão vendo aqui... a luz branca é a que precisa de maior tensão para acender. Essa batata não é capaz de fornecer essa ddp. Qual precisa de menos?*

**V: Vermelho.**

*Kelly: Eu trouxe algumas cores de LED. Vamos testar, principalmente com a vermelha. J, troca por uma vermelha.*

**J: Assim, né?**

*Kelly: Isso.*

**V: AAAAAA mentira.**

**J: Acendeu... que lindinho, nem acredito.**

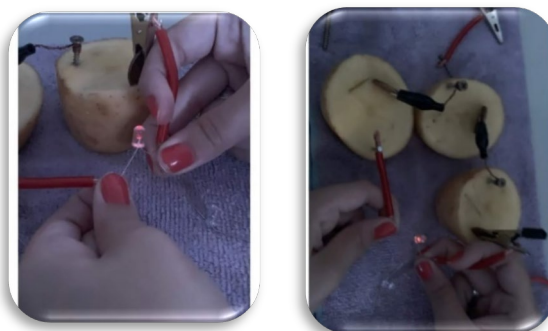
*Kelly: Quando entendemos o fundamento, fica mais fácil.*

**Sala: Alunos falando ao mesmo tempo.**

*Kelly: E então, podemos fazer o fechamento? Vamos abrir a discussão?*

A seguir, mostra-se o circuito montado após a explicação do conceito.

Figura 21 - Circuito com batata



Fonte: Acervo da professora pesquisadora

Concluimos nossa AE com todos os grupos testando suas atividades e discutindo sobre as aplicações e pré-conceitos acerca do tema eletricidade. Não discutimos todos os conceitos já que esse assunto é visto apenas no segundo semestre desse ano e ainda teremos alguns fundamentos para serem discutidos. Mas a AE foi extremamente proveitosa e satisfatória. Pudemos tratar de conceitos que estão presentes no dia-a-dia dos alunos e que despertam bastante interesse e ainda os deixamos à vontade para a construção desse saber sendo protagonistas na construção dessa AE.

**G: Prô, vamos fazer mais vezes assim?**

*Kelly: Como?*

**G: A gente monta as coisas.**

Kelly: Podemos sim.

*Kelly: Vamos falar um pouco sobre as atividades. Vocês tinham algumas concepções sobre a geração de energia, certo?*

**V: Tinha, e outra vimos que não sabíamos nada. Rsrs.**

*Kelly: Claro que sabiam, foi muito proveitosa nossa aula. Quantos conceitos discutimos aqui e quantas informações vocês trouxeram. Vocês irão aplicar tudo isso agora e o mais importante, multiplicar esse conhecimento.*

**ME: Eu achava que tinha sempre que ter receitinha. Mas a gente que fez a nossa.**

**B: E ainda testamos o erro. Mas ainda tem coisa que fica confusa.**

*Kelly: Eu entendo, principalmente porque nem todos os conceitos foram citados e validados com as devidas equações, rsrs*

**ME: Matemática ajuda mas assusta, rsrs.**

**V: Mas prova tudo... o negócio da batata, não ia ligar. Se tivesse mais batata quem sabe.**

*Kelly: Ia depender de outra coisinha... como o circuito vai estar associado. Agora não vou me prolongar nisso, mas tenho certeza que quando falarmos novamente desse assunto vocês irão se lembrar.*

**AB: Vamos mesmo, porque a gente testou, fizemos a prática antes. Vamos fazer sempre assim.**

*Kelly: Sempre que der vamos fazer sim.*

*Kelly: Gostaria de agradecer o empenho de vocês, novamente repito que foi muito proveitosa nossa aula e satisfatória.*

**Sala: Risadas.**

Nessa direção, entendemos que dar o protagonismo aos alunos como forma de estratégia didática favoreceu não apenas a execução da AE, mas também a construção do conhecimento. Trata-se de uma estratégia eficaz no processo de ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos participem ativamente dessa construção. Quando os alunos são colocados no centro do processo, suas vivências e conhecimentos prévios passam a ser valorizados, e isso abre um caminho essencial para o desenvolvimento de novas aprendizagens. Ao assumir uma postura ativa, eles são encorajados a expressar o que já sabem, mesmo que inicialmente de forma não estruturada ou com uma linguagem cotidiana.

Essa proposta está alinhada com os estudos de Freire (1970), que enfatiza a importância de uma educação dialógica e libertadora, onde o aluno é um sujeito ativo na construção do conhecimento.

Ainda nessa direção, Menezes (2012, p. 45) assevera que

o protagonismo do aluno envolve uma transformação no processo educacional, onde o estudante se torna sujeito ativo na construção do conhecimento, desenvolvendo autonomia e pensamento crítico por meio de metodologias que valorizam suas experiências e reflexões." (Menezes, 2012, p. 45).

O ato de explicitar o conhecimento prévio é crucial, pois oferece ao professor a oportunidade de compreender como os alunos pensam e quais conceitos já possuem, permitindo a mediação necessária para que ocorra o confronto entre o conhecimento empírico e o conhecimento científico. Esse confronto é o ponto de partida para a transformação da linguagem dos alunos. A partir do momento em que são desafiados a comparar o que já conhecem com as informações científicas, eles começam a perceber as limitações ou imprecisões de suas ideias iniciais.

A associação entre o que é conhecido e os novos conteúdos facilita a apropriação das terminologias científicas de forma consciente. Em um ambiente de protagonismo, o aluno não apenas memoriza os termos, mas os compreende em profundidade. Ele passa a perceber que palavras como “comprimento”, “resistência” ou “energia”, por exemplo, possuem significados específicos dentro do contexto científico, diferentes daqueles que usaria no cotidiano. Essa conscientização é gradativa e surge a partir da experiência de relacionar os conceitos novos com suas realidades.

Além disso, ao se apropriar dessas terminologias, o educando ganha mais autonomia para pensar criticamente e articular ideias com maior clareza e precisão. Assim, a transformação da linguagem é um indicador claro de que a aprendizagem está acontecendo de maneira significativa. Esse processo só é possível porque o protagonismo permite que os discentes não sejam meros receptores passivos de informações, mas sujeitos ativos na construção do conhecimento, desenvolvendo não apenas o saber científico, mas também a capacidade de comunicar-se de forma mais sofisticada e eficaz dentro desse contexto.

## **6 PRODUTO EDUCACIONAL**

Um produto educacional é uma criação ou recurso projetado para promover a aprendizagem, o ensino ou a educação em geral. Pode variar amplamente em formato e finalidade, sendo desenvolvido para atender às necessidades de diferentes contextos educacionais. Tendo em vista os aspectos aqui observados, temos como objetivo apresentar um conjunto de sequências didáticas para aulas experimentais do ensino da Física para a 2ª série do Ensino Médio, em formato plural, com textos e vídeos que elucidem a dinâmica de aulas experimentais na ausência de um laboratório. Esse conjunto será veiculado em um caderno com o seguinte título: “Vamos para fora?”

### **6.1 A ideia do caderno “Vamos para fora?”**

Considerando a relevância de nossa pesquisa, julgamos que a melhor escolha para o produto educacional seja um caderno contendo um conjunto de sequências didáticas. Ele poderá ter uma versão digital, a fim de que esse recurso possa ser amplamente divulgado, tendo em vista os tempos atuais.

Acreditamos que será um objeto de aprendizagem que poderá compor acervos permanentes podendo ser buscado quando necessário.

### **6.2 O caderno**

O caderno de atividades experimentais para o ensino de Física tem como principal objetivo oferecer um recurso prático e acessível tanto para professores quanto para alunos, visando a aprimorar o ensino e a aprendizagem dos conceitos de Física por meio de práticas experimentais.

Ele será composto de 5 atividades que podem ser realizadas tanto em laboratórios adequados quanto em ambientes alternativos dentro da escola, como salas de aula, pátios ou outros espaços disponíveis. Cada atividade será detalhada com instruções claras sobre os materiais necessários, o passo a passo e o objetivo específico que se deseja alcançar com o experimento. Ademais, o material incluirá orientações pedagógicas para os professores, com sugestões de como adaptar as atividades para diferentes realidades escolares, incluindo estratégias para estimular a

participação dos alunos e promover discussões reflexivas a partir dos resultados obtidos.

Pensamos que, a fim de fazer sentido e apresentar uma sequência progressiva, havendo diálogo entre as seções, será importante que o leitor esteja envolvido com os assuntos apresentados. Assim, foi proposta uma dinâmica com início, meio e fim para cada sequência, mas que pode ser flexível. Ela consiste em: 1) uma apresentação inicial do conteúdo por meio de uma fundamentação do conceito, obtida em livros didáticos, e, de modo menos formal, uma descrição da aula experimental. 2) um vídeo gravado em um ambiente qualquer da escola para afirmar a possibilidade de execução da aula experimental. 3) um roteiro contendo os materiais e procedimentos da aula experimental. 4) uma experimentação e uma apresentação dos resultados.

Ao fim de cada sequência, entendemos a importância da comunicação entre o leitor e a autora. Para que isso ocorra, pensamos em criar um meio de contato digital, em que o leitor poderá fazer comentários e dar *feedbacks* de sua experiência e de percurso.

Outro componente de relevo consiste na inclusão de rodas de conversa ao término de cada atividade experimental, incentivando a troca de ideias entre os alunos e a construção coletiva do conhecimento. Essa abordagem dialógica permitirá que os estudantes compartilhem suas observações e questionamentos, ajudando a solidificar o aprendizado dos conceitos científicos de forma mais dinâmica e participativa.

O caderno, portanto, tem como principal objetivo promover uma aprendizagem ativa e contextualizada no ensino de Física, tornando os conceitos teóricos mais acessíveis e compreensíveis por meio da experimentação. Logo, será um guia tanto para professores quanto para alunos, integrando teoria e prática, e proporcionando uma educação mais significativa e engajadora.

Inicialmente, pensamos em alguns nomes e imagens para representar a ideia de que qualquer ambiente escolar pode ser um ambiente de aprendizagem fora do laboratório. Desse modo as imagens a seguir fazem essa representação compõem a capa do caderno. A primeira foi criada, e a segunda, retirada do buscador Google e, posteriormente, configurada.



Figura 22 - Imagem desenvolvida



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Figura 23 - Imagem do buscador



Fonte: Google (2024).

Afora a capa, tenciona-se que haja interação com o leitor, por meio de imagens representativas de algumas aulas experimentais já realizadas.

Vale lembrar que o produto ainda será finalizado. Desse modo, aqui apresentamos apenas um protótipo a ser executado.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações finais de uma dissertação de mestrado têm um papel crucial na síntese dos principais achados e reflexões ao longo da pesquisa. Nesta jornada acadêmica, foi possível aprofundar o conhecimento sobre o laboratório fora do laboratório, evidenciando a sua relevância no contexto educacional. Ao longo do trabalho, buscamos responder à questão central que orientou nossa investigação: “Como o professor constrói estratégias didáticas para a realização de aulas experimentais de Física fora do laboratório?”

A partir dessa pergunta, buscamos atender ao objetivo geral da pesquisa: investigar estratégias didáticas construídas pelo professor na realização de aulas experimentais no ensino de Física fora do laboratório. Tendo isso em vista, foi realizada uma pesquisa intervencionista, na minha própria prática, em uma turma da segunda série do Ensino Médio da instituição de ensino privado em que atuo.

Visando a atingir o escopo principal, determinaram-se 4 objetivos específicos. Para realizar o primeiro, “caracterizar o que são aulas experimentais no ensino de Física”, recorreremos a referências teóricas e orientações oficiais como os PCN e a BNCC. Os PCN orientam que o ensino deve ser centrado no desenvolvimento de competências e habilidades que permitam ao aluno uma compreensão ampla dos fenômenos e contextos ao seu redor, especialmente nas áreas das Ciências. A BNCC, por sua vez, destaca a importância de uma educação integral, que considere o estudante em sua totalidade, promovendo o desenvolvimento cognitivo, crítico e social.

Quanto aos referenciais teóricos, destacamos as ideias de autores que discorrem sobre a prática docente e o desenvolvimento profissional do professor de Física, enfatizando a importância das aulas experimentais e como elas são vistas dentro do processo de ensino e aprendizagem.

A prática docente, segundo os autores, deve estar ancorada no conhecimento científico e pedagógico. Hodson (1993) afirma que as experiências práticas proporcionam uma compreensão mais profunda dos fenômenos científicos, desenvolvendo habilidades investigativas, pensamento crítico e resolução de problemas. A aplicação de aulas experimentais é essencial para que os estudantes

possam visualizar e vivenciar os conceitos teóricos de forma prática e concreta, enriquecendo o aprendizado.

Shulman (1987) destaca o PCK como um dos pilares do ensino eficaz. Ele defende que os professores precisam não só dominar os conteúdos científicos, mas também saber como transmiti-los de maneira que façam sentido para os alunos. Isso inclui a adaptação das aulas às diferentes necessidades dos estudantes e a criação de ambientes de aprendizado que incentivem a curiosidade científica e a investigação.

Osborne e Dillon (2010) complementam essa visão ao enfatizar que a competência prática do professor, ou seja, sua habilidade em manejar experimentos e interpretar dados, é fundamental para conduzir aulas experimentais que sejam eficazes e engajadoras.

No que diz respeito ao desenvolvimento profissional, Hofstein e Lunetta (2004) sugerem que a formação contínua dos docentes é crucial para mantê-los atualizados com novas metodologias e práticas pedagógicas, além de prepará-los para enfrentar os desafios da implementação de aulas experimentais, como a falta de infraestrutura adequada ou recursos limitados.

Assim, o desenvolvimento profissional do professor de Física, conforme discutido, envolve não apenas a aquisição de conhecimento teórico, mas também a reflexão contínua sobre a prática, buscando maneiras criativas de aplicar aulas experimentais mesmo em contextos desafiadores, como a ausência de laboratórios adequados.

Além dessas contribuições teóricas, o levantamento das pesquisas serviu para ampliar o nosso referencial, pois essas pesquisas destacaram a importância das atividades experimentais no ensino de Física, cada uma trazendo diferentes perspectivas e metodologias, mas também indicaram que ainda há desafios significativos na formação e prática docente, principalmente relacionados à falta de infraestrutura e ao desenvolvimento de estratégias didáticas eficazes.

Quanto às orientações oficiais, ressaltamos que o processo educacional deve proporcionar ao aluno não apenas o acúmulo de conhecimentos teóricos, mas também a capacidade de os construir em situações concretas. A BNCC enfatiza a importância de metodologias ativas e interdisciplinares, nas quais o estudante seja o protagonista de seu aprendizado. As diretrizes dos PCN também corroboram essa visão, incentivando práticas pedagógicas que favoreçam a construção do conhecimento por meio da experimentação, investigação e reflexão.

Assim, tanto a BNCC quanto os PCN reforçam a necessidade de uma abordagem pedagógica que una teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa.

Quanto ao segundo objetivo específico, “desenvolver aulas experimentais de Física fora do laboratório para estudantes do Ensino Médio”, planejamos e realizamos as AE com base em nossas experiências prévias como docente de Física, os estudos dos referenciais teóricos sobre o ensino de Física, sobre a prática docente e o seu desenvolvimento profissional, bem como nas orientações dos documentos oficiais já citados e no Currículo Paulista e no material didático da escola em que desenvolvemos a pesquisa.

Desse modo, desenvolvemos 5 AE, nomeadas: ***diferenciando densidade; verificando diferentes pressões; movimento oblíquo; entendendo o comportamento da luz; entendendo formas de eletrização e geração de energia.*** Com elas, além de unir algumas unidades temáticas da BNCC, alinhamos aos seus respectivos eixos.

Quanto ao terceiro objetivo, “descrever e analisar as estratégias didáticas construídas pelo professor nas AE”, com base em conceitos de Brousseau, descrevemos e analisamos as AE realizadas, buscando identificar as estratégias didáticas que construímos e mobilizamos na realização das AE. Nessa análise identificamos as seguintes estratégias principais:

- *criação de situações-problema relacionadas ao cotidiano do aluno;*
- *negociação e adaptação do contrato didático.*
- *uso da sala de aula invertida e prática do trabalho em equipe.*
- *consideração do aluno como protagonista.*
- *prática constante da roda de conversa com os alunos.*

Com isso, entendemos que a realização de AE fora do laboratório não apenas é possível, mas essencial para estimular a criatividade, o pensamento crítico e o engajamento dos alunos. Elas oferecem uma oportunidade para que apliquem conceitos teóricos em situações práticas, explorando novas formas de aprendizado e desenvolvimento de habilidades que vão além do currículo tradicional. A experimentação em sala de aula também favorece a autonomia e a inovação, criando um ambiente sonoro onde o erro é visto como parte do aprendizado.

Do mesmo modo, entendemos que as AE, dentro dos laboratórios, quando isso é possível, igualmente demandam estratégias pedagógicas específicas para alcançar seus objetivos educacionais. A realização delas exige planejamento cuidadoso, desde a escolha dos experimentos até a organização dos recursos necessários, como materiais, instrumentos e tempo. No ambiente laboratorial, essas atividades não apenas permitem aos alunos aplicarem conceitos teóricos na prática, mas também favorecem o desenvolvimento de habilidades importantes, como a observação precisa, o pensamento crítico e a resolução de problemas.

No entanto, as AE, dentro dos laboratórios podem ser bastante trabalhosas, exigindo que o professor se prepare não apenas tecnicamente, mas também didaticamente. Isso porque ele precisa garantir que os experimentos sejam relevantes e estejam alinhados com os objetivos de aprendizado, além de supervisionar a execução segura e eficaz das atividades pelos alunos. Quando bem estruturadas, essas experiências proporcionam um entendimento mais profundo dos fenômenos estudados, engajando os alunos e tornando o aprendizado mais significativo.

Em contrapartida, quando o laboratório não está disponível, as AE podem ser adaptadas para a sala de aula ou outros espaços da escola, como pátios ou quadras, exigindo do educador uma abordagem ainda mais criativa e flexível. Nesse caso, os desafios são ampliados, pois é necessário buscar materiais alternativos e formas de simular ou representar fenômenos naturais de maneira igualmente eficaz. Mesmo assim, as AE fora do laboratório continuam sendo uma ferramenta poderosa para promover o aprendizado ativo e a construção de conhecimento, incentivando o protagonismo dos alunos e a sua interação com o conteúdo.

Assim, seja no laboratório, seja sala de aula, as atividades experimentais são de extrema importância para o ensino de Ciências da Natureza, especialmente no ensino de Física. Elas possibilitam que os alunos vejam a ciência em ação, conectando a teoria à prática, o que contribui para um aprendizado mais completo e integrado. Todavia, essas atividades, por mais enriquecedoras que sejam, demandam do professor um investimento significativo em termos de planejamento, preparação e execução, tornando o papel docente ainda mais fundamental nesse processo.

Vale ressaltar aqui que as rodas de conversa estiveram presentes em todas as AE. Logo, consideramos que essa estratégia foi essencial não apenas para o aprendizado dos estudantes, mas também para a professora, pois elas proporcionam um espaço de troca e reflexão, no qual os alunos podem compartilhar suas

observações, levantar dúvidas e construir conhecimento coletivamente. Essa prática dialógica estimula o protagonismo discente, permitindo que expressem suas ideias, escutem as perspectivas dos colegas e desenvolvam uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados.

Para a professora, as rodas de conversa são igualmente enriquecedoras, pois oferecem uma oportunidade de observar como os alunos estão compreendendo o conteúdo, identificar possíveis dificuldades e ajustar a abordagem pedagógica de acordo com as necessidades da turma. A interação constante entre educador e educando possibilita um ensino mais responsivo e adaptado, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

A educação dialógica, como proposta por Paulo Freire, valoriza o diálogo enquanto prática fundamental para a construção do conhecimento. Nesse sentido, as rodas de conversa não apenas facilitam a troca de informações, mas também fomentam uma cultura de respeito e colaboração, já que todos os participantes têm voz ativa no processo de ensino-aprendizagem. Ao promover esse tipo de interação, transforma-se o ambiente educacional em um espaço democrático e participativo, onde o conhecimento é construído de maneira coletiva e dinâmica.

Desse modo a inclusão de rodas de conversa em AE e em outras situações de aprendizagem reforça a importância de uma educação dialógica, que vai além da transmissão de conteúdos. Essa abordagem não só melhora o entendimento dos conceitos científicos, mas também desenvolve habilidades socioemocionais, como a comunicação, a escuta ativa e o trabalho em equipe, essenciais para a formação integral dos alunos. Ademais, coloca em prova a reflexão ativa e entender que o conhecimento é uma construção.

Por fim, quanto ao quarto objetivo específico, referente ao produto educacional, que consiste na elaboração de um caderno de atividades experimentais para o ensino de Física, espera-se que o material contribua significativamente para a prática docente e para a aprendizagem dos alunos. O caderno será estruturado de maneira a oferecer não apenas instruções detalhadas para a realização de experimentos, mas também orientações pedagógicas que incentivem uma abordagem investigativa e reflexiva no ensino de Física.

Com isso, tenciona-se minimizar os efeitos da falta de materiais práticos que integrem a teoria à experimentação, proporcionando aos docentes uma ferramenta útil

para diversificar suas estratégias didáticas e estimular o protagonismo dos alunos no processo de construção do conhecimento. Além do mais, o caderno contemplará atividades adaptáveis a diferentes contextos escolares, com ou sem laboratórios, oferecendo alternativas viáveis para que as práticas experimentais sejam realizadas mesmo em condições de infraestrutura limitadas.

Assim, o caderno de atividades experimentais para o ensino de Física será mais um recurso, focado no desenvolvimento de competências científicas e no engajamento dos alunos por meio de uma educação ativa e contextualizada, atendendo às diretrizes da BNCC.

Em síntese, ao concluir este trabalho, pudemos compreender que o desenvolvimento profissional docente está intrinsecamente ligado à prática reflexiva e ao contínuo processo de aprendizagem, que ocorre tanto na sala de aula quanto por meio da pesquisa. A formação do professor vai além da aquisição inicial de conhecimentos; estende-se ao longo de toda a carreira, sendo constantemente alimentada pela experiência prática e pelas investigações que buscam aprimorar a prática pedagógica.

No contexto da Física, a realização de AE tem um papel central na formação e no desenvolvimento do docente. Essas aulas não apenas facilitam a aprendizagem dos alunos, mas também promovem o aperfeiçoamento do professor, que precisa refletir sobre as melhores estratégias para tornar o ensino mais eficaz, dinâmico e contextualizado. A pesquisa aqui empreendida reforça a ideia de que o professor se torna um melhor educador ao investigar, questionar e adaptar sua prática, promovendo uma educação mais significativa para seus estudantes.

As relações ao longo do trabalho docente também são valiosas. O vínculo entre o educador e seus estudantes vai além do simples processo de ensino-aprendizagem; ele é fundamental para a criação de um ambiente escolar saudável e motivador, no qual o aprendizado se torna mais relevante e a relação entre as partes é construída com confiança e respeito. Quando o professor estabelece uma boa relação com seus discentes, ele não apenas facilita a absorção dos conteúdos, mas também contribui para o desenvolvimento socioemocional deles. Esse vínculo é essencial para criar um clima de segurança, em que os estudantes se sentem à vontade para expressar dúvidas, opiniões e até mesmo receios, sabendo que terão o apoio do professor para superá-los. Isso resulta em maior engajamento, participação e uma aprendizagem mais ativa.

A relação do professor com a gestão da escola é igualmente importante. Uma comunicação aberta e eficaz entre ambos é crucial para que os objetivos pedagógicos sejam alcançados. O apoio da gestão escolar contribui para a implementação de estratégias que visam ao aprimoramento da qualidade educacional, além de fornecer os recursos e a infraestrutura necessários para que o professor possa desenvolver suas atividades com eficiência. Quando há uma boa relação com a gestão, o educador pode contar com a colaboração e o apoio da escola em momentos de desafio, o que facilita a busca por soluções e a realização de propostas pedagógicas inovadoras.

A parceria com os demais profissionais da instituição também desempenha papel essencial no ambiente educacional. A colaboração entre professores e funcionários permite um trabalho mais integrado, com vistas ao desenvolvimento pleno dos alunos.

O envolvimento dos responsáveis também é peça-chave para o sucesso da aprendizagem. A parceria entre escola e família fortalece a rede de apoio ao estudante, criando um ambiente no qual o aluno se sente valorizado e motivado. Quando os responsáveis participam ativamente da vida escolar de seus filhos, seja por meio de reuniões, atividades em sala de aula ou projetos escolares, contribuem diretamente para o desenvolvimento acadêmico e emocional dos estudantes. Esse apoio também ajuda na formação de hábitos de estudo, na conscientização sobre a importância da educação e no fortalecimento do vínculo do aluno com a escola.

Já a aprendizagem da docência pela pesquisa também foi um aspecto fundamental abordado neste estudo. A pesquisa não é apenas uma ferramenta de produção de conhecimento; trata-se de um meio pelo qual o professor pode revisar e melhorar continuamente suas práticas pedagógicas. A investigação educacional permite ao docente compreender as necessidades dos alunos, ajustar suas metodologias e buscar soluções criativas para os desafios enfrentados em sala de aula, especialmente em relação à implementação de atividades experimentais, que, muitas vezes, requerem adaptações em função da realidade escolar.

Acreditamos ainda que o desenvolvimento profissional docente é um tema central nas discussões sobre a qualidade da educação, pois está diretamente relacionado à formação de professores capazes de atender às demandas do ensino contemporâneo. Esse desenvolvimento envolve não apenas a formação inicial, mas também a formação continuada, que é essencial para que os docentes aprimorem



suas práticas pedagógicas ao longo de suas carreiras e acompanhem as transformações sociais e tecnológicas.

A formação inicial tem uma função fundamental, fornecendo os alicerces teóricos, metodológicos e epistemológicos indispensáveis para o exercício da profissão docente. Nesse período, o educador edifica a base de seu conhecimento pedagógico e das matérias que irá lecionar. Embora ela seja indispensável, muitas vezes não é suficiente para acompanhar a evolução do conhecimento científico e as inovações didáticas. Nesse sentido, é essencial que os cursos de licenciatura incorporem metodologias ativas, como a resolução de problemas e a experimentação, alinhando-se às novas tecnologias e às diretrizes da BNCC. No caso específico da pedagogia, que forma professores para os anos iniciais, a inclusão de abordagens sólidas no ensino de Ciências é indispensável para garantir que as crianças desenvolvam desde cedo um pensamento crítico e investigativo.

Além disso, os cursos de licenciatura em Física devem ir além do domínio teórico, promovendo uma formação que integre conteúdos científicos, práticas pedagógicas inovadoras e o uso de recursos tecnológicos. A construção de um ensino que dialogue com o cotidiano dos estudantes e que desperte interesse pelas Ciências depende de professores que tenham uma sólida base em PCK, como propõe Shulman (1986).

Entretanto, contar apenas com a formação inicial não é suficiente para enfrentar os complexos desafios da prática educacional, como a diversidade nas turmas, as transformações nas políticas educacionais e a evolução das tecnologias digitais. É neste cenário que a formação continuada se torna essencial.

A formação continuada possibilita que os professores aprofundem suas compreensões e adquiram novas habilidades ao longo de sua trajetória profissional. Deve ser vista como um processo contínuo e dinâmico, que ocorre tanto em ambientes formais, como cursos e oficinas, quanto em contextos informais, através da troca de experiências entre colegas.

Assim, o desenvolvimento profissional docente é um processo que deve ser sustentado por uma formação inicial sólida, mas que se realiza plenamente na continuidade do aprendizado ao longo da carreira. A formação continuada, integrada ao cotidiano escolar e voltada para as necessidades concretas dos professores, não apenas fortalece as competências pedagógicas e tecnológicas dos docentes, mas

também contribui para a construção de uma escola mais reflexiva, colaborativa e comprometida com a qualidade da educação.

Assim, a dissertação se conclui evidenciando que o processo de desenvolvimento profissional docente é dinâmico e contínuo, sendo potencializado tanto pela prática reflexiva quanto pela pesquisa. Ao elaborar um caderno de atividades experimentais para o ensino de Física, cumprimos o objetivo de contribuir com um recurso prático que auxilia na formação docente, ao mesmo tempo que promove uma aprendizagem ativa e investigativa para os alunos. Dessa forma, esperamos que o presente trabalho sirva como um incentivo para que mais professores integrem práticas experimentais em suas aulas, valorizando a experimentação como uma estratégia poderosa para o ensino de Ciências da Natureza.

Em contrapartida, a pesquisa não se esgota aqui; restam alguns questionamentos acerca do que poderia ser ampliado e melhorado, principalmente no sentido de dar continuidade ao processo de desenvolvimento profissional docente e à implementação de AE no ensino de Física. A interação constante entre professores, alunos, gestão e outros profissionais da escola é um aspecto que merece mais atenção e investigação, especialmente no que se refere à construção de parcerias mais sólidas que potencializem o ensino e a aprendizagem. A experiência observada neste estudo mostrou que um vínculo forte entre o professor e seus alunos, além do apoio da gestão e de toda a equipe escolar, facilita o sucesso das atividades experimentais e contribui para o desenvolvimento de um ambiente de aprendizado mais colaborativo e engajado. No entanto, ainda existem desafios a serem superados, como a adaptação das atividades às diferentes realidades escolares e a necessidade de recursos adequados para a realização das AE.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAMAS, Ian. Does Practical Work Really Motivate? A Study of the Affective Value of Practical Work in Secondary School Science. **International Journal of Science Education**, n. 31, v. 17, p. 2335-2353, 2009.

ABRAHAMAS, Ian. MILLAR, Robin. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**, n. 30, v. 14, p. 1945-1969, 2008.

ALVES-FILHO, José de Pinho. **Atividades experimentais: do método à prática construtivista**. 2000. 448p. Tese (Doutorado em Educação Científica) -Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2000.

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. Textos, contextos e significados: algumas questões na análise de dados qualitativos. **Cadernos de Pesquisa**, n. 45, p. 66-71, maio. 1983.

BACON, Francis. **Novum Organum**. São Paulo: Editora Abril Cultural, 1980, p.16.

BELOTTI, Salua Helena Abdalla; FARIA, Moacir Alves de. A. Relação professor-aluno. **Revista Saberes da Educação**, São Paulo, v.1, n. 1, p. 01-12, 2010.

BERTUSSO, Fernando Rodrigo. **Experimentação em ciências: um olhar para a prática pedagógica**. 2019. 158p. Dissertação (Mestrado em Educação e Ciências) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2019.

BEZERRA, Maria Aparecida da Costa. A pesquisa escolar nas LDBs e nos PCNs. **CRB-8 Digital**, v. 1, n. 3, p. 1-18, 2010.

BOMBONATO, Luciana Gladis Garcia. **A importância do uso do laboratório nas aulas de ciências**. 2011. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

BORGES, Oto. Formação inicial de professores de Física: Formar mais! Formar melhor!. **Revista Brasileira de ensino de Física**, v. 28, p. 135-142, 2006.

BRAGA, João Guilherme. **Professores experimentadores: perspectivas de docentes de física sobre o uso de experimentos didáticos na educação básica**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - UNESP, São Paulo, 2016.

BRASIL. **Lei n. 9394/1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação/SEF. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação/SEMTEC. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 22 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **INEP**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados/2022>. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. Resolução MEC/CNE/CEB n° 1, de 29 de outubro de 2020. **Diário oficial da República Federativa do Brasil: Seção 1**, Brasília, DF, 2020, p. 103-106. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/164841-rcp001-20/file>. Acesso em: 20 out. 2023.

BROUSSEAU, Guy *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques*, n. 7, v. 2, p. 33-115, 1985 .

BROUSSEAU, Guy. **Theory of Didactical Situations in Mathematics**. Kluwer Academic Publishers, 1997.

BROUSSEAU, Guy. **Introdução ao estudo das situações didáticas**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2008.

BUENO, Alcione José Alves *et al.* Atividades práticas/experimentais para o ensino de Ciências além das barreiras do laboratório. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 4, p. 94-109, 2018.

CARVALHO, Anna Maria P. de. Experimentação no ensino de ciências: em busca de princípios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p.259-282, 2009.

CARVALHO, Anna Maria P. de.; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez Editora, 2013.

CARVALHO, Uelma Lourdes Rodrigues de. *et al.* A importância das aulas práticas de biologia no ensino médio. X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão-JEPEX, UFRPE: Recife, 2010. **Anais [...]**. Disponível em: <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/a-Import%C3%A2ncia-Das-Aulas-Pr%C3%A1ticasDe/414896.html>. Acesso em: 25 set. 2022.

CARVALHO, Anna Maria P. de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Física: Formação de professores e práticas pedagógicas**. São Paulo: Cortez, 2011.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique**. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: La Pensée Sauvage editions, 1985/1991.

COMTE, Auguste. **Reorganizar a Sociedade-Positivismo**. LeBooks Editora, 2019.

DAMIANI, Magda Floriana *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio.; ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1994.

DEMIRDÖĞEN, Betül; UZUNTIRYAKI-KONDAKÇI, Esen. Closing the gap between beliefs and practice: Change of pre-service chemistry teachers' orientations during a PCK-based NOS course. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 17, n. 4, p. 818-841, 2016.

DESCARTES, René. **Discurso do método: Meditações: Objeções e respostas: As paixões da alma; Cartas**. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

DINIZ-PEREIRA, Júlio E. Desenvolvimento profissional docente: um conceito em disputa. *In*: IMBERNÓN, Francisco; SHIGUNOV NETO, Alexandre; FORTUNATO, Ivan. (org.). **Formação permanente de professores: experiências ibero-americanas**. São Paulo: Edições Hipótese, 2019, p. 65-74.

DOURADO, Luiz Fernandes. Diretrizes curriculares nacionais para a formação inicial e continuada dos profissionais do magistério da educação básica: concepções e desafios. **Educação & Sociedade**, v. 36, p. 299-324, 2015.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 500-528, 2015.

FIorentini, Dario; CRECCI, Vanessa. Interloquções com Marilyn Cochran-Smith sobre aprendizagem e pesquisa do professor em comunidades investigativas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 21, n. 65, p. 505-524, 2016.

FRANCO, Maria Laura P. B. **Análise de conteúdo**. 3. Ed. Brasília: Lieber Livro Editora, 2008.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALVÃO, Roberto Carlos .Francis Bacon: teoria, método e contribuições para a educação. **InterThesis**: Revista Internacional Interdisciplinar, v. 4, n. 2, p. 32-41, 2007.

GARCÍA, Carlos M. Desenvolvimento profissional docente: passado e futuro. **Sísifo**: Revista de Ciências da Educação, Lisboa, n. 8, p. 7-22, 2009.

GARRITZ, Andoni.; MELLADO, Vicente. El conocimiento didáctico del contenido y La afectividad. *In*: GARRITZ, Andoni; LORENZO, Maria Gabriela. (Eds.). **Conocimiento Didáctico del Contenido**. Una perspectiva Iberoamericana, Saarbrücken, Alemanha: Editorial Academia Española, 2014, p. 229- 264.

GASPAR, Alberto. Cinquenta anos de Ensino de Física: muitos equívocos, alguns acertos e a necessidade do resgate do papel do professor. XV Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. 2002. **Educação**, ano 13, n.21, p.71-91, 2002.

GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. Experimentação e Ensino de Ciências. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.

GLÄUBER, Roy. Modern physics and the PSSC course. **American Journal of Physics**, 1963.

GOBARA, Shirley Takeco; GARCIA, João Roberto Barbosa. As licenciaturas em física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de física. **Revista brasileira de ensino de física**, v. 29, p. 519-525, 2007.

GONÇALVES, Rogério; LAVOR, Otávio Paulino; OLIVEIRA, Elrismar Auxiliadora Gomes. Ensino de física no ensino médio: análise das determinações da BNCC. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 10, n. 25, p. 330-345, 2022.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALTER, WALKER Jearl. **Fundamentals of Physics**. Wiley, 2014.

HANUSCIN, Deborah. L.; LEE, Michele. H.; AKERSON, Valarie. L. Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. **Science Teacher Education**, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2010.

HARLEN, Wynne. Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. **Assessment in Education**, v.6, n. 1, p. 129-144, 1999.

HODSON, Derek. Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. **Studies in Science Education**, v. 22, n. 1, p. 85-142, 1993.

HODSON, Derek. Science education as enculturation: Some implications for practice. **School Science Review**, 1998.

HOFSTEIN, Avi.; LUNETTA, Vincent. The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

KRASILCHIK, Miriam. **Prática no ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade da São Paulo, 2008.

LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: past, present and future. In: Abell, S.K (Org); Lederman, Norman (org). **Handbook of research of Science Education**. Mahwal: Lawrence Erlball Associates, p.881-880, 2007.

LEITE, Sidnei Quezada Meireles. Práticas experimentais investigativas em ensino de ciências: caderno de experimentos de física, química e biologia-espacos de educação não formal-reflexões sobre o ensino de ciências. Vitória: Instituto Federal de Educação. **Ciência e Tecnologia do Espírito Santo**, 2012.

LERNER, Delia. O ensino e o aprendizado escolar: argumentos contra uma falsa oposição. **Piaget e Vygotsky**, São Paulo: Editora Ática, 1996, p. 85-146.

LINDOLM, Pricila Aparecida Grittem da Silva. **Investigando as atividades experimentais na prática de docência em ensino de física**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Exatas) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2019.

LORENZ, Karl M. Os livros didáticos e o ensino de ciências na escola secundária brasileira no século XIX. **Ciência e Cultura São Paulo**, v. 38, n.3, p. 3426-435, mar. 1986.

MAGNUSSON, Shirley. KRAJCIK, Josph.; BORKO, Hilda. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for Science teaching. In: Examining pedagogical content knowledge. **Springer Netherlands**, 1999, p. 95- 132.

MATTHEWS, Michael. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. London: Routledge, 1994.

MENEZES, Luis Carlos de. **Educação: Entre a Ciência e a Sensibilidade**. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARCELO GARCÍA, Carlos. **Formação de professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.



MAYBURY, Robert H. **Technical assistance and innovation in Science education**. New York: John Wiley & Sons, 1975.

MIRANDA, Nonato Assis de; APARÍCIO, Ana Sílvia Moço; SILVA, André dos Anjos Cangueiros. Análise de prosa e grupo de discussão: alternativas metodológicas para o mestrado profissional em educação. **Revista Estudos Aplicados em Educação**, São Caetano do Sul, SP, v. 6, n. 12 p. 23-35, mar. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio; AXT, Rolando. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 3, n. 2, p. 66-78, 2018.

MORAN, José Manuel. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. Papirus Editora, 2015.

NARDI, Roberto. **Ensino de Física no Brasil: história e tendências**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

NÓVOA, Antonio. Entre a formação e a profissão: ensaio sobre o modo como nos tornamos professores. **Currículo sem fronteiras**, v. 19, n. 1, p. 198-208, 2019.

NÓVOA, Antônio. Entrevista com o prof. Antônio Nóvoa. **Olhares: Revista do Departamento de Educação da Unifesp**, v. 1, n. 1, p. 416-418, 2013.

OSBORNE, Jonathan; DILLON, Justin. **Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say**. McGraw-Hill Education, 2010.

OYADOMARI, José Carlos. *et al.* Pesquisa intervencionista: um ensaio sobre as oportunidades e riscos para pesquisa brasileira em contabilidade gerencial. **Advances in Scientific and Applied Accounting**, p. 244-265, 2014.

PAES, Luís Carlos. **Didática da Matemática**. Uma análise da influência Francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2005.

PIAGET, Jean. **The Origins of Intelligence in Children**. New York: International Universities Press, 1952.

POLIDORO, Luiz F.O Ensino de Física Através de Atividades Experimentais. III Jornada de Ensino, **Pesquisa e Extensão**, p. 1-10. 2017.

PONTE, João Pedro da. Investigar a nossa própria prática. **Refletir e investigar sobre a prática profissional**, p. 5-28, 2002.

RABELO, Charles Xavier. **Um estudo sobre a transposição de atividades centradas na modelagem didático-científica em um contexto de formação de professores de física**. 2019. 87f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

RAMINELLI, Ulisses José. **A aprendizagem baseada em projetos na formação inicial de professores de física e química**: contribuições para o desenvolvimento da autonomia docente. 2022. 316f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2022.

ROCHA, Ana. P.; OLIVEIRA, José. G. A importância das atividades experimentais no ensino de física: uma revisão bibliográfica. **Revista Eletrônica Novo Enfoque**, v. 27, n. 1, p. 1-10, 2018.

ROGADO, João.; CHAVES, Otávio.; EVANGELISTA, Fernando. Do Enic ao Decatlo intelectual: ações educativas desafiadoras e interativas em ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **Revista da Educação do Cogeime**, ano 20, n. 39, 2011.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Electrônica de Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, p. 1-18, 2005.

SANTOS, Aline de Lima Faustino. **Atividades experimentais investigativas no ensino de ciências**: implicações e desafios em sala de aula. 2021. 119 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação de Professores) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

SANTOS, João Carlos; SANTOS, Maria José. O papel das atividades experimentais no processo de ensino-aprendizagem de física. **Revista Brasileira de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2,, p. 1-10, 2019.

SANTOS, Juvandi de S. **As fazendas de gado dos jesuítas na Paraíba colonial**. SÉRIE: Arqueologia/Paleontologia. Campina Grande, Paraíba, 2015.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. **Currículo do Estado de São Paulo: Ciências da Natureza e suas tecnologias**. Coordenação geral: Maria Inês Fini. Coordenação de área: Luis Carlos de Menezes. 1. ed. Atual. São Paulo: SE, 2011.

SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. 13. ed. Campinas: Autores Associados, 2020.

SILVA, Boniek V. C.; MARTINS, André. F. P. (em avaliação). **A reflexão colaborativa no desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência de futuros professores de Física**, 2018a.

SILVA, Boniek V. C.; MARTINS, André. F. P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, 2018b.

SILVA, Carina Helena da; MACÊDO, Patricia Barros de; COUTINHO, Anderson da Silva; SILVA, Janaína Cristina da; RODRIGUES, Cynthia; OLIVEIRA, Waleria de Melo;

SILVA, Gilvaneide Ferreira; ARAÚJO, Monica Lopes Folena. A importância da utilização de atividades práticas como estratégia didática para o ensino de ciências. **Capes**, Pernambuco, p.2, ago.2009.

SICCA, Natalina Aparecida Laguna. Laboratorio de química en la escuela secundaria brasileña: la distancia entre el discurso y la practica. **Ciencias Químicas y Biológicas en la Formación de Un Mundo Nuevo**. Mexico: Universidade Autonoma Metropolitana, 1995. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000901638>. Acesso em: 10 out. 2023.

SICCA, Natalina Aparecida Laguna. Razões históricas para uma nova concepção de laboratório no ensino médio de química. **Paidéia**, Ribeirão Preto, p. 115-130, 1996.

SILVA, Vania Fernandes; BASTOS, Fernando. **Formação de Professores de Ciências**: reflexões sobre a formação continuada. Alexandria, 2012, p. 150-188

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. Pesquisa Científica. In: GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (org.) **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2009.

SOARES, Marcos Henrique; ALMEIDA, Maria Eduarda. Experimentação no ensino de física: uma revisão integrativa da literatura. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 2, p. 347-374, 2019.

SOUZA, Dominique Guimarães de; MIRANDA, Jean Carlos; SOUZA, Fabiano dos Santos. Aspectos históricos da educação e do ensino de Ciências no Brasil: do século XVI ao século XX. **Educação Pública**, v. 18, n. 22, 2018.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, Nova série, v. 4, n. 2, 2015.

SHULMAN, Lee S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Harvard, v. 57, n. 1, p. 1-21, 1987.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Thousand Oaks, California, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, Lee. S. Research on teaching: a historical and personal perspective. In: SHULMAN, Lee. S. **The wisdom of practice: essays on teaching learning, and learning to teach**. San Francisco: Jossey-Bass, 2004. p. 364-381.

SHULMAN, Lee S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, Boniek. V. C.; MARTINS, André. F. P. (em avaliação). **A reflexão colaborativa no desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência de futuros professores de Física**, 2018a.

SILVA, Boniek. V. C.; MARTINS, André. F. P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, 2018b.

SUOMALA, Petri.; LYLÄ-YRJÄNÄINEN, J. Pesquisa intervencionista em contabilidade gerencial: lições aprendidas. **Resumos executivos de pesquisa**. v. 6, n. 1, p. 01-09, 2010.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ. Vozes, 2002.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 16. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

VALENTE, Maria Aparecida; LOPES, Sérgio B. Atividades experimentais no ensino de física: uma análise da literatura. **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, v.1, n. 1, p. 1-10, 2015.

VYGOTSKY, Lev S. **Mind in Society**: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

WIEMAN, Carl. Professional Development and Innovative Tools for Learning Science. **Secretary's Summit on Science Education**, 2004, Washington, DC.

ZAVATINI, Ricardo de Mendonça. **Estratégias didáticas para o ensino de física: uma análise das tendências do MNPEF**. 2021. 202f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Departamento de Física, Química e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.