

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DOM BOSCO
CURSO DE PEDAGOGIA

Mila Guedes Cabrera

A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO
FUNDAMENTAL I

RESENDE/ RJ

2025

Mila Guedes Cabrera

A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO
FUNDAMENTAL I

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Dom Bosco Curso de Licenciatura em Pedagogia, como requisito para a obtenção do Grau de Licenciatura em Pedagogia.

Orientadora: Dra Karla Beatriz Lopes Baldini

RESENDE/RJ

2025

Catalogação na fonte
Biblioteca Central da Associação Educacional Dom Bosco – Resende-RJ

C117 Cabrera, Mila Guedes
 A importância da experimentação no ensino de Ciências no Ensino
Fundamental I / Mila Guedes Cabrera - 2025
 57 f.

Orientador: Karla Beatriz Lopes Baldini

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial à
finalização do curso de Pedagogia da Faculdade de Filosofia, Ciências e
Letras Dom Bosco, da Associação Educacional Dom Bosco.

1. Pedagogia. 2. Ensino de ciências. 3. Ensino fundamental. 4. Prática
pedagógica. I. Baldini, Karla Beatriz Lopes. II. Faculdade de Filosofia,
Ciências e Letras Dom Bosco. III. Associação Educacional Dom Bosco.
IV. Título.

CDU 37.02(043)

Mila Guedes Cabrera

A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO ENSINO
FUNDAMENTAL I

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Associação Educacional Dom Bosco, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Dom Bosco Curso de Licenciatura em Pedagogia, como requisito para a obtenção do Grau de Licenciatura em Pedagogia.

BANCA AVALIADORA:

Prof. Me. Lilian da Silva Chaves Domingos

Prof. Dra. Karla Beatriz Lopes Baldini

Resende, 24 de novembro de 2025.

Em primeiro lugar a Deus, que está sempre presente em minha vida. Se eu cheguei até aqui, foi porque ele me conduziu por esse caminho.

Ao meu amado pai (*in memoriam*), que foi o homem mais incrível que já conheci. Foi o melhor amigo que já tive, me ensinou coisas que jamais esquecerei.

A minha amada mãe, que durante esses quatro anos esteve ao meu lado me dando apoio. Que esta conquista represente o reflexo de tudo o que aprendi com ela: coragem, dedicação e a certeza de que o conhecimento transforma vidas.

Dedico este trabalho a todos os professores de Ciências que cruzaram meu caminho e me ensinaram que aprender não se resume a memorizar conteúdos, mas a viver, tocar, testar, questionar e se encantar com cada descoberta.

AGRADECIMENTOS

A Professora Orientadora Dra. Karla Beatriz Lopes Baldini pelo carinho, paciência e dedicação com que nos orientou durante todo o tempo desse trabalho.

A Professora Me. Lilian Da Silva Chaves Domingos pelas preciosas contribuições dadas na conclusão deste trabalho.

À Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Dom Bosco/Associação Educacional Dom Bosco, por ser propagadora de conhecimentos e de cultura.

A Coordenadora Ana Alice Esteves por sua constante presença e atenção para com o curso de Pedagogia.

Aos Professores do Curso de Pedagogia, que sem eles, não alcançaria meus objetivos e metas.

Aos colegas de classe, pela companhia e pela amizade desenvolvidas nesses quatro anos juntos.

RESUMO

O presente trabalho tem como tema a importância da experimentação no ensino de Ciências no Ensino Fundamental I, entendida como prática pedagógica capaz de aproximar teoria e realidade e de favorecer aprendizagens mais significativas. O objetivo central foi analisar como a experimentação pode contribuir para transformar o ensino de Ciências, promovendo não apenas a compreensão de conteúdos, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas, a resolução de problemas, a criatividade, a colaboração e o pensamento crítico dos estudantes. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, com caráter qualitativo, que reuniu, selecionou e analisou produções acadêmicas relevantes sobre o tema, buscando identificar convergências, divergências e lacunas. Os resultados evidenciam que a experimentação, sobretudo em sua dimensão investigativa, amplia o engajamento e a motivação dos alunos, favorece a aprendizagem significativa e estimula o protagonismo estudantil. Além disso, destaca-se o papel do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem e a necessidade de superar limitações estruturais e formativas, como a falta de laboratórios e a carência de preparo docente. Conclui-se que a experimentação, quando articulada a práticas investigativas e reflexivas, constitui um eixo fundamental para a alfabetização científica e para a formação de sujeitos críticos, criativos e participativos no contexto escolar.

Palavras-Chave: Experimentação; Ensino de Ciências; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This study addresses the importance of experimentation in Science Education in Elementary School I, understood as a pedagogical practice capable of connecting theory and reality and promoting more meaningful learning. The main objective is to analyze how experimentation can contribute to transforming science teaching, promoting not only the understanding of content but also the development of cognitive skills, problem-solving, creativity, collaboration, and students' critical thinking. The research was carried out through a systematic literature review, with a qualitative approach, that gathered, selected, and analyzed relevant academic studies on the subject to identify convergences, divergences, and gaps. The results show that experimentation, especially when it involves an investigative dimension, enhances student engagement and motivation, supports meaningful learning, and stimulates student protagonism. Furthermore, it emphasizes the teacher's role as a mediator in the teaching-learning process and the need to overcome structural and formative limitations, such as the lack of laboratories and teacher training. It concludes that experimentation, when combined with investigative and reflective practices, is a key element for scientific literacy and for the formation of critical, creative, and participatory individuals within the school context.

Keywords: Experimentation; Science Education; Meaningful Learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Pesquisas analisadas sobre a contribuição da experimentação no ensino de ciências.....	41
Quadro 2 - Contribuições teóricas para o ensino de Ciências.....	49
Quadro 3 - A experimentação e seus impactos pedagógico.....	50
Quadro 4 - Perspectiva sociocultural na aprendizagem científica.....	51
Quadro 5 - Comparativo entre as pesquisas.....	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. CAPÍTULO I	12
2.1 Histórico e perspectivas do ensino de Ciências no Brasil e no mundo	12
2.2 Da Educação Tradicional à Abordagem Experimental: Um Breve Olhar	15
2.3 O Papel da Experimentação no Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências	18
2.3.1 A Importancia dos Experimentos em Reforçar a Compreensão Conceitual	20
2.3.2 Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas Por Meio da Experimentação	20
2.3.3 Experimentação e resolução de problemas.....	23
2.4 O Papel da Escola e do Professor na Promoção da Aprendizagem Significativa	24
2.5 O Professor como Mediador no Processo de Experimentação Científica	25
2.6 Formação Docente e Desafios para o Uso da Experimentação em Sala de Aula	27
2.7 Despertando o Interesse e a Curiosidade Científica: Possibilidades de Sucesso com a Experimentação	31
2.8 O Protagonismo Estudantil como Caminho para a Aprendizagem Significativa	32
3. CAPÍTULO II	34
3.1 Metodologia da pesquisa: caminhos percorridos	34
3.2 Tipo de pesquisa	34
3.3 Justificativa da abordagem bibliográfica	35
3.4 Critérios de seleção dos autores	36
3.5 Organização e leitura crítica das obras selecionadas	38
3.6 Categorização e análise dos dados teóricos	39
3.7 Limitações do estudo	40
4. CAPÍTULO III	41
4.1 Articulação teórica: contribuições e reflexões sobre a experimentação no ensino de Ciências	41
4.2 Análise das Pesquisas e Contribuições Apresentadas	43
4.3 Impactos da Experimentação no Ensino de Ciências	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS	56

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objeto de análise a importância da experimentação no ensino de Ciências no Ensino Fundamental I, compreendendo-a como uma ferramenta essencial para a construção do conhecimento científico, o desenvolvimento do pensamento crítico e a promoção da aprendizagem significativa.

Apesar de ser amplamente reconhecida como uma estratégia pedagógica fundamental, a experimentação ainda ocupa um espaço limitado nas práticas de sala de aula, especialmente nas escolas públicas brasileiras. Em muitos contextos, o ensino de Ciências ainda se baseia, predominantemente, em metodologias tradicionais, centradas na exposição teórica e na memorização de conteúdos, afastando os alunos de uma vivência concreta e investigativa da ciência.

Além disso, questiona-se de que forma a ausência da experimentação interfere no processo de aprendizagem dos alunos. Sem a oportunidade de observar, manipular e interagir com os fenômenos naturais, os estudantes tendem a desenvolver uma compreensão fragmentada e abstrata da ciência, o que pode gerar desmotivação, desinteresse e a construção de uma imagem distorcida da área científica como algo distante da realidade.

Para a realização deste trabalho, optou-se pela pesquisa de natureza qualitativa, com enfoque bibliográfico, baseada na análise de autores e obras que discutem o ensino de Ciências e as metodologias ativas, especialmente no que se refere à prática experimental. Essa abordagem se justifica pela intenção de compreender, por meio do diálogo com diferentes referenciais teóricos, as contribuições, os desafios e as possibilidades de aplicação da experimentação no contexto do Ensino Fundamental I.

Sendo assim, este estudo visa compreender como a experimentação pode contribuir para transformar o ensino de Ciências, favorecendo a aprendizagem de conteúdos, o desenvolvimento de habilidades cognitivas e o preparo dos estudantes no que tange à resolução de problemas, à criatividade, à colaboração e ao pensamento crítico. O presente trabalho encontra-se dividido em três capítulos:

No Capítulo I, será feita uma contextualização teórica sobre o ensino de Ciências no Ensino Fundamental I, destacando os fundamentos da experimentação e sua relevância na prática pedagógica.

No Capítulo II, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a realização desta pesquisa, de natureza bibliográfica.

Por fim, no Capítulo III, serão analisadas as contribuições teóricas de diversos autores

sobre a experimentação, buscando articular as ideias estudadas e levantar estratégias que possam viabilizar sua implementação nas escolas.

Nas Considerações Finais, é possível apontar que a experimentação é fundamental para um ensino de Ciências mais significativo, pois integra teoria e prática, estimula o pensamento crítico e o protagonismo dos alunos. Apesar disso, sua plena efetivação ainda enfrenta desafios ligados à infraestrutura e à formação docente.

2. CAPÍTULO I

A experimentação vem ganhando cada vez mais espaço nas discussões sobre ensino de Ciências, especialmente no contexto do Ensino Fundamental I, etapa em que se inicia a construção do olhar investigativo dos alunos. Entender o mundo ao redor, questionar, observar, levantar hipóteses e buscar respostas são atitudes naturais da infância e, justamente por isso, precisam ser valorizadas no ambiente escolar.

Apesar de seu potencial formativo, o ensino de Ciências ainda carrega resquícios de práticas tradicionais que colocam o aluno em uma postura passiva diante do conhecimento. Em muitas escolas, o conteúdo é apresentado de forma expositiva, descolado da realidade dos estudantes e limitado à memorização de definições e fórmulas. Esse distanciamento compromete a aprendizagem e esvazia o sentido da disciplina.

Nesse cenário, a experimentação surge como uma ferramenta urgente e necessária. Ao oportunizar que os alunos vivenciem os conceitos na prática, ela contribui para uma aprendizagem mais significativa, conectada à curiosidade, à descoberta e ao fazer científico. Porém, é preciso compreender essa prática para além da visão simplificada de “fazer experiências”. O que se busca aqui é refletir sobre o papel da experimentação no processo de ensino e aprendizagem, entendendo seus desafios, possibilidades e implicações para a formação dos sujeitos.

2.1 Histórico e perspectivas do ensino de Ciências no Brasil e no mundo

O ensino de Ciências, em sua concepção moderna, consolidou-se globalmente a partir do final do século XIX e início do século XX, fortemente influenciado por movimentos pedagógicos europeus e norte-americanos que enfatizavam o aprendizado por meio da observação e da experimentação. No Brasil, esse movimento encontrou eco em reformas educacionais, como a Reforma Francisco Campos (1931), que tentou inserir uma perspectiva mais prática no currículo. No entanto, como aponta Chassot (2003), a implantação foi superficial, caracterizando-se muitas vezes por uma "ilusão de concretude", onde a experimentação servia mais para comprovar verdades pré-estabelecidas nos livros didáticos do que para fomentar a investigação e o questionamento por parte dos alunos.

A análise de Chassot (2003) é crucial para entender a defasagem inicial do ensino científico brasileiro. Enquanto países como os Estados Unidos e algumas nações europeias

integravam, ainda que de forma incipiente, os princípios do "learning by doing" (aprender fazendo) propostos por John Dewey, a realidade brasileira esbarrava na falta de infraestrutura, na formação deficiente de professores e em uma cultura escolar que privilegiava o conhecimento enciclopédico e livresco. Essa "ilusão de concretude" criou uma tradição na qual a atividade prática, quando existente, não cumpria seu papel formativo central, que é o de desenvolver o raciocínio hipotético-dedutivo, perpetuando um ensino dogmático.

Após a Segunda Guerra Mundial e, posteriormente, impulsionado pela Guerra Fria, um movimento global de reforma do ensino de Ciências ganhou força, particularmente nos Estados Unidos com projetos como o Physical Science Study Committee (PSSC). Esse movimento, conhecido como "era de ouro" dos currículos de Ciências, tinha como objetivo formar cientistas e cidadãos capazes de compreender a ciência moderna, enfatizando a estrutura das disciplinas e a natureza do trabalho científico, numa abordagem que ficou conhecida como "ensino por descoberta" (Krasilchik, 2016). No Brasil, esse ideário influenciou a criação de projetos como o da Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências (FUNBEC), que produziu kits experimentais acessíveis.

A perspectiva trazida por Krasilchik (2016) revela que a importação desses modelos para o Brasil ocorreu de forma parcial e descontextualizada. A ênfase na "estrutura da disciplina", válida para contextos com professores altamente qualificados e infraestrutura adequada, mostrou-se inadequada para a realidade da maioria das escolas brasileiras. O resultado foi um aprofundamento do abismo entre a proposta curricular de elite e a prática escolar massificada. Apesar disso, a FUNBEC representou um avanço ao tentar popularizar o equipamento experimental, embora muitas vezes a atividade prática continuasse sendo uma mera ilustração, sem a profundidade conceitual e metodológica pretendida pelos idealizadores do movimento original.

A partir da década de 1980, ganhou força no Brasil e na América Latina uma visão crítica do modelo de ensino de Ciências até então vigente. Influenciados por pensadores como Paulo Freire e por uma perspectiva sociológica da ciência, educadores passaram a defender que o ensino deveria ir além da transmissão de conceitos. De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), era fundamental uma abordagem que relacionasse os conteúdos científicos com o contexto social dos alunos, problematizando questões cotidianas e discutindo a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Esse período marca a transição de um ensino puramente conceptual para um ensino com uma dimensão política e cidadã.

A proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) representou uma mudança de

paradigma significativa. Em vez de preparar futuros cientistas, o foco deslocou-se para a formação de cidadãos críticos, capazes de entender o papel da ciência no mundo e de intervir em questões que afetam suas vidas, como saúde, ambiente e tecnologia. Essa perspectiva humanizou o ensino de Ciências, tornando-o mais relevante para a maioria dos estudantes que não seguiriam carreiras científicas. No entanto, a implementação dessa abordagem esbarrou na resistência de um currículo já estabilizado e na dificuldade de formação docente para trabalhar com temas tão abertos e interdisciplinares.

A promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 9.394/1996) e a consequente criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) na década de 1990 representaram a tentativa de oficializar as tendências progressistas no ensino brasileiro. Os PCNs para Ciências Naturais incorporaram explicitamente a perspectiva CTS e recomendaram que os temas fossem organizados em eixos temáticos, como "Terra e Universo" e "Vida e Ambiente", buscando uma visão mais integrada do conhecimento (Brasil, 1998). O documento também destacou a importância dos Temas Transversais, como Ética e Meio Ambiente, que deveriam ser trabalhados de forma interdisciplinar.

A análise do documento oficial (Brasil, 1998) evidencia um grande avanço na concepção curricular. Os PCNs foram visionários ao propor um ensino contextualizado e significativo. Contudo, a distância entre a proposta inovadora do documento e a realidade das salas de aula permaneceu grande. A falta de um programa robusto e contínuo de formação de professores, a carência de materiais didáticos alinhados à nova perspectiva e a própria estrutura fragmentada da escola (com aulas de 50 minutos e disciplinas estanques) dificultaram a efetiva implementação. Os PCNs tornaram-se, assim, uma referência teórica importante, mas sua aplicação prática foi irregular e dependente do esforço individual de educadores.

Atualmente, as perspectivas para o ensino de Ciências no Brasil e no mundo dialogam com urgências globais, como as mudanças climáticas, a pandemia de COVID-19 e a disseminação de desinformação. Nesse contexto, há um consenso crescente sobre a necessidade de uma alfabetização científica para toda a população, não mais como um luxo, mas como uma necessidade para a sobrevivência democrática. Autores como Sasseron e Carvalho (2011) defendem o ensino por investigação, no qual os alunos são colocados diante de problemas reais e, guiados pelo professor, constroem coletivamente o conhecimento, desenvolvendo habilidades como argumentação e análise crítica de evidências.

A abordagem de Sasseron e Carvalho (2011) representa a convergência das melhores ideias das décadas anteriores: a solidez conceptual da "era de ouro", a contextualização social

da perspectiva crítica e a estruturação de sequências didáticas planejadas. O ensino por investigação prepara o cidadão para um mundo complexo, onde é preciso distinguir fato de opinião e ciência de pseudociência. O grande desafio, entretanto, permanece sendo a formação docente. Implementar essa abordagem exige professores com domínio conceitual, segurança para gerenciar aulas abertas e capacidade de mediar discussões, o que aponta para a necessidade de investimentos massivos e prioritários na formação inicial e continuada de professores de Ciências.

2.2 Da Educação Tradicional à Abordagem Experimental: Um Breve Olhar

Historicamente, o ensino de Ciências foi marcado por abordagens centradas na transmissão de conhecimentos prontos, com pouca ênfase na investigação ou na construção ativa do saber. O estudante, nesse modelo, ocupava um lugar de ouvinte, muitas vezes sem compreender a utilidade dos conteúdos estudados. Essa lógica ainda persiste em muitas salas de aula, dificultando o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico e a autonomia intelectual.

Autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem que a Ciência precisa ser apresentada como uma construção social, histórica e em constante transformação. Nesse sentido, o ensino deve ir além da simples explicação de fenômenos, abrindo espaço para que o aluno explore, questione e participe ativamente do processo. A experimentação, nesse contexto, assume um papel estratégico.

Giordan destaca que o experimento escolar não deve servir apenas para confirmar teorias, mas deve ser estruturado como uma situação que provoca a reflexão, a análise de resultados e a reformulação de ideias. Isso transforma o estudante em sujeito da aprendizagem, e não apenas receptor (Giordan, 1999).

Vale acrescentar os diferentes tipos de experimentação utilizados no ensino de Ciências: atividades ilustrativas, que apenas mostram um fenômeno; confirmatórias, que comprovam uma teoria já apresentada — válidas, mas limitadas. Contudo, o maior potencial está nas práticas investigativas, que colocam o aluno diante de um problema real, exigindo dele raciocínio, tomada de decisão e argumentação (Krasilchik, 2016).

Carvalho propõe sequências de ensino investigativas em que cada atividade é planejada segundo interações didáticas que possibilitem ao aluno trazer seu conhecimento prévio, expor suas ideias, discutir com colegas e professor, migrando de um saber espontâneo para um saber científico estruturado e significativo (Carvalho, 2013).

Desse modo, a experimentação deve ser entendida como parte de uma didática mais ativa e significativa, onde o aluno aprende ao fazer, observar, registrar e refletir. Não se trata apenas de manipular materiais, mas de construir sentidos a partir da experiência (Krasilchik, 2016).

Bruner afirma que o ensino bem-sucedido é aquele que leva o aprendiz a construir significados próprios. Quando o aluno é convidado a organizar o conhecimento, dar sentido ao que aprende e relacionar com o que já sabe, a aprendizagem torna-se significativa, e não meramente acumulativa (Bruner, 1997).

Do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo, Piaget defende que a inteligência não é aquilo que se tem, mas aquilo que se constrói. A criança aprende porque age, experimenta, transforma o objeto e, nessa ação, modifica também suas próprias estruturas mentais. O conhecimento é, portanto, o resultado de uma interação entre sujeito e objeto (Piaget, 1976).

Isto posto, vale ressaltar que o conhecimento é construído a partir da interação com o meio. Ao agir sobre os objetos, a criança assimila e acomoda informações, formando esquemas mentais cada vez mais elaborados (Krasilchik, 2016).

Vygotsky, por sua vez, enfatiza que o conhecimento se desenvolve a partir das interações com o outro, sendo a mediação social e a linguagem elementos fundamentais nesse processo. A aprendizagem acontece de forma mais eficaz quando o aluno participa ativamente, e a prática pedagógica deve favorecer esse protagonismo, como ocorre nas situações de experimentação (Vygotsky, 1998).

Sendo assim, compreender o papel da mediação no processo de aprendizagem significa reconhecer que o conhecimento não é algo que se transfere, mas que se constrói coletivamente, com base no diálogo, na escuta e na ação compartilhada. Nesse contexto, a experimentação no ensino de Ciências revela-se não apenas como uma metodologia, mas como uma prática pedagógica profundamente alinhada com os princípios do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem significativa, encerrando o ciclo da passividade e abrindo espaço para uma escola mais ativa, reflexiva e transformadora.

A abordagem pedagógica tradicional no ensino de ciências, frequentemente denominada de "modelo de transmissão-recepção", tem suas raízes no início do século XX e caracteriza-se pela centralidade do professor como detentor e transmissor do conhecimento. Nesta perspectiva, as aulas são predominantemente expositivas, com os alunos assumindo um papel passivo de ouvintes e receptores de informações previamente organizadas (Krasilchik, 2016). O conteúdo científico é tratado como um produto final, uma verdade absoluta a ser

assimilada, com ênfase na memorização de nomenclaturas, leis e fórmulas. A avaliação, por sua vez, segue um modelo classificatório, baseado em provas e exercícios que testam a capacidade de retenção de dados, sem necessariamente verificar a compreensão conceitual ou a aplicação do conhecimento em contextos reais (Chassot, 2003).

A análise desse modelo revela suas limitações profundas para os objetivos contemporâneos da educação científica. Ao tratar o conhecimento como um produto estático, o ensino tradicional falha em desenvolver nos estudantes as habilidades cognitivas essenciais para o século XXI, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de investigação. Conforme apontado pelos autores, essa metodologia tende a descontextualizar a ciência, apresentando-a como uma sucessão de fatos inquestionáveis, distante do processo dinâmico, criativo e, por vezes, controverso que a caracteriza. O resultado, muitas vezes, é o desinteresse dos alunos, que não conseguem estabelecer conexões entre o conteúdo curricular e seu cotidiano, percebendo a ciência como uma disciplina árida e de difícil acesso.

Em oposição ao modelo tradicional, o ensino por investigação (Inquiry-Based Science Education) propõe uma inversão de papéis, colocando o aluno no centro do processo de construção do conhecimento. Esta abordagem é inspirada nos próprios métodos da ciência, onde os estudantes são incentivados a formular perguntas, planejar e realizar investigações, coletar e analisar dados, e construir explicações baseadas em evidências (Hodson, 2014). O professor atua como um mediador, guiando os aprendizes na sua trajetória de descoberta, em vez de simplesmente fornecer respostas prontas. O foco desloca-se da memorização para o desenvolvimento de competências, incluindo a argumentação fundamentada e a comunicação de resultados.

A valorização do ensino investigativo reflete uma compreensão mais sofisticada da alfabetização científica. Ao vivenciar etapas do trabalho científico, mesmo que de forma simplificada, o aluno deixa de ser um mero espectador e passa a compreender a natureza do conhecimento científico – provisório, falível e construído socialmente. Essa prática contribui para formar cidadãos mais críticos em relação às informações que consomem, capazes de questionar e avaliar argumentos em debates públicos que envolvem ciência e tecnologia. No entanto, sua implementação eficaz requer planejamento detalhado, recursos adequados e uma formação docente sólida para que a atividade investigativa não se degrade em um mero "fazer por fazer", sem a devida reflexão conceitual.

As metodologias ativas representam um guarda-chuva de estratégias pedagógicas que compartilham o princípio da aprendizagem significativa através da ação e da autonomia do estudante. Diferentemente de uma metodologia específica, elas englobam abordagens como a

aprendizagem baseada em problemas (ABP), a sala de aula invertida (Flipped Classroom) e a gamificação. O pressuposto central é que a aprendizagem é um processo ativo de construção, no qual o aluno precisa se engajar intelectualmente para resolver situações-problema reais ou simuladas (Bacich; Moran, 2018). A tecnologia digital é frequentemente integrada como ferramenta para facilitar o acesso à informação e a colaboração.

No contexto do ensino de ciências, as metodologias ativas encontram um terreno fértil, pois permitem simular desafios complexos que exigem a aplicação integrada de conhecimentos. Em uma ABP, por exemplo, um caso sobre poluição ambiental pode demandar que os alunos mobilizem conceitos de química, biologia e física para propor soluções, desenvolvendo simultaneamente habilidades de trabalho em equipe. Essa abordagem promove um aprendizado mais profundo e duradouro, pois o conhecimento é construído para ser usado, e não apenas para ser reproduzido em uma avaliação. A figura do professor se transforma em um designer de experiências de aprendizagem, criando ambientes que estimulam a curiosidade e a proatividade.

A transição de um modelo tradicional para práticas investigativas ou ativas esbarra em obstáculos significativos. Esses incluem a carga horária extensa, o número elevado de alunos por turma, a escassez de recursos materiais e a própria formação inicial e continuada dos professores, que muitas vezes foi pautada pelo modelo que se pretende superar (Carvalho, 2013). A avaliação das aprendizagens em modelos não tradicionais também representa um desafio, exigindo instrumentos diversificados que vão além da prova escrita e que sejam capazes de aferir competências como a colaboração e a criatividade.

Portanto, a evolução das abordagens pedagógicas no ensino de ciências indica um caminho claro em direção a modelos que privilegiam a atividade intelectual do aluno. O ensino investigativo e as metodologias ativas surgem como respostas pedagógicas mais alinhadas com a natureza da ciência e com as demandas de uma sociedade complexa. A superação do modelo tradicional não significa seu abandono completo, mas sua subordinação a uma lógica mais ampla de aprendizagem significativa. O objetivo final deve ser a formação de indivíduos alfabetizados cientificamente, capazes de compreender e intervir no mundo de forma crítica e ética.

2.3 O Papel da Experimentação no Processo de Ensino-Aprendizagem em Ciências

A experimentação é frequentemente apontada como a base do conhecimento

científico, mas sua implementação pedagógica requer um planejamento que vá além da mera comprovação de teorias. De acordo com Krasilchik (2016), existe uma distância considerável entre a prática científica real e as atividades experimentais tradicionais em sala de aula, que muitas vezes se resumem a exercícios de verificação, nos quais os resultados são previamente conhecidos por alunos e professores. Essa abordagem, que Hodson (1994) classifica como uma "ilusão da ciência", pode criar uma visão deformada do trabalho científico, desconsiderando seu caráter criativo, falível e socialmente construído. Para que a experimentação cumpra seu papel formativo, é necessário que ela seja problematizada e inserida em contextos significativos para os estudantes.

A crítica apresentada por esses autores é fundamental para repensarmos o "fazer experimental" nas escolas. Ao transformar uma atividade prática em uma simples receita a ser seguida, corremos o risco de esvaziar seu potencial investigativo. O aluno, nesse modelo, assume um papel passivo de executor de etapas, em vez de se engajar em um processo genuíno de questionamento. A observação de Krasilchik (2016) sobre a distância entre a ciência real e a escolar alerta-nos para a necessidade de criar situações de aprendizagem onde a incerteza, o erro e a análise crítica de resultados sejam partes integrantes e valorizadas do processo, aproximando os estudantes da verdadeira natureza da construção do conhecimento científico.

Nesse sentido, a avaliação da aprendizagem em contextos experimentais também precisa ser repensada. Tradicionalmente, a avaliação foca no relatório final e na exatidão dos resultados. No entanto, Sasseron (2013) propõe que a avaliação deve ser contínua e formativa, acompanhando todo o processo investigativo, desde a formulação de questões até a argumentação baseada em evidências. Valorizar a participação, a capacidade de colaboração, a persistência diante das dificuldades e a clareza do raciocínio é tão importante quanto avaliar o produto final.

A proposta de Sasseron (2013) está alinhada com a visão de que a experimentação é, acima de tudo, um espaço para o desenvolvimento de competências. Ao avaliar o processo e não apenas o resultado, o professor sinaliza para o aluno que o esforço intelectual e a capacidade de pensar cientificamente são o cerne da atividade. Isso contribui para uma educação científica cidadã, onde o objetivo último não é formar apenas futuros cientistas, mas indivíduos capazes de compreender e interagir criticamente com um mundo cada vez mais permeado por questões científico-tecnológicas, capacitando-os para tomadas de decisão mais fundamentadas.

2.3.1 A Importância dos Experimentos em Reforçar a Compreensão Conceitual

A relação entre teoria e prática é um pilar fundamental na epistemologia da ciência. Thomas Kuhn (1962), em sua obra seminal, argumenta que a ciência normal opera dentro de um paradigma aceito pela comunidade científica, onde a prática experimental é direcionada a articular e a preencher os detalhes do paradigma vigente. Nesse contexto, os experimentos não têm como objetivo principal refutar a teoria, mas sim expandir seu escopo de aplicação e precisão. As atividades práticas, portanto, servem para resolver quebra-cabeças dentro de um quadro teórico estabelecido, consolidando-o ainda mais.

A perspectiva de Kuhn é crucial para entendermos que a prática científica cotidiana não é uma busca constante por revoluções. Pelo contrário, a maioria do trabalho de um cientista ou estudante envolve a aplicação metódica de teorias consolidadas para explorar fenômenos específicos. Quando um aluno em um laboratório de física utiliza as leis de Newton para calcular a trajetória de um projétil, ele está engajado exatamente nesse tipo de "ciência normal". Essa prática rotineira não é menos importante; ela é a base que solidifica a compreensão conceitual e prepara o terreno para que, eventualmente, anomalias possam surgir e desafiar o paradigma, levando a um avanço científico.

Complementarmente, o filósofo Gaston Bachelard (1938) introduziu o conceito de "obstáculo epistemológico", defendendo que a compreensão científica plena não é alcançada passivamente, mas por meio de uma ruptura com noções intuitivas e errôneas. Para Bachelard, a prática experimental é o instrumento primordial para superar esses obstáculos. O contato direto com o fenômeno, que muitas vezes contradiz a experiência sensorial imediata, força uma reformulação dos conceitos mentais, alinhando-os com a realidade mensurada.

A ideia de Bachelard ressoa profundamente no processo de aprendizagem. Muitos conceitos científicos, como a ideia de que objetos de massas diferentes caem com a mesma aceleração na ausência de resistência do ar, contradizem a intuição baseada na observação comum. É apenas através do experimento controlado – como a demonstração clássica no tubo de vácuo – que o obstáculo da percepção sensorial é superado. Dessa forma, a prática não é um mero apêndice da teoria; é o campo de batalha onde concepções prévias são desafiadas e onde a teoria ganha seu verdadeiro significado, transformando o entendimento do indivíduo.

2.3.2 Desenvolvimento de Habilidades Cognitivas Por Meio da Experimentação

A concepção de que o conhecimento é construído ativamente pelo aluno, e não simplesmente transmitido, é um pilar da educação moderna. Na área de ensino de ciências, essa ideia é fortemente embasada na teoria de David Ausubel (2003), para quem a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações ancoram-se em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel (2003) argumenta que, sem esta ancoragem, o aprendizado torna-se mecânico e volátil. Nesse contexto, a experimentação surge não como uma mera ilustração de teorias, mas como uma ferramenta crucial para criar situações que ativem os subsunçores – esses conceitos âncora – permitindo que o novo conhecimento seja assimilado de forma duradoura e compreensiva.

A análise do pensamento de Ausubel revela a profundidade do papel da experimentação. Longe de ser um simples "hands-on" desprovido de "minds-on", a atividade experimental bem planejada força o confronto entre o que o aluno acredita saber e a realidade observada. Esse conflito cognitivo é o motor da ancoragem ausubeliana. Quando um estudante prevê o resultado de um experimento e se depara com um resultado diferente, sua estrutura cognitiva é desafiada, criando a necessidade de reestruturação. A experimentação, portanto, deixa de ser um fim em si mesma e transforma-se no contexto privilegiado para que a aprendizagem significativa, de fato, ocorra, promovendo um rearranjo ativo e pessoal do conhecimento.

A importância do conflito cognitivo gerado pela experimentação é ampliada pela teoria do desenvolvimento cognitivo de Jean Piaget (1975). Segundo o autor, a inteligência desenvolve-se por meio de processos de assimilação (interpretar novas experiências com base em esquemas existentes) e acomodação (modificar os esquemas existentes para entender novas experiências). O equilíbrio entre esses dois processos é dinâmico. A experimentação científica, ao apresentar fenômenos que nem sempre se encaixam nas expectativas ingênuas dos alunos, cria desequilíbrios que só podem ser resolvidos por meio da acomodação, ou seja, da adaptação das estruturas mentais para incorporar a nova evidência.

Contextualizando Piaget no laboratório de ciências, percebe-se que o erro e a surpresa deixam de ser vistos como fracassos e passam a ser elementos pedagógicos valiosos. Um experimento que "dá errado" do ponto de vista da expectativa inicial do aluno é, na verdade, uma oportunidade única de desenvolvimento. O professor, atuando como mediador, pode guiar o estudante a refletir sobre por que sua previsão não se confirmou, incentivando-o a reavaliar seus esquemas mentais. Dessa forma, a experimentação alimenta diretamente o mecanismo de equilíbrio majorante descrito por Piaget (1975), pushing o pensamento para níveis de complexidade e abstração crescentes, que são a base do raciocínio científico formal.

A dimensão social da experimentação também é crucial para o desenvolvimento cognitivo. Conforme demonstrado por Vygotsky (2011), a aprendizagem é um processo socialmente mediado, no qual o conhecimento é internalizado a partir das interações com outros. Em um ambiente de laboratório, onde os alunos frequentemente trabalham em grupos, a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) – a distância entre o que um aprendiz pode fazer sozinho e o que pode realizar com a orientação de um colega mais capaz ou do professor – é constantemente activada. A discussão em grupo durante a montagem do experimento, a coleta de dados e a análise dos resultados expõe o estudante a pontos de vista e raciocínios que ele ainda não domina individualmente.

Aplicando a lógica vygotskyana, o papel do professor como mediador e a dinâmica de grupo tornam-se elementos didáticos intencionais. O professor não é um mero fornecedor de materiais, mas aquele que formula perguntas provocadoras, incentiva o debate e garante que a interação no grupo seja produtiva. Dessa forma, o que inicialmente é um conhecimento partilhado e construído coletivamente (por exemplo, a interpretação de um gráfico de resultados) é gradualmente internalizado por cada membro do grupo, tornando-se uma habilidade cognitiva individual. A experimentação, nesse viés, é uma atividade intrinsecamente social que catalisa a aquisição de habilidades complexas.

A eficácia da experimentação no desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, como a resolução de problemas, é corroborada por Hodson (2014). O autor defende que aprender ciências envolve muito mais do que aprender um corpo de fatos; implica em aprender a "fazer ciência". Isto significa engajar-se com problemas abertos, nos quais o caminho para a solução não é linear nem previsível. A experimentação autêntica coloca os alunos perante situações-problema reais, exigindo que planejem investigações, controlem variáveis, interpretem dados inconsistentes e proponham explicações, replicando, em escala adequada, o trabalho do cientista.

A visão de Hodson (2014) consolida a experimentação como o e central de uma educação científica verdadeiramente formadora. Ao "fazer ciência", o estudante desenvolve um conjunto integrado de habilidades: o pensamento lógico, a criatividade para elaborar hipóteses, a persistência para lidar com resultados inconclusivos e a humildade para rever suas concepções. Portanto, a experimentação não é um recurso didático opcional ou um momento de descontração. Ela é a arena na qual as habilidades cognitivas mais complexas são exercitadas e refinadas, transformando o aprendizado de ciências em uma experiência de desenvolvimento intelectual profundo e duradouro.

2.3.3 Experimentação e Resolução de Problemas

A abordagem por investigação no ensino de ciências não é uma novidade, mas sua implementação efetiva continua a ser um desafio. Conforme destacado por Sasseron e Carvalho (2011), a alfabetização científica, objetivo central do ensino de ciências na educação básica, vai além da memorização de termos e fatos; ela envolve a compreensão dos processos da ciência, incluindo a capacidade de formular perguntas, interpretar dados e construir explicações baseadas em evidências. Os autores argumentam que é por meio de situações investigativas que os alunos podem vivenciar, ainda que de forma simplificada, a natureza do trabalho científico, desenvolvendo não apenas conhecimento conceitual, mas também habilidades cognitivas e atitudes necessárias para a cidadania.

A análise do pensamento de Sasseron e Carvalho (2011) revela que a experimentação investigativa se opõe diretamente à visão tradicional da "aula prática" como uma mera comprovação de teorias previamente transmitidas. Nesse contexto, o erro e a imprevisibilidade dos resultados experimentais deixam de ser um problema a ser evitado e se transformam em oportunidades valiosas de aprendizagem. Quando um experimento não produz o resultado esperado, o professor mediador pode guiar os alunos a investigarem as possíveis causas: será um erro procedural? Uma variável não controlada? Uma falha na hipótese inicial? Esse processo de resolução de problemas, inerente à ciência real, é fundamental para desenvolver a resiliência e o pensamento crítico dos estudantes.

A implementação bem-sucedida de atividades investigativas requer uma mudança significativa no papel do professor. Conforme aponta Delizoicov (2011), o educador deixa de ser o detentor único do conhecimento, aquele que simplesmente transmite informações, para assumir a função de mediador. Isso implica criar situações-problema desafiadoras, gerenciar o andamento das investigações em grupo, fornecer recursos adequados e, principalmente, fazer questionamentos pertinentes que guiem os alunos sem lhes entregar respostas prontas. Essa mediação é delicada e exige uma formação docente sólida que vá além do domínio conceitual.

A transição do professor para o papel de mediador, como descrito por Delizoicov (2011), é um dos maiores obstáculos práticos. Muitos educadores, formados em um modelo tradicional, sentem-se inseguros em abrir mão do controle absoluto da sala de aula. O medo do "caos" ou de não cobrir todo o conteúdo programático pode ser paralisante. No entanto, é crucial compreender que a aprendizagem significativa ocorre justamente nesse espaço de diálogo e incerteza. A mediação eficaz não significa ausência de direcionamento, mas sim uma intervenção qualificada que estimula a autonomia intelectual dos alunos, preparando-os

para lidar com problemas complexos fora do ambiente escolar.

Um dos principais benefícios dessa abordagem é o desenvolvimento de habilidades metacognitivas. De acordo com Hodson (1994), aprender ciências envolve também "aprender sobre a ciência", o que significa refletir sobre a natureza do conhecimento científico e os métodos utilizados para produzi-lo. Em uma atividade investigativa, os alunos são constantemente convidados a justificar suas escolhas, avaliar a robustez de suas evidências e comparar suas conclusões com as de outros grupos. Esse processo de reflexão sobre o próprio pensamento é essencial para uma compreensão profunda e duradoura.

A perspectiva de Hodson (1994) amplia significativamente o objetivo do ensino de ciências. Não se trata apenas de formar futuros cientistas, mas de capacitar todos os cidadãos a entenderem e avaliarem criticamente as informações científicas que permeiam seu cotidiano, desde notícias sobre vacinas até debates sobre mudanças climáticas. A experimentação investigativa, portanto, é uma ferramenta pedagógica poderosa para a formação de uma cultura científica. Ao vivenciar os desafios e as ambiguidades da investigação, o aluno desenvolve um ceticismo saudável e uma maior capacidade de discernimento frente a afirmações dogmáticas ou pseudocientíficas.

2.4 O Papel da Escola e do Professor na Promoção da Aprendizagem Significativa

De acordo com Carvalho:

O ensino por investigação exige que o professor crie condições para que os alunos expressem suas ideias, investiguem, e reconstruam o conhecimento por meio da interação com o conteúdo e com os colegas. (2013, p. 9.)

A construção de uma prática pedagógica que valorize a experimentação no ensino de Ciências exige o comprometimento institucional da escola e, principalmente, uma atuação docente consciente e intencional. A simples inserção de atividades práticas não garante uma aprendizagem significativa. É fundamental que o professor compreenda a função didática da experimentação e a utilize como meio para estimular a curiosidade, o raciocínio e a compreensão crítica do conteúdo.

Ao assumir um papel de mediador, o professor se torna responsável por organizar situações que desafiem o aluno, respeitando seus conhecimentos prévios e incentivando a busca por novas explicações. Ausubel (2003) já apontava que “a aprendizagem significativa

ocorre quando o novo conteúdo se ancora em estruturas cognitivas já existentes”. É exatamente nesse ponto que a experimentação se destaca relacionando o conteúdo com situações reais e observáveis, visto que ela oferece ao aluno uma ponte concreta entre teoria e prática.

Vygotsky (2011), ao discutir o papel da mediação no processo de aprendizagem, destaca que o “desenvolvimento intelectual ocorre por meio da interação com o outro”, especialmente quando há um sujeito mais experiente — como o professor — capaz de orientar, provocar e apoiar o avanço do aluno.

Dessa forma, a relação pedagógica precisa ser dialógica, respeitosa e baseada na confiança mútua, para que a experimentação não se torne uma simples atividade técnica, mas uma experiência de construção conjunta do saber.

É nessa perspectiva que surgem experiências escolares que provam como a prática pode ser transformadora mesmo em condições modestas. Entretanto, essa prática enfrenta desafios. A escassez de recursos materiais, o tempo limitado e a carga burocrática frequentemente dificultam o trabalho docente.

Além disso, muitos professores não se sentem preparados para conduzir atividades experimentais, seja por falta de formação específica, seja pela ausência de apoio institucional. Diante disso, é mister investir na formação inicial e continuada dos profissionais da educação, de modo a garantir que eles desenvolvam competências para trabalhar com uma abordagem investigativa e ativa do ensino de Ciências.

Vale acrescentar, que o professor de Ciências precisa dominar não apenas o conteúdo, mas também estratégias pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e atitudinais. A experimentação permite integrar esses aspectos ao favorecer o trabalho em equipe, a tomada de decisões, o respeito às ideias dos colegas e a responsabilidade com os resultados.

Assim sendo, o trabalho com experimentos, nesse contexto, contribui para uma sala de aula mais ativa, crítica e interativa, onde o conhecimento é construído a partir do diálogo entre diferentes saberes. Mais do que executar uma atividade prática, o professor precisa criar experiências que façam sentido. Isso significa transformar a aula em um espaço onde o aluno se sinta instigado, confiante e curioso, que ele possa errar, testar e colaborar.

2.5 O Professor como Mediador no Processo de Experimentação Científica

A mediação pedagógica no contexto da experimentação científica vai muito além da

simples supervisão de uma atividade prática. Conforme destacado por Vygotsky (2011), a aprendizagem é um processo socialmente mediado, no qual a interação com pares e, principalmente, com um indivíduo mais experiente, é fundamental para a construção de conhecimento. Nessa perspectiva, o professor atua na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, criando pontes entre o que eles já sabem e o que podem aprender com orientação. O trabalho prático, portanto, deixa de ser uma mera ilustração de teorias e se transforma em uma arena de interação dialógica, onde o mediador facilita a internalização de conceitos e procedimentos científicos.

A visão de Vygotsky (2011) nos permite compreender que o papel do professor-mediador na experimentação é ativo e intencional. Não se trata de deixar os alunos "descobrirem" sozinhos, o que pode levar a frustrações e conceitos equivocados, nem de ditar cada passo a ser seguido, o que anula o caráter investigativo. A mediação ocorre justamente no equilíbrio: o professor propõe desafios investigativos que estão ligeiramente além da capacidade independente dos alunos, oferecendo perguntas provocadoras, sugerindo fontes de consulta, auxiliando na interpretação de dados anômalos e garantindo que a atividade pratique transcenda o "fazer pelas mãos" e se consolide como um "pensar com a cabeça". Dessa forma, o laboratório ou a sala de aula tornam-se espaços de colaboração, onde o erro é visto como uma ferramenta de aprendizagem e não como um fracasso.

A mediação também se manifesta na forma como o professor lida com a imprevisibilidade inerente aos experimentos. Hodson (2014) argumenta que uma abordagem puramente "receituária" (cookbook), na qual os alunos seguem instruções passo a passo para obter um resultado esperado, empobrece a natureza da investigação científica. Para o autor, a verdadeira alfabetização científica envolve engajar-se com a investigação de maneira autêntica, o que inclui lidar com resultados inesperados, refinar técnicas e reconsiderar hipóteses iniciais.

A crítica de Hodson (2014) é crucial para repensar o papel do mediador. Um professor que prioriza apenas o sucesso do protocolo está, inadvertidamente, passando uma visão distorcida da ciência. O mediador autêntico, por outro lado, valoriza os "dados anômalos". Quando um resultado não é o esperado, ele não o ignora ou atribui simplesmente a um "erro do aluno". Em vez disso, guia a turma em uma discussão sobre as possíveis causas: foi um problema metodológico? Uma variável não controlada? Ou será que o resultado desafia nossa hipótese inicial? Essa postura ensina a resiliência e o ceticismo saudável, elementos fundamentais da prática científica real.

Finalmente, a mediação do professor deve fomentar a autonomia progressiva dos

discentes. Baseando-se no conceito de "andaime" (scaffolding), Wood, Bruner e Ross (1976) descrevem um processo no qual o suporte oferecido pelo mediador é gradualmente retirado à medida que o aprendiz se torna mais competente. O objetivo final é que o aluno internalize as habilidades e os modos de pensar científicos, tornando-se capaz de conduzir investigações de forma cada vez mais independente.

A ideia de "andaime" de Wood, Bruner e Ross (1976) fornece um roteiro dinâmico para a ação do professor-mediador. No início de um projeto investigativo, a mediação é intensa: o professor ajuda a formular a pergunta, desenhar o método e organizar os dados. Com o tempo, à medida que os alunos demonstram maior domínio, o mediador vai se retirando, assumindo um papel mais periférico, intervendo apenas com questionamentos pontuais ou para auxiliar em obstáculos complexos. Essa retirada estratégica do suporte é o que permite a transição do aluno de um executor de tarefas para um investigador autônomo, capaz de pensar e agir cientificamente por conta própria, que é a meta última do ensino de ciências.

2.6 Formação Docente e Desafios para o Uso da Experimentação em Sala de Aula

A formação inicial de professores de ciências no Brasil frequentemente prioriza uma base teórica e disciplinar, por vezes em detrimento de uma preparação prática e pedagógica mais sólida. Como aponta Krasilchik (2016), há uma dissociação significativa entre os conhecimentos específicos das ciências naturais e os saberes necessários para a transposição didática, especialmente no que tange às metodologias ativas. Essa lacuna na graduação resulta em profissionais que, embora dominem o conteúdo, encontram dificuldades em transformá-lo em objetos de ensino aprendizagem significativos para a realidade da sala de aula, particularmente no uso de atividades experimentais.

O ponto levantado por Krasilchik (2016) é crucial para entendermos a raiz do problema. A formação que fragmenta o "saber ciência" do "saber ensinar ciência" produz um docente inseguro. Ele chega à escola com um arsenal teórico, mas sem as ferramentas didáticas para desmistificá-lo. A experimentação, que deveria ser a ponte entre a teoria abstrata e o mundo concreto, acaba sendo vista como um elemento complexo e de execução arriscada, pois sua implementação prática não foi suficientemente explorada e vivenciada durante sua própria formação.

A própria natureza do conhecimento científico é um desafio para sua abordagem escolar. De acordo com Gil-Pérez et al. (2001), uma visão deformada da ciência, perpetuada

por alguns materiais didáticos e até por práticas docentes, a apresenta como um conjunto de verdades absolutas e infalíveis, e a experimentação como uma mera comprovação de teorias. Essa perspectiva, conhecida como visão empirista-indutivista, ignora o papel da criatividade, do debate e do erro no processo de construção do conhecimento científico, esvaziando o potencial investigativo de uma atividade prática.

A crítica de Gil-Pérez et al. (2001) vai ao cerne de como a experimentação é, muitas vezes, mal compreendida. Quando o experimento se resume a "seguir uma receita de bolo" para chegar a um resultado esperado, ele perde completamente seu caráter científico. Em vez de promover a curiosidade, reforça a passividade. O grande desafio para o professor, então, não é apenas realizar o experimento, mas ressignificá-lo em sala de aula, transformando-o em um problema a ser investigado, onde os resultados inesperados são tão valiosos quanto os esperados.

As condições estruturais das escolas públicas brasileiras representam uma barreira material de grande impacto. Pesquisas, como as sintetizadas por Carvalho e Gil-Pérez (2011), frequentemente destacam a falta de laboratórios, a carência de materiais específicos, turmas superlotadas e a carga horária excessiva do professor como fatores que inviabilizam a preparação e a execução de aulas práticas de qualidade. Nesse cenário, a experimentação acaba sendo relegada a um plano secundário, considerada um luxo impossível diante de tantas carências.

A realidade descrita por Carvalho e Gil-Pérez (2011) é inegável e impõe um pragmatismo muitas vezes frustrante ao docente. No entanto, é importante analisar que essa limitação não pode ser um impeditivo absoluto, mas sim um convite à criatividade. A experimentação não precisa estar necessariamente vinculada a um laboratório ultra equipado. O conceito de "experimentação de baixo custo" ou "materiais alternativos", utilizando itens do cotidiano, surge como uma resposta prática e viável a essas adversidades, deslocando o foco da falta de recursos para a inventividade pedagógica.

A avaliação da aprendizagem em atividades experimentais constitui outro obstáculo complexo. Tradicionalmente, os instrumentos avaliativos privilegiam a mensuração de conteúdos conceituais, como apontam Hoffmann (2012) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Como avaliar, de forma justa e significativa, habilidades como a formulação de hipóteses, a observação sistemática, a cooperação em grupo ou a análise crítica de resultados? A dificuldade em responder a essa questão faz com que muitos professores, mesmo realizando experimentos, acabem avaliando apenas um relatório escrito ou uma prova teórica posterior, desvinculando a prática do processo avaliativo.

A reflexão proposta por Hoffmann (2012) e Delizoicov et al. (2011) é fundamental. Se a experimentação visa desenvolver habilidades que vão além da memorização, a avaliação precisa ser reformulada para capturar essas mesmas habilidades. A avaliação formativa, contínua e processual, que observa o aluno durante a atividade, torna-se mais adequada do que uma prova pontual. Portanto, o desafio é duplo: primeiro, convencer o professor da importância de avaliar o processo; segundo fornecer a ele instrumentos viáveis, como rubricas e portfólios, para realizar essa tarefa de maneira eficaz.

A superação desses desafios passa necessariamente por uma revisão da formação continuada. Nóvoa (2019) defende que o desenvolvimento profissional deve ocorrer no local de trabalho, baseado na troca de experiências entre pares e na reflexão sobre a prática. Programas de formação que se limitam a palestras teóricas e descontextualizadas da realidade escolar têm pouca efetividade em modificar as práticas docentes de forma sustentável, especialmente em relação a metodologias complexas como a experimentação.

A proposta de Nóvoa (2019) é uma luz no fim do túnel. Ela sugere que a solução não está em mais teoria isolada, mas na criação de espaços de colaboração entre os professores dentro da própria escola. Grupos de estudo, observação de aulas entre colegas e projetos colaborativos podem ser mais eficazes para a disseminação de boas práticas experimentais do que cursos tradicionais. Nesse modelo, os professores aprendem uns com os outros, adaptando estratégias ao seu contexto específico, o que humaniza e torna tangível o processo de inovação em sala de aula.

É fundamental reconhecer o potencial da experimentação como um elemento central no letramento científico. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), a atividade prática bem orientada permite aos alunos vivenciarem etapas fundamentais da investigação científica, como a problematização, a argumentação e a comunicação de resultados. Dessa forma, a experimentação deixa de ser um acessório e se torna o eixo estruturador de um ensino de ciências que visa formar cidadãos capazes de compreender e intervir criticamente no mundo.

A perspectiva de Sasseron e Carvalho (2011) eleva o propósito da experimentação. Ela não é um recurso para "tornar a aula mais divertida", mas uma ferramenta epistemológica essencial. Quando o aluno é colocado no papel de investigador, ele desenvolve um entendimento mais profundo e crítico sobre como a ciência realmente funciona. Isso é formar para a cidadania, pois capacita o indivíduo a questionar informações, analisar evidências e participar de debates sociais que envolvem conhecimento científico, indo muito além da simples aquisição de conceitos para provas escolares.

Uma estratégia promissora para viabilizar a experimentação é a sua integração com

outras linguagens e tecnologias. Moran (2018) discute como a cultura digital pode ser aliada da educação, propondo a criação de ambientes híbridos de aprendizagem. Nesse contexto, simulações computacionais, vídeos de experimentos complexos ou perigosos, e a produção de registros multimídia pelos alunos podem complementar e enriquecer as atividades hands-on, superando parcialmente as limitações de infraestrutura.

A ideia de Moran (2018) sobre a integração de tecnologias é uma análise realista para os dias atuais. Em vez de ver a tecnologia como concorrente da experimentação "real", o professor pode usá-la como uma aliada. Um simulador pode permitir que o aluno teste variáveis de forma rápida e segura; um vídeo pode mostrar um fenômeno que a escola não tem condições de reproduzir. Essa abordagem híbrida amplia o repertório do docente, permitindo que ele ofereça diferentes experiências de aprendizagem que, juntas, constroem uma compreensão mais robusta do fenômeno científico em estudo.

A abordagem de resolução de problemas contextualizados socialmente apresenta-se como uma motivação poderosa para a experimentação. Conforme propõem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), partir de questões reais que afetam a comunidade ou de temas controversos de interesse dos alunos confere significado às atividades práticas. Investigar a qualidade da água de um rio local, por exemplo, ou testar a eficácia de diferentes métodos caseiros de filtragem, transforma o experimento em uma atividade com um propósito claro e socialmente relevante.

A contextualização defendida por Delizoicov et al. (2011) é o elemento que pode engajar tanto o professor quanto o aluno. Quando a experimentação está a serviço da compreensão de um problema real, ela deixa de ser um exercício mecânico. O aluno percebe a utilidade do conhecimento científico, e o professor sente que seu trabalho tem um impacto que ultrapassa os muros da escola. Essa perspectiva pode ser a chave para romper a resistência e a apatia, transformando a aula de ciências em um espaço de investigação e intervenção na realidade.

É importante ter clareza de que a incorporação efetiva da experimentação requer uma mudança de postura do professor, de transmissor de conhecimento para mediador e orientador de investigações. Essa transição, como bem discutido por Pozo e Crespo (2011), envolve uma reconceitualização do que significa ensinar e aprender ciências. É um processo lento e contínuo, que depende de apoio institucional, de condições de trabalho dignas e, sobretudo, do reconhecimento do professor como intelectual capaz de refletir e transformar sua própria prática.

A conclusão de Pozo e Crespo (2011) remete à questão inicial da formação. A

mudança não é apenas técnica, é, sobretudo, epistemológica e identitária. O professor precisa se ver como um facilitador da construção do conhecimento pelo aluno. Isso exige coragem para renunciar a um controle excessivo da aula e confiar no processo de investigação. É uma jornada desafiadora, mas essencial para que a experimentação cumpra seu verdadeiro papel na educação científica: formar mentes inquisitivas e críticas, preparadas para os complexos desafios do século XXI.

2.7 Despertando o Interesse e a Curiosidade Científica: Possibilidades de Sucesso com a Experimentação

A vivência de situações experimentais no contexto escolar tem o potencial de transformar a relação dos alunos com o conhecimento científico. Ao manipular materiais, observar reações, levantar hipóteses e interpretar resultados, os estudantes se envolvem ativamente com o conteúdo, o que favorece a aprendizagem e estimula o desenvolvimento de competências.

Mais do que aplicar um roteiro ou seguir uma receita pronta, a experimentação bem conduzida abre espaço para o pensar científico: um processo investigativo, criativo e reflexivo. Nesse ambiente, o erro deixa de ser algo negativo e passa a ser parte do caminho; ele estimula novas perguntas, fomenta a troca de ideias e fortalece a autonomia intelectual dos alunos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018):

[...] com base em evidências. A experimentação, portanto, não é um “extra” no currículo, mas uma exigência pedagógica que dialoga com a formação de sujeitos críticos e preparados para atuar no mundo de forma responsável e participativa. (BRASIL, 2018, p. 321)

Antunes (2014) reforça essa ideia ao afirmar que “o professor precisa desafiar seus alunos a pensar, levantar hipóteses, buscar alternativas e discutir possibilidades”. A proposta não é simplesmente ensinar conteúdos, mas transformar a sala de aula em um lugar de construção e descoberta.

Nessa perspectiva, verifica-se que as atividades experimentais favorecem o trabalho coletivo, promovem o respeito à diversidade de ideias, bem como contribuem para a formação de sujeitos mais colaborativos. Ao realizar um experimento em grupo, os alunos aprendem a ouvir, argumentar, dividir tarefas e também a confiar em colegas — habilidades essenciais

para a vida em sociedade.

É importante destacar que essas experiências não dependem exclusivamente de laboratórios ou materiais caros. Muitas práticas podem ser realizadas com recursos simples, recicláveis ou até mesmo improvisados, desde que tenham intencionalidade pedagógica. O que torna a atividade significativa é o seu planejamento, a mediação do professor e o espaço dado à participação do aluno.

Posto isto, quando bem conduzida, a experimentação torna-se precíua para despertar o interesse e a curiosidade das crianças. Ela transforma o conhecimento em experiência, dá sentido ao conteúdo e fortalece a aprendizagem. Mais do que ensinar Ciências, a experimentação ensina a pensar, questionar e transformar o olhar sobre o mundo.

2.8 O Protagonismo Estudantil como Caminho para a Aprendizagem Significativa

Um dos grandes instrumentos da experimentação no ensino de Ciências é sua capacidade de colocar o aluno como protagonista do processo de aprendizagem. Quando o estudante é instigado a levantar hipóteses, investigar e buscar respostas, ele se torna sujeito ativo na construção do saber. Deixa de ser um simples receptor de informações e passa a assumir um papel mais autônomo, participativo e criativo. Esse protagonismo está diretamente ligado à ideia de aprendizagem significativa.

Em conformidade com Ausubel:

Para que a aprendizagem significativa ocorra de facto, não é suficiente que o novo material seja simplesmente relacional, de forma não arbitrária e não literal, com ideias correspondentes relevantes no sentido mais geral ou abstrato do termo; também é necessário que o conteúdo ideário relevante esteja disponível na estrutura cognitiva do aprendiz em particular, para satisfazer esta função de subsunção e de ancoragem. (2003, p. 74).

Nesse cenário, o professor deixa de ser o centro da aula e se torna um provocador, um facilitador que estimula a autonomia e o pensamento crítico quando cria situações desafiadoras, emocionantes e investigativas que façam sentido para o aluno.

Ao incentivar o protagonismo, a escola contribui para formar sujeitos mais confiantes, criativos e conscientes de seu papel no mundo. No contexto da experimentação, isso se traduz em alunos que aprendem a fazer perguntas relevantes, que analisam as próprias descobertas, que participam das decisões sobre o caminho da aula.

Assim sendo, promover o protagonismo estudantil através da experimentação é reconhecer que o conhecimento se constrói no diálogo entre o saber científico, o saber do

aluno e as experiências que emergem da sala de aula. É confiar que a criança tem potência para pensar, criar, testar e transformar.

3. CAPÍTULO II

3.1 Metodologia Da Pesquisa: Caminhos Percorridos

A epistemologia ou lógica da pesquisa científica deve ser identificada com a teoria do método científico que, na medida em que se projeta para além da análise puramente lógica das relações entre enunciados científicos, diz respeito à escolha de métodos – a decisões acerca da maneira de manipular enunciados científicos. (Popper, 1993, p. 45)

A construção de um trabalho acadêmico exige escolhas metodológicas coerentes com seus objetivos e com o objeto de estudo. Refletir sobre a importância da experimentação no ensino de Ciências no Ensino Fundamental I envolve compreender não apenas o conteúdo, mas também o modo como se acessam as reflexões que sustentam esse tema. Neste sentido, o presente capítulo apresenta os caminhos metodológicos adotados, justificando a opção pela pesquisa de natureza qualitativa, de caráter bibliográfico, e explicitando os critérios que nortearam a seleção das fontes e autores.

A proposta não é produzir dados empíricos, mas sim dialogar com ideias já sistematizadas por diferentes estudiosos da área, compreendendo as contribuições que esses autores oferecem para a valorização da prática experimental como eixo de transformação no ensino de Ciências. Esse percurso metodológico busca, portanto, apoiar-se em fontes confiáveis e pertinentes, favorecendo uma leitura crítica e fundamentada do tema central deste trabalho.

3.2 Tipo de Pesquisa

De acordo com Gil (2008), a pesquisa bibliográfica se desenvolve a partir da análise de materiais já publicados, como livros, artigos científicos e documentos oficiais, sendo especialmente útil quando o objetivo é compreender teorias, aprofundar conceitos e analisar diferentes abordagens sobre determinado tema. Esse tipo de pesquisa é fundamental no campo educacional, pois permite mapear as ideias que fundamentam as práticas pedagógicas e refletir sobre elas com base em um corpus teórico já consolidado.

Neste trabalho, optou-se por uma abordagem qualitativa com caráter bibliográfico. A pesquisa qualitativa é aquela que busca compreender os significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações e relações, valorizando os aspectos subjetivos e contextuais do fenômeno estudado. No caso da experimentação no ensino de Ciências, essa abordagem é especialmente

pertinente, pois permite investigar como essa prática é concebida, defendida ou contestada por diferentes autores, bem como as possibilidades que ela apresenta para a construção de aprendizagens significativas.

Sendo assim, a pesquisa adotou como fundamento metodológico a revisão bibliográfica sistemática, reconhecida como uma estratégia científica de investigação que se caracteriza pelo levantamento, seleção e interpretação de produções acadêmicas relevantes sobre um determinado tema. Diferentemente de levantamentos bibliográficos tradicionais, essa modalidade de revisão se estrutura em um processo rigoroso, organizado e criterioso, que busca garantir confiabilidade e transparência ao percurso investigativo.

A adoção desse tipo de revisão também se justificou por seu potencial de minimizar vieses e de permitir maior confiabilidade na organização do material. Ao seguir critérios previamente estabelecidos de busca e de seleção, a pesquisa manteve um padrão metodológico que assegurou a reprodutibilidade do percurso adotado.

A revisão bibliográfica sistemática foi compreendida não apenas como um recurso de levantamento, mas como um verdadeiro procedimento científico que deu sustentação ao estudo. Sua utilização permitiu estabelecer um diálogo sólido com a produção existente, identificar convergências e lacunas e fundamentar, de modo consistente, a análise posterior dos dados e discussões desenvolvidas no trabalho.

Dessa forma, o presente estudo propõe uma análise crítica de obras selecionadas com o intuito de compreender como a experimentação é discutida no cenário teórico da educação científica, buscando, por meio dessa revisão, extrair elementos que possam subsidiar práticas pedagógicas mais engajadas, investigativas e alinhadas com as necessidades dos estudantes do Ensino Fundamental I.

3.3 Justificativa da Abordagem Bibliográfica

A opção pela pesquisa bibliográfica se fundamenta na intenção de compreender, com profundidade, o cenário teórico que envolve o ensino de Ciências por meio da experimentação. A prática experimental não é uma inovação recente, mas seu lugar no contexto escolar ainda é permeado por desafios, limitações e interpretações diversas. Compreender essas nuances requer diálogo com autores que já analisaram o tema sob múltiplos ângulos.

Autores como Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) defendem que o ensino de Ciências deve superar a fragmentação dos conteúdos e se tornar uma oportunidade de

vivência investigativa, onde o aluno seja protagonista do próprio processo de aprendizagem. Da mesma forma, Carvalho (2013) propõe sequências didáticas que promovam a reflexão, a discussão e a construção coletiva do saber, partindo do conhecimento prévio do aluno e avançando para a formalização científica.

A revisão teórica também se justifica pela necessidade de reconhecer as contribuições de estudos como os de Ausubel (1983), Bruner (1997) e Vygotsky (2011), que discutem a aprendizagem significativa, a mediação pedagógica e a construção social do conhecimento. Esses aportes dialogam diretamente com a experimentação, na medida em que esta proporciona situações concretas para a articulação entre teoria e prática, pensamento e ação.

Neste contexto, a revisão bibliográfica permite construir um panorama amplo e consistente sobre o tema, viabilizando a análise crítica das propostas existentes e a reflexão sobre caminhos possíveis para uma prática pedagógica mais transformadora e condizente com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018).

Assim, a abordagem bibliográfica não apenas fundamenta teoricamente a pesquisa, como também orienta a elaboração de possíveis caminhos para a inserção efetiva da experimentação no ensino de Ciências, fortalecendo o papel da escola como espaço de investigação, descoberta e construção do conhecimento.

3.4 Critérios de Seleção dos Autores

A escolha dos autores e fontes que compõem a fundamentação teórica deste trabalho seguiu critérios de relevância, atualidade e coerência com os objetivos do estudo. Foram priorizados autores que abordam o ensino de Ciências sob uma perspectiva crítica, investigativa e reflexiva, assim como estudos que discutem a experimentação como uma prática potente no desenvolvimento do pensamento científico na Educação Básica.

O levantamento bibliográfico constituiu-se como etapa central da revisão sistemática, pois foi por meio dele que se estabeleceu o conjunto de estudos que serviram de base para a investigação. “A seleção do material em uma revisão bibliográfica sistemática deve obedecer a critérios claramente definidos, de modo a garantir que apenas estudos pertinentes e de qualidade componham o corpus analisado” (Sampaio; Mancini, 2011, p. 84). Essa etapa foi conduzida de maneira planejada e criteriosa, garantindo que apenas materiais relevantes ao objetivo da pesquisa fossem considerados. Para tanto, adotaram-se critérios de inclusão e exclusão que orientaram todo o processo de seleção das obras.

Como critérios de inclusão, foram considerados os trabalhos que abordaram a

experimentação no ensino de Ciências, com ênfase na Educação Básica e, particularmente, no Ensino Fundamental I. Incluíram-se produções acadêmicas que discutiram a relação entre práticas experimentais e aprendizagem significativa, bem como aquelas que destacaram o papel do professor como mediador nesse processo. Foram aceitos textos em língua portuguesa e em língua estrangeira, desde que contribuíssem para a compreensão da temática em questão, além de publicações de diferentes naturezas como artigos, dissertações, teses e livros que apresentassem consistência teórica e relevância científica.

Já os critérios de exclusão se aplicaram a materiais que não dialogaram diretamente com a temática do estudo ou que apresentaram foco restrito a níveis de ensino diferentes do recorte estabelecido. Assim, foram descartados trabalhos voltados exclusivamente ao Ensino Médio, ao Ensino Superior ou a contextos de educação não formal que não estabelecessem relação com o Ensino Fundamental I. Também foram excluídas produções de caráter meramente opinativo, sem respaldo metodológico, e aquelas que não ofereciam fundamentação teórica consistente para subsidiar a análise.

O estabelecimento desses critérios foi fundamental para assegurar que o corpus analisado fosse pertinente e coerente com os objetivos da pesquisa. “Os critérios de inclusão e exclusão são fundamentais para delimitar a abrangência da revisão e assegurar que os estudos selecionados estejam alinhados aos objetivos previamente estabelecidos” (Marconi; Lakatos, 2010, p. 43). Com isso, o levantamento bibliográfico não se restringiu a uma coleta indiscriminada de obras, mas resultou em um conjunto organizado, capaz de oferecer uma visão abrangente e, ao mesmo tempo, focada sobre a importância da experimentação no ensino de Ciências no contexto investigado.

Entre os autores clássicos, foram consultadas obras de Piaget (1976), Vygotsky (2011), Ausubel (2003) e Bruner (1997), por suas contribuições fundamentais à compreensão do desenvolvimento cognitivo, da aprendizagem significativa e do papel ativo do aluno na construção do conhecimento.

Autores como Mortimer e Carvalho (1996), Carvalho (2013), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), Giordan (1999) e Antunes (2014) foram selecionados por tratarem diretamente da experimentação, das metodologias ativas e da formação de professores de Ciências, oferecendo reflexões práticas e teóricas que contribuem com o foco desta pesquisa.

Também foram consideradas produções normativas, como a BNCC (2018), que orienta a organização curricular e destaca a importância da investigação e da experimentação como competências essenciais no ensino de Ciências. A presença de fontes diversas, com autores nacionais e internacionais, garantiu uma visão plural sobre a temática e ampliou o

repertório conceitual do trabalho.

3.5 Organização e Leitura Crítica das Obras Seleccionadas

Após a definição do corpus bibliográfico por meio dos critérios de inclusão e exclusão, procedeu-se à etapa de organização e leitura crítica das obras seleccionadas, que consistiu em sistematizar o material de forma a possibilitar um exame aprofundado e comparativo. “A leitura crítica consiste em interpretar o texto científico de forma reflexiva, indo além da simples compreensão literal, buscando identificar pressupostos, coerências, lacunas e contribuições” (Severino, 2016, p. 96). Essa fase se mostrou essencial para que a revisão bibliográfica sistemática ultrapassasse a mera descrição das produções e assumisse caráter interpretativo, crítico e reflexivo.

A organização inicial do material contemplou o registro de informações fundamentais de cada obra, tais como autor, ano de publicação, objetivo do estudo, abordagem metodológica e principais contribuições relacionadas ao ensino de Ciências por meio da experimentação. “O trabalho de organização das referências bibliográficas deve ir além da coleta; exige a sistematização e categorização dos dados, de forma que o pesquisador possa estabelecer comparações e análises consistentes” (Gil, 2010, p. 45). Esse procedimento garantiu uma visão panorâmica das produções, permitindo identificar, de antemão, suas aproximações e diferenças.

Em seguida, realizou-se a leitura crítica, etapa que se distinguiu da leitura exploratória por exigir maior profundidade e rigor. A análise concentrou-se na identificação dos pressupostos teóricos defendidos pelos autores, nas concepções de ensino e aprendizagem mobilizadas e nas interpretações acerca do papel da experimentação no processo educativo. Essa leitura possibilitou o reconhecimento das contribuições mais significativas, bem como a identificação de possíveis limitações ou lacunas presentes nos estudos.

Durante esse processo, buscou-se destacar não apenas o conteúdo explícito, mas também os sentidos implícitos das obras, como a ênfase atribuída ao papel do professor, as condições de infraestrutura relatadas e a forma como cada autor compreendeu a relação entre teoria e prática. A leitura crítica foi conduzida, portanto, com a intenção de confrontar as diferentes perspectivas, evidenciando convergências e divergências que pudessem enriquecer a análise posterior.

Assim, a organização e a leitura crítica das obras não se limitaram a um processo técnico, mas constituíram-se como um exercício de reflexão acadêmica, em que cada

produção foi situada em seu contexto e avaliada quanto à sua contribuição efetiva para a compreensão da experimentação no ensino de Ciências. Essa etapa, por fim, deu sustentação à elaboração das categorias de análise que orientaram a discussão sistematizada no trabalho, preservando a coerência metodológica da revisão sistemática realizada.

3.6 Categorização e Análise dos Dados Teóricos

A etapa final da metodologia consistiu na categorização e análise dos dados teóricos obtidos a partir da leitura crítica das obras selecionadas. Esse processo teve como propósito organizar o conteúdo em eixos de discussão que permitissem compreender, de forma mais clara e estruturada, as contribuições da literatura para o tema investigado. “A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos” (Bardin, 2011, p. 42). A categorização se fundamentou tanto em elementos recorrentes identificados nos estudos quanto nos referenciais teóricos que sustentaram o trabalho.

Inicialmente, os dados foram agrupados em categorias temáticas, construídas a partir da frequência de conceitos-chave e da relevância das abordagens para o objetivo da pesquisa. Entre as principais categorias que emergiram destacaram-se: (i) a experimentação como recurso de aprendizagem significativa; (ii) o papel do professor e sua mediação no processo experimental; (iii) as condições estruturais e materiais para a realização de atividades práticas; e (iv) o desenvolvimento de habilidades cognitivas e investigativas a partir da experimentação. “A categorização é um processo de classificação de elementos de um conjunto, por diferenciação e posteriormente por reagrupamento, segundo analogias, a partir de critérios definidos” (Minayo, 2012, p. 303). Essas categorias funcionaram como eixos orientadores para a análise crítica apresentada posteriormente.

A análise dos dados teóricos, por sua vez, foi conduzida com base em uma perspectiva interpretativa, que buscou não apenas descrever as contribuições encontradas, mas também problematizar suas implicações para o ensino de Ciências. Para isso, cada categoria foi examinada em diálogo com diferentes autores, confrontando convergências e divergências de posicionamento, bem como evidenciando lacunas que ainda persistem na literatura.

Esse processo analítico permitiu identificar tendências gerais, tais como a valorização da experimentação como prática pedagógica essencial, e, ao mesmo tempo, apontar desafios recorrentes, como a insuficiência de infraestrutura escolar e as dificuldades de formação

docente. Assim, a categorização e a análise dos dados teóricos possibilitaram que o estudo assumisse caráter reflexivo e crítico, indo além da síntese bibliográfica para construir interpretações fundamentadas sobre a temática investigada.

A categorização e a análise se configuraram como o elo entre o levantamento bibliográfico e a discussão dos resultados. Ao organizar os dados em núcleos temáticos e interpretá-los à luz do referencial teórico, a metodologia assegurou coerência ao percurso investigativo e contribuiu para a produção de um olhar mais abrangente e fundamentado sobre a importância da experimentação no ensino de Ciências no Ensino Fundamental I.

3.7 Limitações do Estudo

Como se trata de uma pesquisa de natureza teórica e de caráter bibliográfico, este trabalho apresenta limitações que precisam ser consideradas. A ausência de pesquisa de campo impede a observação direta das práticas escolares e o diálogo com professores e estudantes, o que poderia enriquecer a análise com dados empíricos.

Além disso, a seleção dos autores, ainda que criteriosa, não esgota a produção científica sobre o tema. Existem muitos outros estudos e experiências que poderiam ser explorados, mas que ficaram fora do escopo deste trabalho por questões de tempo, recorte temático e delimitação do objeto.

Apesar dessas limitações, acredita-se que a análise realizada contribui para o debate sobre o ensino de Ciências e reforça a necessidade de investir em práticas pedagógicas que valorizem a experimentação como forma de construir conhecimento, desenvolver habilidades e formar sujeitos mais críticos, curiosos e participativos.

4. CAPÍTULO III

4.1 Articulação Teórica: Contribuições E Reflexões Sobre A Experimentação No Ensino De Ciências

A pesquisa apresentada no Quadro 1 reúne diferentes estudos que analisam o ensino de Ciências sob múltiplas perspectivas, com destaque para a influência da teoria de Jerome Bruner, a renovação de práticas pedagógicas e o papel da experimentação como recurso metodológico. Com base em uma revisão bibliográfica, observa-se que tais produções convergem na tentativa de compreender e transformar o ensino, articulando fundamentos teóricos com práticas inovadoras. Assim, a análise permite identificar como diferentes contextos, metodologias e enfoques têm contribuído para o debate contemporâneo acerca da aprendizagem significativa, da valorização da descoberta e da formação de professores mais preparados para lidar com os desafios do ensino de Ciências.

Quadro 1 – Pesquisas analisadas sobre a contribuição da experimentação no ensino de ciências.

Referência	Objetivos	Metodologias	Principais Resultados
Giordan (1999)	Traçar um quadro geral sobre a experimentação no ensino de Ciências, destacando sua relevância na construção do pensamento científico e suas diferentes dimensões (histórica, filosófica, psicológica, sociológica e cognitiva).	Estudo teórico-reflexivo baseado em análise histórica e filosófica da ciência, apoiado em autores como Aristóteles, Bacon, Descartes, Galileu, Comte, Bachelard e Popper; análise crítica da literatura de Educação em Ciências.	A experimentação vai além da comprovação empírica: assume papel formativo e cognitivo; o erro é elemento essencial no aprendizado; a simulação favorece a criação de modelos mentais; a experimentação contribui para motivação, colaboração, pensamento crítico e aprendizagem significativa.
Antunes (2014)	Refletir sobre a necessidade de renovar práticas docentes e alinhar a educação brasileira a paradigmas internacionais de qualidade.	Relatos de experiências pedagógicas, análise crítica de práticas tradicionais, diálogo com modelos internacionais de ensino.	Evidencia a importância da mediação docente, da interdisciplinaridade e da avaliação contínua como processo de transformação da aprendizagem.
Harry (2016)	Compreender como as ideias de Jerome Bruner influenciaram a construção curricular e o ensino de Ciências no Brasil.	Revisão histórica e análise documental de reformas educacionais (anos 1920–1970), materiais didáticos e relatórios institucionais (IBECC, MEC/USAID).	Mostra que Bruner, mesmo pouco citado, foi decisivo na renovação curricular; o IBECC disseminou materiais didáticos modernos; houve avanços no rigor científico, mas barreiras estruturais (laboratórios, formação docente) limitaram os efeitos.
Taha et al. (2016)	Investigar como a experimentação pode contribuir para o ensino de Ciências e para o processo de ensino-	Aplicação de atividades experimentais ilustrativas em duas turmas do 9º ano e atividades investigativas com	A experimentação ilustrativa gerou motivação e engajamento, mas aprendizagem temporária. Já a investigativa possibilitou maior retenção de conceitos, desenvolvimento do

	aprendizagem.	alunos voluntários do 8º e 9º anos. Questionários abertos aplicados em três momentos (imediate, 20 dias e 60 dias após as práticas).	pensamento crítico e maior autonomia dos alunos. Mostrou-se mais eficaz para aprendizagem significativa, ainda que dependente da motivação dos participantes.
Silva e Gomes (2017)	Apresentar e discutir a teoria de Bruner, destacando sua aplicabilidade ao ensino de Ciências como alternativa ao ensino tradicional.	Revisão teórica e análise conceitual das obras de Bruner, com destaque para seus princípios de ensino e aprendizagem.	Mostra que a teoria de Bruner é uma base sólida para promover ensino crítico, exploratório e autônomo, contrapondo-se à memorização mecânica do ensino tradicional.
Bonfim, Solino, Gehlen (2019).	Identificar a produção acadêmica brasileira que utiliza a perspectiva vygotskyana na Educação em Ciências e analisar em quais contextos os conceitos de Vygotsky foram explorados entre 1991 e 2016.	Pesquisa documental com análise de teses e dissertações (CEDOC, CAPES e Plataforma Sucupira). Foram examinados resumos, títulos e palavras-chave de 343 trabalhos no período de 1991 a 2016.	Crescimento significativo da adoção da teoria de Vygotsky após 2003 (96% dos trabalhos); predominância dos conceitos de Interação, Mediação e Linguagem; maior produção concentrada nas regiões Sudeste e Sul; destaque para instituições como USP e UFRGS; evolução temática: 1991-2003 (concepções de alunos/professores), 2001-2010 (propostas pedagógicas) e 2011-2016 (Educação Especial e espaços não-formais).

Fonte: Giordan (1999); Antunes (2014); Harry (2016); Taha et al. (2016); Silva e Gomes (2017); Bonfim, Solino, Gehlen (2019).

A sistematização das pesquisas apresentadas no quadro evidencia uma trajetória do ensino de Ciências marcada por esforços de renovação metodológica e teórica, com forte influência de referenciais como Jerome Bruner e com a valorização crescente da experimentação no processo de aprendizagem. Com base em uma revisão bibliográfica, observa-se que, ao longo das últimas décadas, houve um movimento consistente em direção a práticas pedagógicas que buscam superar o ensino tradicional, centrado na memorização, para adotar abordagens mais interativas, investigativas e contextualizadas.

De forma integrada, os dados apontam que diferentes estudos convergem na valorização da aprendizagem ativa, em que o estudante deixa de ser mero receptor de informações e passa a participar do processo de construção do conhecimento. Esse movimento se manifesta tanto nas propostas inspiradas em Bruner, que destacam o método da descoberta, quanto nas pesquisas que ressaltam a experimentação como estratégia de ensino capaz de desenvolver competências cognitivas, críticas e colaborativas.

Outro ponto relevante é a centralidade do papel do professor como mediador das práticas pedagógicas. O quadro indica que, mesmo diante da presença de materiais modernos e de metodologias inovadoras, a efetividade do ensino depende da capacidade docente de articular teoria e prática, de estimular a reflexão crítica e de criar situações de aprendizagem significativas. Isso reforça a ideia de que a formação e valorização dos professores são

elementos estruturantes para o avanço do ensino de Ciências.

Além disso, os estudos revelam uma tensão constante entre avanços teóricos e limitações estruturais. Por um lado, destacam-se ganhos no rigor científico, na elaboração de propostas curriculares mais consistentes e na comprovação de que metodologias ativas, como a experimentação, favorecem a aprendizagem. Por outro, persistem desafios relacionados à falta de infraestrutura adequada — como laboratórios — e à insuficiência de formação docente, fatores que limitam o alcance das propostas.

Portanto, o conjunto dos trabalhos mostra que o ensino de Ciências vem sendo progressivamente compreendido como um processo que vai além da simples transmissão de conteúdo. Ele envolve também a preparação dos estudantes para lidar com situações complexas, estimular a curiosidade, desenvolver pensamento crítico e promover a integração entre conhecimento científico e vida cotidiana. Essa perspectiva aproxima a escola de sua função social mais ampla, tornando o ensino de Ciências um espaço de transformação e de formação cidadã.

4.2 Análise das Pesquisas e Contribuições Apresentadas

A pesquisa “Contribuição Bruneriana para o Ensino de Ciências”, de Harry (2016), apresenta uma análise histórica e crítica do impacto das ideias de Jerome Bruner no ensino de Ciências no Brasil, especialmente a partir da década de 1960. O estudo evidencia como a teoria do *Instrumentalismo Evolucionista*, formulada por Bruner, influenciou reformas curriculares e a produção de materiais didáticos em nível nacional, em grande parte mediadas pelo acordo MEC/USAID durante o regime militar.

Os resultados mostram que, apesar de Bruner não ter sido amplamente citado nos meios acadêmicos brasileiros, suas ideias exerceram papel indireto, mas decisivo, na reestruturação do currículo de Ciências. O princípio de que “é possível ensinar qualquer assunto, de maneira honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de seu desenvolvimento” orientou a elaboração de materiais pedagógicos e inspirou metodologias baseadas na descoberta e na valorização da estrutura conceitual das disciplinas científicas. Essa visão rompeu com a orientação anterior, que privilegiava o ensino utilitarista centrado na “educação para a vida”, e reposicionou a Ciência como campo de investigação ativa e crítica (Harry, 2016).

A análise também destaca que o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (IBECC) desempenhou papel fundamental na adaptação e disseminação desses projetos no

Brasil, introduzindo materiais como os do *Physical Science Study Committee* (PSSC), *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS) e *Chemical Bond Approach* (CBA). Tais iniciativas modernizaram o ensino de Ciências, promovendo maior rigor científico e a inserção da experimentação nos processos de aprendizagem. Ainda assim, o estudo aponta limitações significativas, como a ausência de laboratórios adequados e a falta de preparo dos professores, que reduziram o impacto esperado das reformas (Harry, 2016).

O trabalho ressalta que, mesmo diante de dificuldades estruturais, o paradigma bruneriano deixou marcas duradouras no ensino de Ciências no Brasil. O desenvolvimento de novos materiais e a valorização do método investigativo consolidaram práticas pedagógicas que até hoje influenciam a educação científica, ainda que os resultados em termos de aprendizagem tenham sido desiguais. O legado de Bruner, portanto, não reside apenas na importação de modelos estrangeiros, mas na abertura para repensar a forma como a Ciência pode ser ensinada, favorecendo a compreensão crítica, a criatividade e a formação cidadã (Harry, 2016).

A pesquisa de Silva e Gomes (2017) destaca a relevância da teoria de aprendizagem de Jerome Bruner como alternativa ao ensino tradicional, enfatizando sua aplicabilidade no ensino de Ciências. Os autores partem da constatação de que o modelo tradicional, centrado no professor e na memorização, mostra-se insuficiente diante das necessidades educacionais atuais. Nesse sentido, a teoria de Bruner se apresenta como uma possibilidade mais efetiva, por propor um processo de ensino que privilegia a descoberta, a construção de significados e a autonomia intelectual do estudante.

Um dos pontos centrais discutidos é a forma como Bruner compreende a aprendizagem: não apenas como um processo de aquisição de informações, mas como a capacidade de transformar e avaliar o conhecimento em diferentes contextos. A ênfase recai sobre três aspectos fundamentais: a predisposição para aprender, a estruturação adequada dos conteúdos e a importância da sequência e do reforço. Esses elementos, quando considerados de forma articulada, permitem que o aluno desenvolva habilidades críticas e criativas, indo além da simples memorização de dados (Silva; Gomes, 2017).

Outro resultado importante da análise refere-se à concepção de currículo em espiral. Bruner defende que qualquer conteúdo pode ser ensinado a qualquer aluno, desde que respeitado o seu nível de desenvolvimento intelectual. Essa perspectiva rompe com a linearidade do ensino tradicional e propõe a retomada contínua dos conteúdos em níveis progressivos de complexidade, o que favorece a construção significativa do conhecimento científico. Assim, o ensino de Ciências passa a se pautar pela compreensão profunda de

princípios, conceitos e valores, em vez de se limitar à transmissão fragmentada de informações (Silva; Gomes, 2017).

A pesquisa ressalta que a teoria de Bruner integra-se ao campo das teorias cognitivistas, diferenciando-se das abordagens comportamentalistas e humanistas por priorizar a forma como o indivíduo constrói suas estruturas cognitivas. Ao situar essa teoria no ensino de Ciências, os autores evidenciam que sua adoção pode contribuir para a formação de estudantes mais autônomos, críticos e preparados para enfrentar situações-problema. O estudo conclui que o papel do professor, nesse contexto, deve ser o de mediador, estimulando a exploração, a descoberta e a reflexão, em vez de limitar-se à simples transmissão de conteúdos (Silva; Gomes, 2017).

A obra *Novas maneiras de ensinar, novas formas de aprender*, de Antunes (2014), apresenta reflexões importantes sobre os desafios contemporâneos da prática docente. O autor parte da premissa de que a educação brasileira pode se inspirar em modelos internacionais de qualidade, como os da Finlândia, Coreia do Sul e Japão, mas sem perder de vista a realidade local. O ponto central da obra é a necessidade de reconfigurar o papel do professor, que deve se reconhecer não apenas como transmissor de conteúdos, mas como mediador do conhecimento, responsável por estimular inteligência, habilidades, competências e valores nos estudantes.

Um dos destaques do material é o relato de experiências pedagógicas inovadoras, como as aulas ministradas pela professora Judith, descritas pelo autor. Nessas aulas, os alunos eram constantemente instigados a refletir, interagir, relacionar o conteúdo com a vida cotidiana e assumir o protagonismo do processo de aprendizagem. Essa abordagem demonstra que uma boa aula não se resume à transmissão de informações, mas à criação de situações que favoreçam a interdisciplinaridade, o pensamento crítico e a autonomia do estudante. O professor, nessa perspectiva, atua como facilitador e provocador de descobertas, garantindo que o conhecimento seja construído de maneira significativa (Antunes, 2014).

Outro ponto relevante abordado é a avaliação da aprendizagem. Antunes destaca que ela não deve ser encarada como um momento estanque — restrito a provas ou exames —, mas como um processo contínuo de acompanhamento do desenvolvimento do aluno. Nesse sentido, a avaliação é comparada a um “exame clínico”, que serve como diagnóstico e oportunidade de intervenção, e não como mero instrumento de exclusão. Assim, uma prova mal respondida deve ser vista como um “grito de ajuda” do aluno, convocando o professor a repensar estratégias e oferecer apoio adequado (Antunes, 2014).

O autor chama atenção para a transformação necessária na educação brasileira. Ele

ressalta que mudanças efetivas não virão apenas de políticas públicas, mas principalmente da postura dos professores em sala de aula, que precisam se reconhecer como agentes de mudança social. Ser um “bom professor”, segundo Antunes, significa cultivar amor pelo ato de ensinar, ousar experimentar novas práticas e compreender que educar vai além da mera instrução: é plantar valores, formar cidadãos críticos e contribuir para um futuro mais humano e justo (Antunes, 2014).

A pesquisa apresentada por Giordan (1999) aborda de maneira aprofundada o papel da experimentação no ensino de Ciências, relacionando-a tanto com fundamentos da Filosofia da Ciência quanto com práticas pedagógicas contemporâneas. O autor destaca que a experimentação não deve ser compreendida apenas como um recurso ilustrativo ou motivador, mas sim como um dispositivo sociotécnico e cognitivo fundamental na construção do pensamento científico. Essa perspectiva amplia a função da experimentação, pois não se trata apenas de comprovar leis e teorias, mas também de favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas, reflexivas e sociais nos estudantes.

No decorrer do trabalho, Giordan (1999) apresenta um panorama histórico, desde Aristóteles até os pensadores modernos, como Bacon, Descartes e Galileu, demonstrando como cada corrente filosófica influenciou a concepção de ciência e, conseqüentemente, a prática experimental. Enquanto Aristóteles valorizava a experiência sensível como base do conhecimento, Bacon defendia a indução como caminho para generalizações científicas, e Descartes enfatizava a dedução aliada a experimentos de confirmação. Esse percurso revela como o conceito de experimentação foi se transformando de simples observação empírica para um método estruturado e racional, com papel central na legitimação do conhecimento.

Além da análise histórica, o autor explora as dimensões psicológica, sociológica e cognitiva da experimentação no ensino. Sob a ótica de Bachelard, o erro experimental aparece como um elemento essencial para o avanço científico e para o engajamento do estudante, pois rompe com a linearidade da explicação imediata e incentiva a reflexão crítica. No aspecto sociológico, a experimentação é compreendida como prática colaborativa, capaz de promover a negociação de significados entre pares, fortalecendo a dimensão intersubjetiva da aprendizagem. Já a dimensão cognitiva é trabalhada a partir do conceito de modelos mentais, enfatizando a importância da experimentação por simulação como meio de mediação entre o empírico e o teórico (Giordan, 1999).

Outro ponto relevante da pesquisa é a valorização da experimentação por simulação, entendida como estratégia pedagógica que favorece a criação de modelos explicativos e aproxima os estudantes de representações abstratas, como no caso da química molecular. A

simulação, longe de substituir a experimentação empírica, é vista como complemento, pois auxilia na transição entre a realidade objetiva e a construção de modelos mentais subjetivos. Essa abordagem amplia o alcance didático da experimentação e responde às demandas de um contexto em que as realidades virtuais passam a ter papel cada vez mais significativo no ensino e na aprendizagem (Giordan, 1999).

O estudo ressalta que a experimentação, em suas múltiplas dimensões, contribui não apenas para a compreensão dos fenômenos naturais, mas também para o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade, da colaboração e da capacidade de resolução de problemas. Ao propor a experimentação como um processo de mediação cognitiva e social, Giordan (1999) aponta caminhos inovadores para o ensino de Ciências, sugerindo que professores devem se posicionar como mediadores e organizadores de experiências que envolvam tanto a prática empírica quanto a simulação, de modo a ampliar a aprendizagem significativa dos alunos.

A pesquisa analisada por Bonfim, Solino e Gehlen (2019) apresenta um panorama histórico sobre o uso da teoria de Vygotsky na Educação em Ciências no Brasil, abrangendo o período de 1991 a 2016. Os resultados evidenciam que houve um crescimento expressivo de trabalhos fundamentados em conceitos vygotskyanos, sobretudo após os anos 2003, quando 96% das dissertações e teses foram produzidas. Isso demonstra não apenas a difusão das ideias de Vygotsky no campo, mas também sua consolidação como referência teórica para compreender os processos de ensino e aprendizagem mediados pela interação, linguagem e mediação.

Um aspecto relevante identificado é a predominância de produções nas regiões Sudeste e Sul, responsáveis por 76% dos trabalhos, o que se explica pela concentração de grupos de pesquisa nessas áreas. Instituições como USP, UFRGS e UNESP aparecem como polos centrais na apropriação da teoria vygotskyana, especialmente em propostas de ensino e análise de concepções de professores e estudantes. Nota-se também que o Ensino Médio foi o nível mais abordado, sobretudo em pesquisas que buscavam estruturar práticas didático-pedagógicas inovadoras (Bonfim; Solino; Gehlen, 2019).

A análise histórica permite observar mudanças nas temáticas privilegiadas: entre 1991 e 2003, prevaleceram estudos sobre concepções de alunos e professores; de 2001 a 2010, o foco deslocou-se para práticas pedagógicas, em especial o uso de recursos tecnológicos e metodologias interativas; e, no período de 2011 a 2016, além da continuidade desse foco, surgiram novas frentes de investigação, como a Educação Especial e os Espaços Não-Formais, refletindo preocupações sociais e políticas mais amplas, como inclusão e

democratização da ciência. Esses achados reforçam a ideia de que a teoria de Vygotsky foi reinterpretada e expandida conforme as demandas educacionais brasileiras se transformaram (Bonfim; Solino; Gehlen, 2019).

Outro ponto significativo diz respeito à articulação da teoria de Vygotsky com outros referenciais, como Piaget, Ausubel, Bakhtin e Paulo Freire. Essa pluralidade revela tanto o potencial de diálogo interdisciplinar quanto a ocorrência de leituras equivocadas, frequentemente classificando Vygotsky como construtivista ou cognitivista, o que descaracteriza sua base histórico-cultural. Apesar disso, os conceitos mais recorrentes: Interação, Mediação, Linguagem e Zona de Desenvolvimento Proximal se consolidaram como chaves interpretativas na Educação em Ciências no Brasil, evidenciando uma relativa uniformidade no campo (Bonfim; Solino; Gehlen, 2019).

O estudo revela que a incorporação da teoria vygotskyana na Educação em Ciências no Brasil acompanha as mudanças sociais, políticas e educacionais do país. A teoria tem sido amplamente utilizada para fundamentar propostas pedagógicas, analisar práticas escolares e discutir a formação docente, mas ainda carece de interpretações mais fiéis ao pensamento original do autor, evitando simplificações e equívocos conceituais.

A pesquisa apresentada por Taha et al., (2016) buscou compreender a experimentação como ferramenta pedagógica no ensino de Ciências, enfatizando sua aplicação nos anos finais do ensino fundamental. O estudo propôs uma comparação entre diferentes tipos de experimentação — show, ilustrativa, investigativa e problematizadora — destacando como cada uma delas pode contribuir, em maior ou menor grau, para a construção do conhecimento científico pelos alunos.

Os resultados mostraram diferenças significativas entre os estudantes que participaram das atividades ilustrativas e aqueles envolvidos nas atividades investigativas. No caso da experimentação ilustrativa, ainda que os alunos tenham demonstrado motivação e interesse inicial, os resultados indicaram uma retenção limitada de conceitos ao longo do tempo, sugerindo que esse modelo, quando não articulado com discussões e reflexões, tende a gerar uma aprendizagem temporária. Essa abordagem foi positiva no sentido de favorecer a assiduidade e o engajamento, mas mostrou-se insuficiente para a consolidação de conceitos científicos (Taha et al., 2016).

Por outro lado, a experimentação investigativa apresentou resultados mais consistentes em relação à aprendizagem significativa. Os estudantes que participaram voluntariamente dessa modalidade demonstraram maior capacidade de formular hipóteses, analisar resultados e relacionar conceitos como densidade e tensão superficial. Além disso, os dados mostraram

que, mesmo após 60 dias, houve maior retenção de conhecimento por parte desse grupo, em comparação ao grupo da experimentação ilustrativa. Isso evidencia que práticas investigativas contribuem mais efetivamente para o desenvolvimento do pensamento crítico e da autonomia intelectual dos alunos (Taha et al., 2016).

No entanto, a pesquisa também destacou limitações, como o fato de que os participantes da experimentação investigativa foram, em sua maioria, voluntários motivados, o que pode ter influenciado nos resultados positivos. Assim, permanece o desafio de ampliar a motivação e o engajamento para todos os estudantes, tornando a experimentação acessível e significativa de forma mais abrangente.

A pesquisa conclui que a experimentação, quando utilizada de forma crítica e problematizadora, representa uma ferramenta didática essencial para o ensino de Ciências, capaz de despertar a curiosidade, favorecer a construção de conceitos e promover uma aprendizagem mais duradoura (Taha et al., 2016).

4.3 Impactos da Experimentação no Ensino de Ciências

Antes de analisar diretamente os impactos da experimentação no ensino de Ciências, é importante compreender os fundamentos teóricos que sustentam práticas pedagógicas inovadoras. As pesquisas de Harry, Silva e Gomes e Antunes dialogam com a obra de Jerome Bruner, destacando o papel do professor como mediador e a aprendizagem como processo ativo e construtivo no Quadro 2.

Quadro 2 - Contribuições teóricas para o ensino de Ciências.

Autor(es)	Objeto de estudo	Principais resultados	Relação com a experimentação
Antunes (2014)	Reflexões sobre a prática docente	Professor como mediador; protagonismo estudantil; avaliação contínua e diagnóstica.	Aproxima a prática experimental da ideia de protagonismo do aluno.
Harry (2016)	Influência de Bruner no ensino de Ciências no Brasil	Reformas curriculares inspiradas na descoberta e valorização da estrutura conceitual.	Fundamenta o paradigma investigativo, mesmo sem foco direto em práticas experimentais.
Silva e Gomes (2017)	Teoria de Bruner aplicada ao ensino de Ciências	Currículo em espiral; valorização da autonomia intelectual e da construção ativa do conhecimento.	Sustenta a experimentação como meio de promover descobertas e aprendizagens significativas.

Fonte: Antunes (2014); Harry (2016); Silva e Gomes (2017).

Essas pesquisas mostram que a experimentação não deve ser pensada isoladamente, mas dentro de uma concepção pedagógica mais ampla. Bruner inspira a ideia de que todo conteúdo pode ser ensinado de forma adequada a qualquer faixa etária, reforçando o currículo em espiral. Antunes, por sua vez, amplia essa discussão ao valorizar a mediação docente e a avaliação como processo contínuo. Assim, a experimentação se alinha ao protagonismo do estudante e à construção de aprendizagens ativas, sendo parte de um paradigma inovador de ensino.

Quando se analisam diretamente estudos sobre experimentação, percebe-se que o enfoque recai sobre sua eficácia como recurso de aprendizagem. As pesquisas de Giordan e Taha et al. Ilustradas no Quadro 3 revelam tanto potencialidades quanto limites das práticas experimentais no ensino fundamental.

Quadro 3 - A experimentação e seus impactos pedagógicos.

Autor(es)	Objeto de estudo	Principais resultados	Contribuição para o Ensino Fundamental
Giordan (1999)	Papel da experimentação na aprendizagem	Experimentação como dispositivo sociotécnico e cognitivo; erro como elemento formativo.	Reinterpreta a prática experimental como processo de construção coletiva e crítica.
Taha et al. (2016)	Comparação entre tipos de experimentação	Investigativa gerou maior retenção; ilustrativa motivou, mas foi menos duradoura.	Defende a experimentação investigativa como mais eficaz para aprendizagens significativas.

Fonte: Giordan (1999); Taha et al. (2016).

Os resultados indicam que a experimentação, quando problematizadora e investigativa, promove aprendizagem mais duradoura, estimulando pensamento crítico e autonomia. Contudo, quando aplicada de forma ilustrativa, tende a gerar apenas motivação momentânea. Esse contraste reforça a necessidade de professores atuarem como mediadores, promovendo reflexões e problematizações.

A compreensão do ensino de Ciências exige também considerar a dimensão sociocultural da aprendizagem. Pesquisas como as de Bonfim, Solino & Gehlen (2019) apresentadas no Quadro 4 destacam que o conhecimento científico é socialmente construído e mediado pela linguagem e interação, o que amplia o papel da experimentação no processo educativo.

Quadro 4 – Perspectiva sociocultural na aprendizagem científica.

Autor(es)	Objeto de estudo	Principais resultados	Relação com a experimentação
Bonfim; Solino; Gehlen (2019)	Uso da teoria de Vygotsky na Educação em Ciências	Mediação, linguagem e interação como eixos centrais da aprendizagem.	Reforça a experimentação como prática interativa e social.

Fonte: Bonfim, Solino e Gehlen (2019).

Esses estudos mostram que a experimentação não é apenas técnica, mas também social. Ao manipular materiais, discutir resultados e confrontar hipóteses, os alunos participam de uma comunidade discursiva que reflete a própria prática científica. A mediação do professor e o uso da linguagem tornam-se cruciais, pois permitem que o conhecimento empírico se transforme em conceitos científicos significativos. Essa abordagem reforça a importância da experimentação como prática cultural e de socialização da ciência.

É possível estabelecer uma síntese entre os diferentes estudos no Quadro 5, comparando convergências e divergências acerca da importância da experimentação no ensino fundamental.

Quadro 5 - Comparativo entre as pesquisas

Aspecto	Convergências	Divergências
Papel do professor	Mediador e facilitador da aprendizagem (Antunes; Taha).	Lacunas de formação docente ainda limitam a implementação efetiva (Harry).
Impacto da experimentação	Favorece engajamento, retenção de conceitos e pensamento crítico (Giordan; Taha).	Ilustrativa motiva, mas gera resultados menos duradouros (Taha).
Concepção de aprendizagem	Construção ativa, social e simbólica (Bruner; Vygotsky).	Leituras equivocadas de Vygotsky em alguns trabalhos (Bonfim et al.).

Fonte: Harry (2016); Silva e Gomes (2017); Antunes (2014); Giordan (1999); Bonfim, Solino e Gehlen (2019); Taha et al. (2016).

O quadro evidencia que, apesar das dificuldades estruturais, há consenso sobre o papel positivo da experimentação no ensino de Ciências. Os autores convergem ao afirmar que ela deve ser investigativa, crítica e mediada, mas divergem quanto à intensidade dos impactos quando aplicada em diferentes modalidades (ilustrativa x investigativa). Também se observa que a concepção de aprendizagem varia entre perspectivas construtivistas, socioculturais e interdisciplinares, o que demonstra a riqueza do debate e a necessidade de abordagens integradas.

Os resultados da pesquisa destacam que a experimentação atua como uma ponte entre

teoria e prática, possibilitando que os alunos construam sentidos próprios para os conteúdos científicos. Essa mediação rompe com a passividade da memorização e coloca o estudante em posição de agente ativo, como já indicam Ausubel e Piaget, ao enfatizarem que o conhecimento se consolida quando ocorre a interação entre saber prévio e experiência concreta. Nesse sentido, a prática experimental reforça a aprendizagem significativa, permitindo que conceitos abstratos ganhem materialidade no cotidiano escolar.

Outro impacto evidenciado é o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como argumentação, raciocínio lógico e resolução de problemas, que emergem durante a realização de atividades experimentais. Os resultados mostram que, ao lidar com hipóteses, erros e descobertas, os alunos ampliam sua capacidade de análise crítica e de revisão de ideias. Além disso, ao serem realizadas em grupos, as experiências promovem habilidades sociais, como colaboração, respeito e negociação de diferentes pontos de vista, reforçando o papel da experimentação como espaço de socialização e cooperação.

A pesquisa também indica que a experimentação contribui para superar o modelo tradicional de ensino, baseado na transmissão de conteúdos prontos e na centralidade do professor. Quando mediada adequadamente, a atividade experimental desloca o foco da simples comprovação de teorias para um processo investigativo, no qual a dúvida, a reflexão e a interpretação dos resultados são valorizadas. Isso aproxima o ambiente escolar da natureza real da ciência, que é incerta, criativa e sujeita a revisões, favorecendo uma alfabetização científica mais crítica e cidadã.

Ainda que os impactos positivos sejam evidentes, os resultados também apontam que a plena efetivação da experimentação enfrenta obstáculos. A carência de recursos materiais, a limitação de tempo e a falta de formação adequada de professores dificultam a realização de práticas investigativas. Nesse contexto, a pesquisa enfatiza a importância da criatividade pedagógica, da utilização de materiais alternativos e do apoio institucional para que a experimentação não se torne apenas uma prática pontual, mas parte estruturante do currículo.

Os resultados revelam que a experimentação fortalece o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem. Ao propor hipóteses, investigar variáveis e analisar resultados, os estudantes assumem papel central na construção do conhecimento, desenvolvendo autonomia intelectual e confiança em suas capacidades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu compreender, de forma ampla e fundamentada, a centralidade da experimentação no ensino de Ciências no Ensino Fundamental I. Os objetivos propostos foram alcançados ao demonstrar que a experimentação, sobretudo em sua dimensão investigativa, constitui uma estratégia pedagógica capaz de romper com a tradição transmissiva que ainda predomina em muitas salas de aula brasileiras. Ao articular teoria e prática, a experimentação favorece a aprendizagem significativa, uma vez que aproxima os conceitos científicos da realidade concreta dos alunos e possibilita a construção ativa do conhecimento.

Os resultados obtidos por meio da revisão bibliográfica evidenciam que a experimentação impacta positivamente não apenas na assimilação de conteúdos, mas também no desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como raciocínio lógico, argumentação baseada em evidências e resolução de problemas. Além disso, ao estimular o trabalho coletivo, a prática experimental fortalece dimensões sociais importantes, como a cooperação, a negociação de ideias e o respeito às diferenças. Nesse sentido, a experimentação se confirma como uma prática formativa integral, que contribui para a formação de sujeitos críticos, criativos e participativos, em consonância com as diretrizes da BNCC (2018) e com as demandas de uma educação científica voltada para a cidadania.

Entretanto, a pesquisa também revelou tensões e limitações que precisam ser enfrentadas. Entre os principais desafios, destacam-se a falta de infraestrutura adequada nas escolas, a escassez de laboratórios e materiais, a sobrecarga curricular e, sobretudo, a insuficiência de formação inicial e continuada de professores. Tais barreiras limitam a implementação efetiva da experimentação e, muitas vezes, reduzem-na a práticas ilustrativas ou confirmatórias, que embora despertem interesse momentâneo, não garantem aprendizagens duradouras. A análise dos estudos revisados indica que a experimentação só alcança seu potencial transformador quando mediada criticamente pelo professor, que deve assumir o papel de facilitador, provocador de questionamentos e articulador entre o conhecimento empírico e os conceitos científicos.

Outro ponto recorrente nos resultados é a relevância da experimentação como recurso de motivação e engajamento. Pesquisas apontam que os alunos demonstram maior interesse e participação quando envolvidos em práticas experimentais, sobretudo quando estas lhes permitem formular hipóteses, testar variáveis e interpretar resultados. Essa dimensão motivacional, entretanto, precisa ser integrada a uma abordagem didática mais consistente,

para que não se restrinja ao encantamento inicial, mas se converta em aprendizagem significativa e duradoura. Assim, a experimentação deve ser entendida não como um recurso isolado ou acessório, mas como parte estruturante do processo de ensino-aprendizagem em Ciências.

De maneira geral, pode-se afirmar que a experimentação, quando conduzida de forma investigativa e problematizadora, é capaz de aproximar o ambiente escolar da própria natureza da ciência: um campo de incertezas, hipóteses, erros e descobertas. Essa perspectiva fortalece a alfabetização científica e contribui para formar cidadãos aptos a interpretar criticamente as informações que circulam na sociedade, distinguindo ciência de opinião ou pseudociência. Nesse sentido, os resultados aqui discutidos apontam para a necessidade de políticas educacionais que valorizem a experimentação como eixo curricular, garantindo condições estruturais e formação docente adequadas à sua implementação.

Diante das conclusões alcançadas, propõe-se que pesquisas futuras realizem estudos empíricos em escolas de Ensino Fundamental I, comparando os impactos de diferentes modalidades de experimentação (ilustrativa, confirmatória, investigativa e problematizadora) sobre a aprendizagem e o engajamento dos estudantes. Além disso, seria relevante investigar como a formação docente inicial e continuada pode influenciar na qualidade da mediação do professor durante atividades experimentais. Tais investigações podem oferecer subsídios concretos para a formulação de políticas públicas e para a elaboração de propostas pedagógicas que consolidem a experimentação como prática transformadora no ensino de Ciências.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, Celso. **Novas maneiras de ensinar, novas formas de aprender**. Portal Educação, 2014.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BACICH, Lilian.; MORAN, José. (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BONFIM, Valéria; SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Vygotsky na pesquisa em educação em ciências no Brasil: um panorama histórico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 1, p. 224-250, 2019.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2025.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRUNER, Jerome. **A cultura da educação**. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CHASSOT, Attico. **A Ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino**

de Ciências: fundamentos e métodos. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, Daniel. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de Ciências.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, II, 1999, Valinhos. Anais [...]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.

HARRY, José Osvaldo. **Contribuição Bruneriana para o Ensino de Ciências.** ISSN 2525-4227, v. 01, n. 02, 2016.

HODSON, Derek. **Redesenhando a aprendizagem da ciência.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 1, n. 1, p. 69–94, 1994.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliar para promover:** as setas do caminho. Porto Alegre: Mediação, 2012.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2016.

KUHN, Thomas Samuel. **A estrutura das revoluções científicas.** Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1997. (Original publicado em 1962).

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.

MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora:** uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

MORTIMER, Eduardo Fleury; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Construindo o ensino de Ciências.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996.

NÓVOA, Antônio. **Entre a formação e a profissão:** ensaio sobre o modo como nos tornamos professores. Curitiba: CRV, 2019.

PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1976.

PIAGET, Jean. **A Equilíbrio das Estruturas Cognitivas: Problema Central do Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

POPPER, Karl. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 1993.

POZO, José Ignácio; CRESPO, Maria Araceli Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 83-89, jan./fev. 2011.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, Alisson Henrique; GOMES, Luciano Carvalhais. **A teoria de aprendizagem de Bruner e o ensino de ciências**. Arquivos do MUDI, v. 21, n. 3, p. 13-25, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/40938>. Acesso em: 24 set. 2025.

TAHA, Marli Spat; LOPES, Cátia Silene Carrazoni; SOARES, Emerson de Lima; FOLMER, Vanderlei. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. Disponível em: http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID261/v10_n1_a2015.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2011.