

FACULDADE DE INHUMAS – FACMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

ANA PATRÍCIA DOS SANTOS SODRÉ

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO
BÁSICA: REVISÃO INTEGRATIVA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO PERÍODO DE
2010 A 2020

INHUMAS-GO
2022

ANA PATRÍCIA DOS SANTOS SODRÉ

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO
BÁSICA: REVISÃO INTEGRATIVA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO PERÍODO DE
2010 A 2020**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Faculdade de Inhumas – FacMais –, para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação, Cultura, Teorias e Processos Pedagógicos.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel A. Marra da Madeira Freitas.

**INHUMAS-GO
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

BIBLIOTECA CORA CORALINA - FacMais

S679a

SODRÉ, Ana Patrícia dos Santos

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA
EDUCAÇÃO BÁSICA: REVISÃO INTEGRATIVA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO
PERÍODO DE 2010 A 2020. Ana Patrícia dos Santos Sodré. – Inhumas: FacMais, 2022.

164 p.: il.

Dissertação (mestrado) - Centro de Educação Superior de Inhumas: FacMais,
Mestrado em Educação, 2022.

“Orientação: Dra. Raquel A. Marra da Madeira Freitas.”.

1.Educação; 2. Ciências; 3. Experimentação; 4. Teoria Histórico-Cultural. I. Título.

CDU: 37

ANA PATRÍCIA DOS SANTOS SODRÉ

**ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO
BÁSICA: REVISÃO INTEGRATIVA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO PERÍODO DE
2010 A 2020**

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Raquel A. Marra da Madeira Freitas
(Presidente)

Profa. Dra. Gislene Lisboa de Oliveira/UEG
(Membro externo)

Profa. Dra. Lucineide Maria de Lima Pessoni/FACMAIS

Profa. Dra. Daniela Couto Lobo/FACMAIS
(Suplente)

Prof. Dr. Eude de Sousa Campos/UEG
(Suplente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela proteção, força e perseverança diante todas as dificuldades. Agradeço a minha família, em especial minha mãe, Maria de Fátima e irmãos Gleice e Pedro Lucas por serem minha base em tantos momentos difíceis. Agradeço as minhas amigas Evandicleia Carvalho, Dinalva Gonçalves e Rosiane Oliveira pelo suporte, motivação e apoio para que esse sonho fosse realizado.

A minha orientadora Profa. Dra. Raquel Aparecida Marra da Madeira Freitas pela paciência, orientação e competência na direção deste estudo. Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Inhumas – FACMAIS, e Professor José Carlos Libâneo (PUC) por cada excelente aula que contribuiu para o meu desenvolvimento.

Ao meu filho João Coelho da Silva Neto, minha motivação diária em busca do melhor para nossas vidas. Agradeço as professoras Dra. Lucineide Maria de Lima Pessoni e Dra. Gislene Lisboa de Oliveira que se dispuseram a colaborar para esta dissertação com importantes contribuições, carinho e profissionalismo. E, a todos os amigos, amigas e familiares que direta ou indiretamente incentivaram e contribuíram para o meu processo de formação humana e acadêmico.

“O bom ensino é aquele que precede e orienta o desenvolvimento”.

(VIGOTSKY)

SODRÉ, Ana Patrícia dos Santos. **Atividades experimentais no ensino de ciências na educação básica: revisão integrativa de artigos científicos no período de 2010 a 2020**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Inhumas – FacMais, 2022.

RESUMO

No contexto educacional brasileiro, o ensino com a atividade experimental foi ressaltado desde o escolanovismo com repercussões na política educacional e nas práticas didáticas ganhando destaque atualmente na Base Nacional Comum Curricular. O foco desta pesquisa é a concepção de atividade experimental e investigativa, especificamente no que se refere ao ensino de ciências. A concepção histórico-cultural de Vygotsky do desenvolvimento humano e a teoria do ensino desenvolvimental de Davydov valorizam a atividade investigativa do aluno e a experimentação no ensino tendo em vista a formação de conceitos de natureza dialética a fim de possibilitar a aprendizagem do aluno pela formação de conceitos de caráter dialético. Desse modo, o aluno pode alcançar a compreensão dialética dos fenômenos científicos, desenvolvendo a capacidade de análise do mundo natural e social, indo para além de uma visão empírica e utilitária. Partindo deste referencial teórico, esta pesquisa enfocou o ensino de ciências naturais buscando responder: na literatura científica da área de educação, como têm sido abordadas as atividades experimentais e/ou investigativas nas aulas de ciências naturais na educação básica? Qual a concepção de atividade experimental está presente nesta literatura? A que conteúdo ou disciplina elas se referem? O referencial teórico histórico-cultural tem sido utilizado nestas pesquisas? O objetivo geral foi analisar e discutir como as atividades experimentais e/ou investigativas no ensino de ciências naturais têm sido abordadas nas políticas educacionais e em artigos de periódicos científicos nacionais. Os objetivos específicos foram: apresentar e discutir as contribuições das teorias de Vigotsky e de Davydov quanto ao papel dos conceitos científicos para o desenvolvimento dos alunos; analisar a política educacional brasileira no que se refere ao ensino de ciências naturais na educação básica, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais até a Base Nacional Comum Curricular; identificar as concepções de atividade experimental e/ou investigativas presentes nos artigos científicos e analisar à luz das teorias de Vigotsky e Davydov suas contribuições para o desenvolvimento dos alunos. A metodologia consistiu em: análise documental dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de ciências e da Base Nacional Comum Curricular; revisão de literatura do tipo integrativa, abrangendo artigos publicados em periódicos do campo do ensino de ciências, publicados entre os anos de 2010 e 2020. Os resultados das análises mostram que nos pcn e na bncc as atividades experimentais não visam o desenvolvimento psíquico amplo aluno. Os artigos científicos analisados, predominaram pesquisas referentes ao ensino médio; em sua maioria, as atividades experimentais são desenvolvidas com a finalidade de comprovar/verificar e validar teorias e leis relacionados a conteúdos de física, química, ciências, havendo poucos estudos na área de biologia; há prevalência de concepções construtivistas e empirista-indutivista de atividades experimentais, com peso maior na compreensão prático-empírica e utilitária dos fenômenos científicos. Já as concepções histórico-cultural e do ensino desenvolvimental foram pouco expressivas. Na maioria dos

experimentos a ênfase é apenas na observação de fenômenos e realização de procedimentos como condição para aquisição de conhecimento, não chegando a valorizar a formação de conceitos. Conclui-se que é necessário superar as concepções de ensino com atividade experimental que estão hoje predominando por não contribuírem para a formação de conceitos e ampliação do desenvolvimento dos alunos. Considera-se importante fomentar estudos sobre ensino de ciências com atividade experimental e investigativa na perspectiva histórico-cultural e do ensino desenvolvimental, pelo potencial que essas teorias apresentam para promover a consciência dos estudantes, a autonomia e a criatividade em uma perspectiva crítica, para além de um ensino focado na constituição do aluno como sujeito adequado ao neoliberalismo, em particular.

Palavras-chaves: Educação. Ciências. Experimentação. Teoria Histórico-Cultural.

SODRÉ, Ana Patrícia dos Santos. **Experimental activities in science teaching in basic education: integrative review of scientific articles from 2010 to 2020.** Dissertation (Master in Education) – Faculty of Inhumas – FacMais, 2022.

ABSTRACT

In the Brazilian educational context, teaching with experimental activity has been highlighted since the New School with repercussions on educational policy and didactic practices, currently gaining prominence in the National Curricular Common Base. The focus of this research is the conception of experimental and investigative activity, specifically with regard to science teaching. Vygotsky's cultural-historical conception of human development and Davydov theory of developmental teaching value the student's investigative activity and experimentation in teaching with a view to forming concepts of a dialectical nature in order to enable student learning through the formation of dialectical concepts. In this way, the student can reach a dialectical understanding of scientific phenomena, developing the ability to analyze the natural and social world, going beyond an empirical and utilitarian vision. Based on this theoretical framework, this research focused on the teaching of natural sciences, seeking to answer: in the scientific literature in the area of education, how have experimental and/or investigative activities been approached in natural science classes in basic education? What is the concept of experimental activity present in this literature? What content or discipline do they refer to? Has the historical-cultural theoretical framework been used in these researches? The general objective was to analyze and discuss how experimental and/or investigative activities in the teaching of natural sciences have been addressed in educational policies and in articles in national scientific journals. The specific objectives were: to present and discuss the contributions of Vygotsky's and Davydov theories regarding the role of scientific concepts for the development of students; to analyze the Brazilian educational policy regarding the teaching of natural sciences in basic education, from the National Curriculum Parameters to the National Curricular Common Base; to identify the concepts of experimental and/or investigative activity present in scientific articles and to analyze, in the light of Vygotsky and Davydov theories, their contributions to the development of students. The methodology consisted of: document analysis of the National Curriculum Parameters for science teaching and the National Curricular Common Base; integrative literature review, covering articles published in journals in the field of science education, published between 2010 and 2020. The results of the analyzes show that in pcn and bncc experimental activities are not aimed at broad student psychic development. The analyzed scientific articles predominated research referring to high school; for the most part, experimental activities are developed with the aim of proving/verifying and validating theories and laws related to contents of physics, chemistry, science, with few studies in the area of biology; there is a prevalence of constructivist and empiricist-inductivist conceptions of experimental activities, with greater weight in the practical-empirical and utilitarian understanding of scientific phenomena. On the other hand, the historical-cultural and developmental teaching concepts were not very expressive. In most experiments, the emphasis is only on observing phenomena and performing procedures as a condition for acquiring knowledge, not valuing the formation of concepts. It is concluded that it is necessary to overcome the concepts of teaching with experimental activity that are

predominant today because they do not contribute to the formation of concepts and expansion of student development. It is considered important to promote studies on science teaching with experimental and investigative activity in the historical-cultural perspective and developmental teaching, due to the potential that these theories present to promote students' awareness, autonomy and creativity in a critical perspective, beyond of a teaching focused on the constitution of the student as an adequate subject to neoliberalism, in particular.

Keywords: Education. Sciences. Experimentation. Historical-Cultural Theory.

LISTA DE GRÁFICOS E TABELAS

Gráfico 1 – Distribuição dos artigos abordando sobre atividades experimentais no ensino de ciências por ano, no período de 2010-2020⁹³

Gráfico 2 – Distribuição dos artigos por nível de ensino⁹³

Tabela 1 – Distribuição por tema de abordagem⁹⁴

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quantitativo de trabalhos encontrados conforme palavras-chave utilizadas87

Quadro 2 – Visão geral da categorização do material analisado89

Quadro 3 – Artigos que abordam atividades experimentais ou investigativas no ensino de ciências na educação básica (2010-2020)91

Quadro 4 – Distribuição das categorias que compõem os trabalhos analisados95

Quadro 5 – Tipos de atividades experimentais presentes nos artigos121

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	- Atividade Experimental
AEI	- Atividade Experimental Investigativa
BIRD	- Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
BNDE	- Banco Nacional de Desenvolvimento
C&T	- Ciência e a Tecnologia
CAPES	- Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNE	- Conselho Nacional de Educação
CONSE	- Conselho Nacional de Secretários de Educação
D	
COPPE	- Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia
CTS	- Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNs	- Diretrizes Curriculares Nacionais
ENEM	- Exame Nacional do Ensino Médio
FAPESP	- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FMI	- Fundo Monetário Internacional
FUNBEC	- Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
FUNTEC	- Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico
IBID	- Instituto de Desenvolvimento Institucional Brasileiro
IFNMG	- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais
LD	- Livro Didático
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases
MEC	- Ministério da Educação
MP	- Medida Provisória
PCNs	- Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	- Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNE	- Plano Nacional de Educação
PNLD	- Programa Nacional do Livro Didático
PUC-RIO	- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RI	- Revisão Integrativa
SAEB	- Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
THC	- Teoria Histórico-Cultural
UC	- Unidade de Conhecimento
UNDIME	- União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação
URSS	- União Soviética
UT	- Unidade Temática
ZDP	- Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO13

CAPÍTULO 1 – AS POLÍTICAS EDUCACIONAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS23

1.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL A PARTIR DO MOVIMENTO ESCOLANOVISTA23

1.1.2 PROCESSO HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS31

1.2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS33

1.3 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR E O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA38

1.4 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS – DOS PCNS À BNCC42

1.5 CONCEPÇÕES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E ENSINO DE CIÊNCIAS48

CAPÍTULO 2 – CONTRIBUIÇÕES DE VIGOTSKY E DAVYDOV PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS55

2.1 VIGOTSKY E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL55

2.1.1 A aprendizagem na perspectiva histórico-cultural60

2.2 DAVYDOV E A TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL62

2.2.1 Atividade de estudo69

2.2.2 Formação de conceitos, pensamento empírico e pensamento teórico76

CAPÍTULO 3 – ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS83

3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS83

3.2 APRESENTAÇÃO DOS ACHADOS DA REVISÃO INTEGRATIVA90

3.2.1 Visão geral dos artigos incluídos90

3.2.2 As concepções sobre experimentação presentes nos artigos95

3.3 CONCEPÇÕES EMPIRISTA- INDUTIVISTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL96

3.4 CONCEPÇÕES CONSTRUTIVISTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS108

3.5 CONCEPÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL119

3.5.1 Tipos de atividade experimental121

3.5.1.1 Atividade experimental comprobatória122

3.5.1.2 Atividade experimental de demonstração124

3.5.1.3 Atividade experimental investigativa126

3.6 CONTRIBUIÇÕES ATRIBUÍDAS PELOS AUTORES ÀS ATIVIDADES
EXPERIMENTAIS131

CONSIDERAÇÕES FINAIS137

REFERÊNCIAS142

INTRODUÇÃO

O Brasil vive atualmente uma grande crise na educação científica. Mas esta se iniciou desde os anos de 1970 no qual percebeu-se a perda de prestígio dos cientistas na sociedade e o descrédito da população na ciência e nas instituições científicas (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007). Dentre os aspectos relacionados a essa crise pode ser citada a produção do conhecimento em grande volume e velocidade; uma educação científica orientada por uma concepção positivista do conhecimento, associada a currículos e livros didáticos de ciências em muitos aspectos equivocados e defasados que sinalizam para a apropriação de saber científico de forma pouco crítica e cumulativa (WALDHELM, 2007).

Os cortes e contingenciamentos de recursos destinados à pesquisa; a crescente falta de prioridade para a ciência também contribui para a difícil realidade do ensino em ciências naturais. Assim sendo, não é possível atribuir à crise apenas aos aspectos metodológicos, formação e atuação docente, pois as causas parecem mais profundas. Fatores políticos, sociais e econômicos interferem na qualidade do ensino de ciências naturais, de modo que estes prejudicam o desenvolvimento do país, sua democracia, e aumenta o número de jovens com formação e alternativas limitadas para o crescimento e desenvolvimento intelectual.

O professor brasileiro é submetido a difíceis condições de trabalho em seu cotidiano, como ambientes deteriorados, longas jornadas, salas superlotadas e a constante cobrança de melhores índices de desempenho em avaliações externas. Soma-se a estes fatores a indisciplina de estudantes e a situação de violência no entorno das unidades escolares, reflexo de condições sociais e econômicas adversas e excludentes que jovens de baixa renda enfrentam cotidianamente (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

Atribui-se também à baixa qualidade do ensino de ciências naturais, à falta de transparência quanto aos objetivos e propósitos da educação em ciência; a práticas pedagógicas voltadas a memorização e sem relação com conhecimento e/ou habilidades científicas que o aluno já possui; à ausência e/ou pouca discussão sobre questões científicas e ambientais que permeiam a vida contemporânea; ao excesso de confiança na transmissão do conhecimento que acontece frequentemente por meio de aulas teóricas (MENEZES; SILVA, 2021).

Percebe-se a presença de um currículo que não fornece o apoio necessário à aprendizagem de ciências naturais, pois não busca a aquisição de conceitos científicos e o desenvolvimento psíquico amplo do aluno. São raros os trabalhos que envolvem a argumentação, a experimentação e, quando ocorre, há pouca oportunidade para o aluno usar a linguagem científica, a investigação, que proporciona uma compreensão mais profunda da ciência (*Ibid.*, 2015). Além disso, o (a) docente de Ciências do fundamental I tem formação em pedagogia, sendo responsável por ministrar todas as disciplinas, o fato de não possuir formação específica em Ciências, contribui para fragilizar o ensino numa perspectiva científica.

Esses fatores contribuem para que a sociedade tenha pouco interesse em se envolver com a ciência, por muitas vezes considerá-la demasiadamente distante de suas vidas, produzindo estudantes desinteressados, assumindo posições passivas e esperando respostas prontas do professor (MENEZES; SILVA, 2021).

Dessa maneira, a qualidade no ensino de ciências naturais persiste como um ponto crítico. Sua realidade é preocupante para aqueles que atuam para a melhoria do ensino no Brasil. Levantamentos realizados por órgãos de pesquisa que buscam identificar os níveis educacionais e problemas no ensino, revelam que os índices da educação em matemática e ciências no Brasil atingiram níveis preocupantes em relação à apreensão de conceitos matemáticos e científicos, o país ocupou a 133ª posição dentre 139 países segundo o relatório Global Information Technology, divulgado em 2016 pelo Fórum Econômico Mundial (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

As políticas educacionais e os documentos que norteiam a educação em geral, e em ciências naturais em particular, exigem que o professor se concentre no ensino para testes, restringindo e fragmentando o conteúdo e usando uma pedagogia limitada, que tem como foco a memorização e não a compreensão (MENEZES; SILVA, 2021). Para dar conta de todas as demandas, os conteúdos muitas vezes são ensinados de modo superficial, comprometendo a compreensão, a aprendizagem e conseqüentemente o desenvolvimento do aluno e da sociedade de maneira geral.

A ausência de políticas públicas para valorização da carreira docente aliada a baixa remuneração e as más condições de trabalho fazem da licenciatura um curso pouco atrativo para jovens estudantes que optam por outras carreiras, e/ou as vezes até ingressam na carreira docente, mas sem encará-la como uma profissão à qual

possam se dedicar. O magistério, muitas vezes, é visto apenas como uma ocupação temporária até que surja uma oportunidade mais rentável. Essa condição reflete no grande percentual de professores sem formação adequada. É necessário dar boas condições de trabalho para que o professor possa exercer sua profissão com dignidade, profundidade e qualidade (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

Diante desse cenário do ensino de ciências naturais no Brasil, percebe-se que são grandes os desafios a serem enfrentados. É urgente a necessidade de investimento público e políticas de Estado voltadas a melhoria do ensino de ciências. Dentre os fatores importantes para a qualidade do ensino de ciências está a experimentação.

Apesar de algumas críticas, há um consenso a nível internacional que o ensino com aulas experimentais contribui para o aprendizado de ciências na escola, tornando a aprendizagem dos conteúdos mais interessantes e menos monótonas devido a interação dos estudantes com os objetos, instrumentos e seus pares (BARBOSA, 2020). Para Arruda e Laburú (1996) a baixa qualidade no ensino de ciências está relacionada a carência de realização de atividades experimentais.

As atividades experimentais, em geral, são incorporadas as aulas de ciências com o intuito de motivar os alunos, esclarecer ou verificar teorias e aproximar os estudantes do universo científico, segundo pesquisas feitas por (LABURÚ, 2006; HODSON, 1994; ARAÚJO e ABIB, 2003; AXT, 1991).

Arruda e Laburú (1996) consideram que apesar dos professores perceberem a importância dos experimentos para o ensino de ciências, as justificativas para sua realização apontam para uma concepção ultrapassada de ciências, por duas razões: porque considera que leis e teorias científicas existem efetivamente na natureza, podendo ser reveladas por meio da experimentação e das medidas realizadas na natureza. E porque atribuí ao experimento a finalidade de comprovar hipóteses e teorias científicas. Ou seja, estão sendo realizados dentro de uma lógica formal empírica, que pouco contribui para o desenvolvimento psíquico amplo do aluno.

Nessa perspectiva, pesquisas realizadas por Silva e Hermel (2013) revelam que, em geral, os professores possuem uma visão limitada e simples a respeito da experimentação, sendo utilizada como comprovação ou verificação de teorias ou leis estudadas, ao invés usá-la na concepção investigativa. Do ponto de vista dialético, a

experimentação investigativa oferece condições para o aluno transpor as barreiras impostas por práticas empíricas.

Para Azevedo (2004), a utilização de atividades investigativas conduz o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas ficar restrito a habilidades instrumentais e manipulativas de objetos e a observação de fenômenos. Dessa maneira, devido ao importante papel que a experimentação assume no ensino de ciências é necessário apontar as compreensões a respeito de experimento, experimentação e atividades práticas, termos que são muitas vezes, usados como equivalentes.

Rodrigues *et al* (2012) revela que um experimento corresponde a uma atividade didática que combina ações intencionalmente pensadas pelo professor para abordar o conjunto de elementos culturais selecionados, tornando-se científicos na medida em que se referem a conhecimentos construídos no âmbito da ciência.

O experimento é concebido como uma estratégia que favorece o aprendizado. Porém, como afirma Espinoza (2010) não basta apenas realizar experimentos. É preciso analisar a forma como se propõe as questões, as discussões e reflexões geradas. Esse conjunto de ações determinarão se o experimento será um recurso eficaz ou não na aprendizagem.

Quanto ao uso do termo experimentação, Marandino, Selles e Ferreira (2009, p.103), concebem a expressão “experimentação didática” mais adequado ao se tratar das atividades de caráter experimentais realizadas no ambiente escolar. Porque neste ambiente a experimentação é resultado dos processos de transformação de conteúdos e procedimentos científicos para atender as finalidades de ensino.

Para Hodson (1994) as atividades práticas correspondem a qualquer trabalho em que os alunos estejam ativos, tais como: atividades interativas usando o computador, analisar e interpretar dados apresentados, elaborar modelos, resolver problemas, fazer pesquisas bibliográficas, entrevistas, entre outros. Deste modo, um experimento se torna uma atividade prática na medida em que é planejado e orientado para o aluno investigar um problema.

A investigação de um problema por parte do aluno demanda do professor a organização de situações de aprendizagem partindo de questões desafiadoras, para estimular o interesse, a curiosidade científica, permitindo que ele tenha contato com os fenômenos, manipule materiais, equipamentos, observe organismos,

problematize, participe de discussão e debates. Por meio desse envolvimento, o discente tem oportunidade de vivenciar novas experiências, aproximar-se do trabalho científico e construir novos conhecimentos mediante a discussão do conhecimento teórico apresentado em aula pelo professor (HODSON, 1994).

As atividades experimentais investigativas, embora não garantam a elevação da qualidade das aulas de ciências, permitem ir além da manipulação de materiais e observação de fenômenos. Apesar de não haver um consenso acerca do que são as atividades experimentais investigativas, os que pensam e fazem ciências enxergam como uma necessidade embora ainda predomine a visão tradicional de experimentação (BASSOLI, 2014). A esse respeito, pensa-se que uma alternativa para mudança dessa visão é investir na formação inicial e continuada dos professores, apresentando-os novas concepções de experimentação, ensinando-os a trabalhar com elas e aprofundando o estudo nesse campo, contribuindo para elevar a qualidade do ensino de ciências.

Nesse sentido, como alternativa para superação de concepções positivistas no ensino de ciências e atividades experimentais empíricas que limitam as potencialidades do aluno, sugere-se um ensino com abordagem teórica histórico-cultural e desenvolvimental. Para estas a educação e o ensino escolar são meios indispensáveis ao desenvolvimento psíquico e multidimensional do aluno. O ensino de ciências com atividades experimentais fundamentados nestas teorias, pode contribuir para o desenvolvimento psíquico amplo do aluno, permitindo posicionar-se criticamente perante os diversos aspectos da vida (político, econômico, social, religioso, cultural), indo além do que os conhecimentos e práticas empíricas podem oferecer.

A teoria histórico-cultural foi elaborada por Vigotsky. Destaca entre outros aspectos, o papel da interação social e cultural no desenvolvimento do aluno. Essas interações quando bem direcionadas podem contribuir para que o aluno tenha êxito escolar, do contrário, o aluno poderá apresentar dificuldades em aprender. Sua teoria também revela que o desenvolvimento cognitivo demanda processos biológicos e sociais pelos quais o homem constrói significado através de interações entre si e com os objetos culturais (VIGOTSKI 2001).

Desse modo, o desenvolvimento humano é mediado entre os pares através da utilização de instrumentos ou ferramentas psicológicas e culturais. Os instrumentos são prolongamentos e amplificadores das capacidades humanas

(VIGOTSKI, 2001). No contexto do ensino escolar, o responsável por realizar essa mediação é principalmente o professor. É ele o mediador entre a criança e o mundo, um identificador da Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno, ajudando-o a interagir com os outros, e atingir seu potencial.

Por discutir essas ideias em sua teoria, o seu pensamento tem sido utilizado no país de forma significativa em diversos campos do conhecimento, especialmente nas pesquisas em educação, psicologia e educação em ciências. De modo geral, as pesquisas em educação em ciências que se fundamentam em Vigotsky, buscam a valorização de situações vivenciadas pelos alunos, ou seja, que façam parte do seu cotidiano. Mas não se trata de apenas listar problemas que tenham relação com conceitos cotidianos, e sim de fazer surgir um problema que seja discutido, examinado, estudado, de modo a proporcionar a construção de novos conceitos, em que a apropriação é mediada pelos signos.

O trabalho de Vigotsky também foi aprofundado por seus discípulos, que foram além do que ele havia discutido. É o caso de Davydov, que avançou em suas discussões, e separou o conhecimento científico em duas formas: empírico e teórico, cada um com seu método epistemológico. O conhecimento teórico tem origem na lógica dialética, adquirido por meio da atividade investigativa que é desenvolvida e controlada na escola por meio da tarefa de estudo, capaz de proporcionar o desenvolvimento multidimensional do aluno. O conhecimento empírico tem origem lógica formal, surge a partir de sensações e percepções, revelando apenas aspectos externo e aparente do objeto, de modo que o aluno constrói apenas conceitos empíricos.

Para Vigotsky e Davydov uma boa educação escolar é aquela que possibilita a aprendizagem de conceitos científicos que leva a novas formas de pensar, ou seja, a aquisição de novas funções psíquicas e assim contribui para que o aluno tenha condições de assumir uma postura crítica e ativa na sociedade.

Ao assumir a compreensão presente na teoria histórico-cultural e teoria desenvolvimental sobre a relação entre educação, ensino e aprendizagem escolar visando o desenvolvimento amplo e crítico dos alunos, como compreendem Davydov (1988) e Vigotski (2001), parte-se nesta pesquisa do entendimento de que o ensino com atividades investigativas e experimentais tem grande valor para impulsionar atividade intelectual dos alunos e oportunizar atitudes de alguém que

investiga, que realiza descobertas, que forma métodos de análise para chegar a descobertas.

Essas atitudes, além de promoverem a ampliação das capacidades necessárias ao pensamento científico (questionamento, indagação, análise, dedução, síntese, visão crítica etc.) fortalece a autonomia do discente no processo de conhecer os objetos de aprendizagem escolar. Portanto, atividades experimentais e investigativas deveriam estar presentes no processo de ensino-aprendizagem desde o ensino fundamental.

Todavia, Deitos e Strieder (2018) revelam que o ensino de ciências realiza pouca atividade experimental, e resume-se a transmissão de conhecimento/conceitos, leis e fórmulas. Esse modelo de ensino e a escassez de atividades experimentais nas aulas de ciências naturais também foi observado pela pesquisadora deste trabalho durante a realização do Estágio Supervisionado (componente curricular obrigatório do curso de graduação - Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia, realizado no período de 2010 a 2015).

Tal fato despertou-lhe a curiosidade em compreender o motivo da baixa frequência dessas atividades e conhecer a situação do ensino de ciências naturais em outras escolas da cidade de Pinheiro-MA. Para isso, a pesquisadora voluntariou-se a participar como colaboradora de um grupo de estudo e pesquisa¹ sobre a formação e o trabalho docente na educação básica, na referida cidade, durante o período de 2017 a 2018.

Durante a pesquisa foram realizadas visitas as escolas e entrevistas com os professores da educação básica, no qual foi possível observar que, o ensino o ensino de ciências era ministrado em uma perspectiva tradicional e as atividades experimentais eram quase inexistentes na prática docente da amostra analisada (41 escolas e 405 professores) da educação básica do município.

Vários fatores foram citados pelos professores entrevistados que trabalhavam em escolas públicas; como a falta de experiência com atividades experimentais, a ausência de estrutura e insumos nas escolas para realização dessas atividades, falta de apoio da direção, etc. Tais fatores foram constatados na ocasião da

1 Participação no grupo de estudo e pesquisa sobre formação e trabalho docente na educação básica de Pinheiro- MA como voluntária, no período de 2017 a 2018, após conclusão do curso de graduação em Ciências Naturais/biologia. A pesquisa sobre trabalho docente na educação básica de Pinheiro no período de 2017 a 2018 teve como objetivo analisar, a partir da perspectiva dos professores, algumas das dimensões do trabalho docente no município.

pesquisa de campo, aumentando o interesse da pesquisadora em investigar possibilidades para melhoria desse quadro.

Apesar do prevailecimento de métodos tradicionais (aula demasiadamente expositiva, uso de livro didático como principal recurso, pouca ou ausência de atividades experimentais) nas aulas de ciências, os professores consideram importante complementar suas aulas com algum tipo de atividade prática (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). E, acreditam que a melhoria do ensino de ciências demanda a realização de aulas práticas, em especial a experimentação (BASSOLI, 2014).

Aulas predominantemente expositivas faz o aluno agir passivamente perante seu processo de aprendizagem e o estimula a decorar definições para serem pronunciadas ao docente como sinônimo de aprendizagem. Nesse sentido, Barbosa (2020) destaca que não se deve esperar dos alunos respostas prontas, é importante instiga-los a construir conhecimentos por meio da exploração, investigação e compreensão do objeto de estudo, desenvolvendo-se cognitivamente e não reproduzir informações que não compreendem.

Para Camillo e Mattos (2014) a escolha quanto a melhor forma de efetivação das atividades experimentais cabe a escola, e depende de condições específicas de cada realidade/contexto da instituição de ensino. Ou seja, das condições gerais da escola e do trabalho do professor, dos saberes que se pretende ensinar, das características dos estudantes, e dos processos pelos quais se pode realizar o ensino-aprendizagem por meio da experimentação que é complementar e necessária ao processo educacional.

Reforçam que “[...] apesar da grande importância atribuída à atividade experimental, está longe de existir um consenso entre professores e pesquisadores acerca da sua utilização, seus objetivos e métodos” (CAMILLO; MATTOS, 2014, p. 125). Assim sendo, os professores, embora acreditem na efetividade da experimentação no ensino de ciências, são afetados diretamente por concepções equivocadas de Ciência, mas que se estabelecem de maneira naturalizada.

As concepções dos docentes e seu exercício profissional são fortemente influenciados por políticas educacionais firmadas em princípios neoliberais que os submetem a ensinar conteúdos científicos de forma rasa, superficial, que não possibilita o aluno desenvolver o pensamento científico, crítico e reflexivo. Ademais, os docentes não contam com condições mínimas de trabalho e em geral tiveram acesso a uma formação pautada em concepções positivistas e conservadoras.

Assim, para a melhoria do ensino de ciência e das atividades experimentais é preciso levar em considerações questões de ordem econômica, política, social, cultural, pedagógica, além da formação docente e as condições materiais e culturais do discente, pois todas elas interferem direta ou indiretamente na qualidade do ensino que historicamente foi influenciado por transformações globais e agentes externos que condicionam as políticas educacionais e práticas pedagógicas.

Diante do exposto, busca-se aprofundar a compreensão sobre como estas atividades têm sido consideradas na política educacional e nas pesquisas já realizadas, e responder à questão problema: na literatura científica da área de educação, como têm sido abordadas as atividades experimentais e/ou investigativas nas aulas de ciências naturais na educação básica? A partir desta questão, é necessário explorar também qual a concepção de atividade experimental está presente nesta literatura? A que conteúdo ou disciplina elas se referem? O referencial teórico histórico-cultural tem sido utilizado nestas pesquisas?

O objetivo geral da pesquisa foi analisar e discutir como as atividades experimentais e/ou investigativas no ensino de ciências naturais têm sido abordadas nas políticas educacionais e em artigos científicos de periódicos nacionais. Os objetivos específicos foram:

- Investigar como se faz presente a concepção de ensino com atividade experimental na política educacional brasileira no que se refere ao ensino de ciências naturais na educação básica desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) até a Base Nacional Comum Curricular (BNCC);
- Apresentar e discutir as contribuições das teorias de Vigotsky e de Davydov quanto ao papel dos conceitos científicos para o desenvolvimento psíquico amplo dos alunos;
- Identificar as concepções de atividade experimental e/ou investigativa presentes nos artigos científicos e analisar à luz das teorias de Vigotsky e Davydov suas contribuições para o desenvolvimento dos alunos.

Para o alcance destes objetivos, recorreu-se à análise de documentos da política educacional relacionados ao ensino de ciências (PCN, BNCC, etc.), o estudo bibliográfico de textos selecionados de Vigotsky e Davydov, e à Revisão Integrativa (RI) de literatura em artigos científicos. Para a busca da literatura científica utilizou-se o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

Superior (CAPES) para selecionar os artigos a serem incluídos na RI. O detalhamento metodológico e a descrição dos procedimentos utilizados são apresentados no terceiro capítulo.

Os resultados deste estudo estão apresentados em três capítulos além da Introdução e Considerações Finais. No primeiro capítulo, a fim de contextualizar o objeto da pesquisa, apresenta-se o ensino de ciências na política educacional oficial brasileira e as mudanças ocorridas, culminando na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

No segundo capítulo, busca-se discutir uma concepção de atividade experimental para o ensino de ciências a partir de contribuições do ensino desenvolvimental, nas teorias de Vigotsky e de Davydov. Destacam-se os princípios teóricos que explicam o papel da aprendizagem de conceitos científicos no desenvolvimento da consciência dos alunos, buscando discutir as contribuições dessa concepção para experimentação no ensino de ciências.

E, o terceiro capítulo dedica-se a apresentar e discutir os resultados da Revisão Integrativa a partir dos critérios utilizados para seleção dos artigos. Os achados foram organizados em categorias e subcategorias e analisados à luz das teorias de Vigotsky e Davydov. Nas Considerações Finais, busca-se oferecer reflexões sobre os aspectos mais relevantes da pesquisa, seus alcances e limitações.

CAPÍTULO 1 – AS POLÍTICAS EDUCACIONAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Este capítulo traz o ensino de ciências no Brasil a partir de sua consolidação na metade do século XX, apontando fatores históricos que exerceram influência nesse processo e as mudanças ocorridas, culminando na Base Nacional Comum Curricular. Ao fazer esta contextualização, busca-se descrever o lugar das atividades experimentais no ensino de ciências na educação básica, a concepção orientadora e o tipo de desenvolvimento do aluno resultante desta orientação. Por fim, aborda-se sobre as concepções de atividade experimental e/ ou investigativa no ensino de ciências, buscando apontar suas contribuições e limitações.-

1.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL A PARTIR DO MOVIMENTO ESCOLANOVISTA

A ciência é produto histórico das interações e ações humanas. O ensino de ciências é uma forma de levar o estudante a interpretar o mundo que o cerca e através desta compreensão torná-lo indivíduo pensante e crítico. A formação científica, o ensino de ciências e seus métodos sofrem influências de muitos fatores, entre eles, social, político e econômico que mudam constantemente. Por essa razão, considera-se importante conhecer a trajetória da ciência para compreensão das diversas finalidades postas ao ensino de ciências na educação básica, pois ambas estão relacionadas.

Assim, o histórico do ensino de Ciências nesta pesquisa começa na década de 1920, quando no Brasil, surgiu intenso debate acerca do papel da ciência como instrumento de desenvolvimento nacional. Esse debate ocorreu no seio das profundas críticas ao caráter transmissor e passivo da educação e pedagogia tradicionais, em face da defesa da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem (SANTOS; PRESTES; VALE, 2006).

O movimento dos Pioneiros da Educação Nova, capitaneado por Anísio Teixeira, Lourenço Filho, Fernando de Azevedo e outros apontou que no seio do processo de industrialização do país, era necessária uma reforma educacional promotora de acesso à educação para formar as gerações de trabalhadores aptos ao processo de industrialização. O movimento da Educação Nova (ou

escolanovismo) surgiu em defesa de uma escola pública, única, laica, obrigatória, gratuita e de qualidade para todos, pois essas condições eram negligenciadas, sendo também considerada em descompasso com o mundo das ciências e das tecnologias. Mediante os avanços científicos, intelectuais e educadores defendiam um processo educacional com maior qualidade (SANTOS; PRESTES; VALE, 2006).

Em 1934, com a nova Constituição Federal, que a educação passa a ser vista como um direito de todos. A garantia do direito ao acesso à escola impulsionou a criação de importantes instituições científicas. De modo que, em 1946, foi criado no Rio de Janeiro o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), como uma Comissão Nacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) no Brasil (ABRANTES, 2010).

Sua finalidade era atuar em projetos de educação, ciência e cultura e promover projetos nessas áreas. Cientistas e educadores brasileiros se aliaram a esse projeto internacional, tido então como iniciativa inovadora na divulgação e no ensino de ciências através de feiras de ciência, concursos, produção de material didático e kits de experimentação. Internacionalmente, era cada vez mais destacado o papel da ciência como instrumento de desenvolvimento nacional (*Ibid.*, 2010).

Apesar destes movimentos e iniciativas, Krasilchik (1988) considera que até a década de 1950 a ciência não era prioridade no país, sendo o acesso aos conhecimentos de ciências privilégio de poucos. A partir desse período mudanças gradativas começaram a fortalecer o ensino de conteúdos de ciências, emergindo diferentes visões sobre sua importância. Enquanto uns defendiam a necessidade de ensinar ciências porque contribuía na resolução de problemas cotidianos da vida, outros defendiam a necessidade de seleção de talentos para formar futuros cientistas.

Fato é que, os anos 1950 foram marcados pela insatisfação e crítica de cientistas e educadores ao sistema educacional brasileiro (MENDES, 2006). Considerado por pensadores como Florestan Fernandes hostil à inovação pedagógica por estar voltado a atender necessidades socioculturais de uma sociedade aristocrática e patrimonialista (FERNANDES, 1966).

Mudanças mais profundas no ensino de ciências no Brasil, só aconteceram na década de 1960. Um importante acontecimento para consolidação da área foi a criação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em 1961 (Lei n.º 4.024), apontando a obrigatoriedade de lecionar ciências na escola, nas séries finais do antigo ginásio

(atualmente 6º ao 9º ano) e com carga horária maior no ensino colegial (atual ensino médio) para as disciplinas de física, química e biologia (KRASILCHIK, 2000).

Ainda segundo a autora, essas disciplinas passaram a ter a função de “[...] desenvolver o espírito crítico com o exercício do método científico. O cidadão seria preparado para pensar lógica e criticamente e assim ser capaz de tomar decisões com base em informações e dados” (KRASILCHIK, 2000, p. 86). Nesse período o conteúdo era ministrado numa perspectiva de ciência neutra, desinteressada, em busca apenas de um conhecimento universal. A compreensão de ciência era fundamentada em bases positivistas, e a finalidade do seu trabalho era desenvolver a racionalidade, a capacidade de fazer observações controladas, preparar e analisar estatísticas, respeitar a exigência de replicabilidade dos experimentos, ou seja, o interesse pelo desenvolvimento psíquico amplo do aluno não se fazia presente.

Havia também a crença de que a aplicação de seus resultados pudesse prever, evitar problemas que afligiam a humanidade e até mesmo resolvê-los (PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO – PUC-RIO, 2018). Essas ideias marcaram a história do ensino de ciências de modo tão profundo que até hoje influenciam as tendências curriculares de várias disciplinas na educação básica.

Em 1964, com a ditadura militar e grande influência dos Estados Unidos na política educacional do país, o ensino de ciências foi redefinido com foco na profissionalização. O papel da escola passou a formar mão de obra técnica profissionalizante para acelerar o desenvolvimento do Brasil. Com isso, novas mudanças aconteceram na Lei de Diretrizes e Bases da Educação n.º 5.692. Ela expressava claramente as modificações educacionais e, conseqüentemente, as propostas de reforma no ensino de ciências ocorridas neste contexto. As disciplinas científicas passaram a ter “caráter profissionalizante, descaracterizando sua função no currículo” (MACEDO, 2004, p. 120). Novamente o desenvolvimento intelectual do estudante não foi prioritário.

Com a intenção de melhorar o ensino de ciências oferecido nas escolas, em 1967 foi criada a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC). Essa fundação produzia guias didáticos e de laboratórios, kits para realização de experimentos com uso de materiais de baixo custo e oferecia atividades de treinamento aos professores para levar os alunos a descobrirem como funcionava a ciência e desenvolverem o pensamento científico (PUC-RIO, 2018).

A Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (FUNBEC), que surgiu ligada ao IBECC e se constitui como outra entidade.

A atividade inovadora da Funbec exerceu-se em vários setores, que incluem a produção de textos (manuais) para o ensino médio em várias disciplinas científicas, matemática, física, química, biologia, e uma introdução às ciências. Estes textos nem sempre foram inteiramente produzidos pelo pessoal integrante do quadro da Funbec. Alguns eram traduções de textos usados no ensino secundário norte-americano e lá já haviam sido consagrados pelo uso; às vezes eram adaptados e às vezes inteiramente redigidos pelo pessoal da Funbec. Além da produção original ou adaptada de textos, que passaram a ser utilizados como manuais do ensino médio, a Funbec dedicou-se ao treinamento de professores secundários nos novos métodos de ensino de ciências. Um terceiro tipo de atividade é a industrial, que de início era acessória e, a partir de 1970, passou a assumir importância crescente. A atividade industrial, originariamente, surgiu para produção de kits que não eram mais do que material didático. Gradativamente este setor industrial ingressou na produção de vários tipos de equipamentos (em sua maioria eletrônicos), que são utilizados em hospitais, clínicas e consultórios especializados. Sua aplicação ocorre especialmente em terapia intensiva, diagnóstico, terapia e monitorização de pacientes em condições que incluem distúrbios cardíacos, circulatórios e respiratórios. Esta atividade industrial é hoje grande geradora da receita da Funbec, pois é exercida empresarialmente e, portanto, com fins lucrativos, tendo os seus produtos aparentemente assegurado um mercado. A quarta atividade é a que chamamos de pesquisa e desenvolvimento pedagógicos, pois inclui equipes formadas por professores e educadores, que se dedicam à preparação de novos textos e atividades que sejam metodologicamente inovadoras. Os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento são, em geral, conduzidos sob a forma de projetos, frequentemente apoiados financeiramente por outros órgãos (BERTERO, 1979, p. 62).

O IBECC e a FUNBEC, até final da década de 1970, tinham como objetivo promover a melhoria da formação científica dos alunos que ingressariam nas instituições de Ensino Superior e, dessa forma, contribuir para o desenvolvimento nacional (BARRA; LORENZE, 1986). Para impulsionar o ensino de ciências o IBECC confeccionou livros-textos e material de apoio para atividades experimentais que eram adquiridos pelos governos estaduais, federal e posteriormente doados para as escolas (FARIA; CARNEIRO, 2020). Percebe-se que o foco do ensino e formação em ciências, assim como os objetivos para a realização de experimentos estavam voltados o desenvolvimento nacional e não para o ampliar as capacidades do aluno, elevando-o a níveis psíquicos superiores.

Devido ao processo de industrialização que se intensificou no Brasil nesse período e o maior ingresso de empresas estrangeiras, a ciência passou a ser considerada uma alternativa para impulsionar o crescimento e desenvolvimento do país e o seu ensino, que ainda não era obrigatório na escola, apesar de sua notória relevância, começou a ser discutido (KRASILCHIK, 2000).

O aumento de problemas ambientais decorrentes do avanço científico e tecnológico, e fatores ligados a guerra (fabricação de bombas atômicas e armamentos, poluição, desmatamento) que foram intensos até a década de 1970, fizeram com que a Ciência e a Tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico (AULER; BAZZO, 2001).

Nesse contexto, o ensino de ciências passou a ser visto como campo do saber que possibilitava discutir com mais propriedade essas questões, alertando a sociedade para as consequências resultantes do impacto da ciência e da tecnologia para sociedade. Isso levou a população a questionar o modelo de desenvolvimento que estava emergindo, passando C&T a ser objeto de debate político (PUC-RIO, 2018).

Alguns eventos de grande importância para a consolidação desse movimento que aconteceram no país foram: fundação da Universidade de Brasília, a concretização da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), o início do primeiro curso da Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) e a criação do Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), no seio do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE), que havia percebido a importância de absorver as inovações tecnológicas para o crescimento da economia nacional. Todos esses acontecimentos contribuíram para o estabelecimento do movimento C&T (AULER; BAZZO, 2001).

As reflexões sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade e necessidade de contribuir para formação de cidadãos que se coloquem criticamente diante de questões relacionadas a ciência e a tecnologia, sendo capazes de tomar decisões conscientes sobre elas (que não estava sendo alcançado no pelo ensino convencional de ciências) fez emergir o movimento Ciências, Tecnologia e Sociedade (TEIXEIRA, 2003).

O Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) teve sua origem por volta da década de 1970 do século XX, em países capitalistas centrais. No Brasil, o movimento CTS apresentava-se até o final do século XX ainda incipiente, e não se constituía prioridades das políticas adotadas pelo país. O imediatismo e a cultura do colonialismo, não permitiram um olhar mais profundo sobre a importância desse movimento. Havia apenas algumas iniciativas de pesquisadores na área de Educação e Ensino de Ciências (CUNHA, 2006).

A proposta desse movimento era que os conhecimentos básicos sobre ciência e tecnologia fossem incorporados à cultura da população, possibilitando, as pessoas adquirir conhecimento sobre a ciência e tecnologia, refletir sob o impacto dessas atividades na sociedade, bem como compreender a linguagem da ciência, e os códigos pertencentes a ela, para que não fiquem na dependência dos técnicos, cientistas e pesquisadores (TEIXEIRA, 2003).

O movimento ressaltou a importância do ensino de ciências e compreensão das tecnologias para que todo cidadão possa, ainda que minimamente, conhecer, valorizar e usar ciência e tecnologia na vida pessoal, etc. A educação através da CTS pretendeu proporcionar aos estudantes oportunidades para praticarem certas habilidades de investigação e comunicação, tais como a leitura, busca de informações, discussão, comparação de ideias e opiniões, a resolução de problemas reais e a tomada de decisões (CUNHA, 2006).

E propôs que, os conhecimentos básicos sobre ciência e tecnologia, fossem incorporados à cultura da população, viabilizando um certo controle sobre as mesmas; promoveu maior articulação entre a escola e a vida cotidiana, contribuindo para a resolução de problemas reais e para a tomada de decisões, buscando minimizar desinteresse demonstrado, de forma geral, pelos estudantes para com o Ensino de Ciências (*Ibid.*, 2006).

Para isso, os currículos de CTS diferenciam-se significativamente dos currículos convencionais. Há uma preocupação com a formação de atitudes e valores em contraposição ao ensino memorístico de pseudopreparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; busca um ensino que leve o aluno a participação nas aulas em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para a sua voz e suas aspirações (SANTOS; MORTIMER, 2000). Nesse sentido, os primeiros passos em direção a um ensino para aquisição de capacidades internas ao aluno começaram a surgir.

A integração entre ciências, tecnologia e sociedade impactou os currículos escolares, que passaram a destacar a importância dos estudantes estarem preparados para compreender a natureza, o significado e a importância da tecnologia para suas vidas como indivíduos e como cidadãos. Temáticas como poluição, lixo, fontes de energia, economia de recursos naturais, crescimento

populacional, passaram a integrar o currículo demandando tratamento interdisciplinar (PUC-RIO, 2018).

O Movimento CTS advoga a participação ativa dos educandos, apoiada pelo professor e defende a mudança de perfil dos docentes, para que assumam papel de mediador do processo ensino aprendizagem (TEIXEIRA, 2003). Mas, o processo de formação de professores de ciências também deve adequar-se às orientações CTS, formando profissionais capazes de gerar um novo fazer pedagógico (CUNHA, 2006).

Todavia, mesmo diante das críticas e buscas por um ensino que promova a aprendizagem por investigação, em que o aluno seja ativo e conquiste autonomia, Cunha (2006) considera que, de modo geral, a maneira como o ensino de ciências tem sido conduzido, pouco tem contribuído para a formação científica dos estudantes, para a aquisição de habilidades de estudos de investigação, para o engajamento à produção de conhecimento científico e tecnológico e para a compreensão das implicações sociais da ciência.

A situação do ensino de ciências e suas práticas tiveram (e tem) relação com a interferências de órgãos financeiros nacionais e internacionais que controlam as políticas públicas educacionais no país, dando as diretrizes do seu interesse. Ou seja, uma educação básica minimalista. Interferindo também nas diretrizes para a formação de professores.

Diante de tais influências, o exercício da docência no Brasil tem sido desafiador. Diversos fatores comprometeram e comprometem a qualidade do ensino de ciências: falta de investimentos políticos e pedagógicos para educação e cursos de licenciatura; formação continuada e valorização de professores em relação à remuneração; condições trabalho adequadas, e a própria desigualdade social que estabelece barreiras aos estudantes de baixa renda (SILVA; FERREIRA; VIEIRA, 2017).

Mas, tendo em vista a importância do ensino de ciências para o crescimento econômico, tecnológico e científico do país, em 1971 foi aprovado a LDB n.º 5.692, tornando as ciências disciplina obrigatória em todo o ensino fundamental (BATISTA; MORAES, 2019). O ensino de ciências tinha como foco a formação de futuros cientistas através da aplicação do método científico, no qual o aluno tentava imitar o trabalho do cientista, levantando hipóteses, seguindo uma metodologia rígida, devendo obter e discutir resultados, chegando a uma conclusão (KRASILCHIK, 2000). As finalidades almejadas contribuíam para aquisição de capacidades

elementares e conforme interesses neoliberais vigentes e não para o amplo desenvolvimento aluno.

No início dos anos 1980 projetos para o desenvolvimento de materiais didáticos com ênfase na atividade experimental foram criados, pois o ensino por meio da experimentação era considerado a solução para o ensino de Ciências (BATISTA; MORAES, 2019). A crença nos resultados positivistas foi perdendo força a medida em que os profissionais, formados para aplicar os resultados dos avanços científicos e tecnológicos, começaram a ter dificuldade em dar conta dos problemas, pois o seu conhecimento adequava-se cada vez menos às situações práticas demandadas pela sociedade (PUC-RIO, 2018).

Ainda nesse período, as lacunas deixadas na formação científica, a necessidade em acompanhar as mudanças que ocorriam rapidamente, e as influências do cenário internacional, fomentou novas discussões. Passaram a influenciar significativamente o ensino de ciências, ideias cognitivistas de Piaget (conhecimentos espontâneos), Vigotsky (conhecimentos científicos), e outros destacando o papel do estudante como sujeito ativo na construção do seu conhecimento e detentores de conhecimentos prévios importantes para o processo de aprendizagem (BATISTA; MORAES, 2019).

Posteriormente, a busca pela paz mundial e à crescente preocupação com questões ambientais e direitos humanos contribuíram para o processo de redemocratização do Brasil a partir de 1985, gerando a necessidade de formar cidadãos preparados para o convívio social, e aflorou discussões quanto à necessária superação da desigualdade social (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Postos novos desafios a educação, foi necessário também mudanças na forma de ensinar ciências, que deveria priorizar a formação de cidadãos para viver melhor e participar do processo de redemocratização e não somente cientistas e técnicos (*Ibid.*, 2010). A educação básica passou a ter por finalidade desenvolver o educando para o exercício da cidadania por meio da promulgação da LDB, Lei n.º 9.394, de 1996. A elaboração desta LDB foi muito importante para o ensino de ciências pois passou a exigir formação específica para o ensino fundamental II (anteriormente um professor sem a formação específica poderia ministrar aula de ciências naturais), elevando a qualidade do ensino da área.

Baseados também nessa LDB, foram elaborados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1996. Essas reformas foram elaboradas em consonância com os critérios pactuados pelo Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Fundo Monetário Internacional (FMI) para liberação de crédito (MOREIRA; LOPES, 2017).

O percurso histórico do ensino de ciências mostra que interesses capitalistas e agentes externos suscitaram as mudanças ocorridas nesse campo do saber. Assim, os diferentes objetivos atribuídos ao ensino de ciências e as atividades experimentais afetando diretamente o contexto escolar, uma vez que o professor da disciplina é formado mediante uma concepção de Ciência vigente (influenciada por fatores políticos, econômicos, sociais, culturais, etc.). Além disso, os objetivos para o ensino de ciências e experimentação perduraram buscando o aluno memorizar, definir, classificar e hierarquizar os seres vivos, os fenômenos e sua transformação em detrimento da formação intelectual para o alcance do pensamento reflexivo, a atenção voluntária, formação de conceitos, a consciência, percepção etc. como pode ser percebido a partir do seu processo histórico.

1.1.2 PROCESSO HISTÓRICO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A experimentação foi muito importante para o fortalecimento e consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, quando para aceitação de teorias e leis criadas, se fazia necessário passar pelo crivo da racionalização de procedimentos e metodologia científica, sendo obrigadas a passar por testes e verificação de consistência (GIORDAN, 1999).

Nesse sentido, as atividades experimentais foram fundamentais para construção e transformação do pensamento científico. Acredita-se que primeira instituição a realizar experimentos foi o museu de Alexandria, por volta do ano 300 a.C. para demonstrar princípios físicos (RONAN, 1987). Posteriormente, no século XVII, eram realizadas palestras demonstrativas em aulas de dissecação do corpo humano para melhor compreensão do funcionamento do organismo. Porém, a experimentação demonstrativa se tornou mais frequentes nas escolas entre a metade do século XIX e a metade do século XX. Mas nessa época os equipamentos experimentais tinham alto custo e costumavam ser apresentados pelo professor em

laboratórios didáticos de Física, muito diferente do que usamos e conhecemos hoje (GASPAR; MONTEIRO, 2005).

Após a segunda guerra mundial, em decorrência da crescente valorização da Ciência e da Tecnologia para o desenvolvimento econômico, social e cultural do país, o ensino das disciplinas científicas crescia em importância em todo o mundo, segundo Krasilchik (2000), e com ele o ensino por experimentação.

No início dos anos 1960 o ensino por meio de atividades experimentais recebeu um grande impulso com o desenvolvimento de projetos de ensino norte americano como CHEMS (Chemical Educational Material Study), CBA (Chemical Bond Approach Project) e IPS (Introductory Physical Science) cujo objetivo era formação de cientistas e proporcionar estímulo e eficácia às demonstrações e confirmações de fatos presentes nos livros-texto ou explorados pelo professor (GALIAZZI *et al.*, 2001).

O ensino de ciências por experimentação passou então a ser objeto de estudo em algumas universidades brasileiras como recurso capaz de elevar a qualidade desse campo do saber. Nesse período, uma equipe de professores da universidade de São Paulo, se empenhou a confecção de materiais didáticos e experimentais para professores e demais interessados em conteúdos científicos. Essa foi uma das mais significativas tentativas de melhoria no ensino de ciências em esfera nacional nesse período (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

A realização de aulas com experimentação nesse período tinha por objetivo contribuir para a formação de cientistas. E para isso exigia dos alunos, entre outras coisas, que aprendessem a observar e registrar dados, a pensar de forma científica, desenvolver habilidades e técnicas para o manuseio de instrumentos de laboratório, e para resolução de problemas (*Ibid.*, 2010).

Até os anos de 1970 o ensino de ciências e as atividades experimentais permaneceram fortemente influenciados por uma concepção empirista de ciências. As atividades experimentais foram consideradas muito importantes para validação de teorias e para o aluno vivenciar o método científico. Contudo, o final desse período foi marcado por uma grande crise econômica e movimentos populares que almejavam a redemocratização do país. Esse cenário levou o ensino e aprendizagem de conteúdos científico a se tornar alvo de preocupação, pois era necessários oferecer conhecimentos básicos aos cidadãos, possibilitando o desenvolvimento de habilidade científicas nos estudantes e formar a elite intelectual

para ter condições de enfrentar os desafios impostos pelo desenvolvimento (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Ao final dos anos 1970 as ideias cognitivistas começaram a se fortalecer e influenciar consideravelmente o ensino de ciências e conseqüentemente as metodologias adotadas. O aluno passou a ser considerado um sujeito importante no processo de aprendizado, assim como as influências sociais, culturais. Discutia-se a importância da participação ativa do discente na busca pelo saber, de se estabelecer a relação entre teoria e prática e não as separar (ZOMPERU; LABURU, 2011).

Nesse período foi constatado lacunas na educação em geral e na formação científica dos estudantes, pois o ensino oferecido não conseguia suprir as necessidades cada vez maiores de conhecimentos que mudavam rapidamente (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). O ensino com experimentos começou a receber fortes críticas, visto que eram poucos os estudantes que seguiam carreira científica, não se justificando então realizar atividades experimentais para tal finalidade (GALIAZZI *et al.*, 2001).

Ainda de acordo com estes autores, a história do ensino por experimentação teve a pretensão de inovar, mas permaneceu a ênfase no desenvolvimento e aprendizagens de habilidades técnicas, instrumentais e manipulativas, com fundamentos em princípios empiristas, contribuindo para a manutenção de crenças irrefletidas sobre a importância do ensino experimental (*Ibid.*, 2001).

1.2 PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS E O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

Os PCN, foram elaborados na segunda metade da década de 1990, no contexto de reformas nas políticas educacionais sob influências de ideais do neoliberalismo. Eles constituem uma das formas de expressão do papel do Estado na busca por coesão e ordem, atuando no sentido de atingir a uniformização do currículo nacional, pela definição de um conteúdo mínimo a ser transmitido na escola básica, o que tem sido uma busca recorrente na história das políticas públicas de educação no Brasil. Nesse sentido, a coesão, uma função permanente do Estado nacional, se impõe através de vários caminhos, sendo a educação escolar é um deles (CURY, 1996 *Apud* GALIAN, 2014).

Nesse contexto foram elaborados os PCNs para as diferentes áreas do saber, entre elas, ciências naturais. Este documento foi elaborado com base na LDB n.º 9.394/96. A versão para o ensino fundamental I (1ª a 4ª série) foi concluída em setembro de 1996, e apresentada ao Conselho Nacional de Educação (CNE) para deliberação. Mas, somente um ano depois, em outubro de 1997, o Presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, homologou o documento que passou a orientar a educação para o Ensino Fundamental I. No ano seguinte, 1998, sob a assinatura do então ministro da educação Paulo Renato de Souza, o material referente ao Ensino Fundamental II (5ª a 8ª) foi disponibilizado e para o Ensino Médio ocorreu no ano 2000 (VIEIRA; NICOLODI; DARROZ, 2021).

A elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) é considerada por muitos pesquisadores da temática como uma construção antidemocrática. Chaddad (2015) afirma que não houve uma construção democrática, entre outros fatores, devido ao curto período para consulta a comunidade acadêmica e construção da versão preliminar (realizada entre 1995 e 1996) e, por fim, devido ao baixo retorno desta comunidade. O caráter antidemocrático encontra respaldo no fato que este processo ocorreu de forma rápida que não contou com uma relevante participação da comunidade acadêmica brasileira. Chaddad afirma:

O que se pode inferir sobre a construção destes Parâmetros Curriculares Nacionais é que em nenhum momento buscou-se contemplar o processo democrático, pelo contrário, sua elaboração encerra em si a instrumentalização do processo - a razão instrumental, em detrimento de uma construção crítica e emancipatória (CHADDAD, 2015, p.12).

Outra crítica ao processo de elaboração dos PCNs, é se o documento pretendia ser uma base comum para o ensino fundamental, deveria ter contado com amplo processo de discussão na sua elaboração. Além disso, as ideias construtivistas presente nesse documento faz indicações de adaptar os indivíduos à sociedade e ao sistema capitalista neoliberal, cada um realizando determinada tarefa para o bem geral de todos através das pedagogias do aprender a aprender (CHADDAD, 2015).

Critica-se também os PCNs por acreditar que eles estariam a serviço da operacionalização de avaliações como a realizada pelo Sistema de Avaliação da Educação Básica; não respeitar a diversidade cultural e a autonomia dos estados, municípios ou comunidades, no processo de definição dos seus conteúdos e

práticas escolares. E, por estarem direcionados à regulação social e não tinham como foco as transformações que visassem a garantia da equidade social. Nesse sentido Teixeira afirma:

Não considerar essa diversidade só poderia servir ao intento de oferecer um tratamento igual ao que é absolutamente diferente, em termos culturais, históricos e de necessidades de investimento, com prejuízo para quem precisa mais. Além do que, submeter a uma “competição” indivíduos com “pontos de partida” muito distintos – através de um sistema de avaliação que não considere essas desigualdades, é um problema de (in)justiça social (TEIXEIRA, 2000, p. 14-15).

Rosa e Rosa (2012) consideram que a LDB e os PCNs estabeleceram mudanças no ensino de Ciências em conformidade com ideais neoliberalistas, conduzindo o ensino a desenvolver no aluno habilidades direcionadas ao mercado de trabalho, pautados na pedagogia do aprender a aprender. Para Duarte (2001) essa pedagogia tem por essência o esvaziamento do trabalho educativo e a preparação dos alunos para adaptação aos interesses capitalistas. Em conformidade com esses autores Galian revela:

Em primeiro lugar, as críticas destacaram a vinculação dos PCN às novas exigências da ordem econômica globalizada e das políticas neoliberais, que têm como palavras-chave: consenso, competitividade, equidade, produtividade, cidadania, flexibilidade, desempenho, integração e descentralização. Nesse sentido, os PCN seriam obedientes às orientações da Conferência Mundial de Educação para Todos, condizentes com as determinações do Banco Mundial, da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura- Unesco- e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe- Cepal. Tais orientações focalizam a questão do conhecimento, da informação e do domínio técnico-científico com o objetivo de formação de recursos humanos flexíveis, adaptáveis às exigências do mercado (GALIAN, 2014, p. 6)

Nessa direção, os PCNs “[...] ao invés de buscar a emancipação do ser humano, busca com todas as suas forças atrelar o homem a este sistema produtivo tão desigual e alienante” Chaddad (2015, p. 14). Assim, acredita-se que esse documento esteve de acordo com o processo de reorganização da produção capitalista, sendo nessa perspectiva que o ensino de ciências naturais foi inserido. Um ensino vinculado ao caráter instrumental e utilitarista, para formar cidadãos conformados e adaptados as premissas do sistema capitalista vigente. Desse modo, os objetivos, a organização dos conteúdos de ciências naturais não tiveram foco na aprendizagem e desenvolvimento psíquico amplo do aluno.

Com o lançamento dos PCNs, os objetivos gerais de Ciências Naturais para o ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica (BRASIL, 1998). Para o ensino médio, os objetivos atribuídos à área de Ciências e Matemática incluem compreender as Ciências da Natureza como construções humanas e a relação entre conhecimento científico-tecnológico e a vida social e produtiva (BRASIL, 2000). Ou seja, a medida em que a mudanças de diversas ordens (política, econômica, cultural etc.) atingiam a educação, os objetivos das ciências também se modificavam.

O que antes era formar cientistas, alfabetizar científica e tecnologicamente o cidadão, formar técnicos e mão de obra profissionalizante, passou a ter como foco a formação para a cidadania e para o mundo do trabalho (BRASIL, 1998). Diante disso, percebe-se que o esperado dos alunos nos PCN,s são habilidades e competências externas a eles, ou seja, atributos que não dizem respeito ao seu desenvolvimento intelectual. Esse documento não pretendia a aquisição de conceitos científicos por parte dos alunos para o fortalecimento de sua atividade mental, capacitando-os a compreender, atua e intervir na sociedade, mas sim proporcionar aprendizagens mínimas. Sobre isso Galian afirma:

De fato, estabelecer um conteúdo mínimo não é tarefa simples, seja qual for o contexto. Mas, num país de grandes dimensões como o Brasil, onde se multiplicam manifestações culturais muito diversas, num país com um lamentável histórico de precariedade em relação aos aspectos socioeconômicos, notadamente no contexto educacional, essa tarefa é no mínimo arriscada (GALIAN, 2014, p.7).

Os PCNs são criticados também por apresentar uma visão de escola na qual os fatores externos não considerados por ela, ignorando por exemplo, os conflitos existentes entre diversas culturas, as diferenças regionais, sociais, etc. (Idem., 2014). Contudo, para a teoria histórico-cultural os fatores externos da vida do aluno (social, cultural, econômico, religioso etc.) influenciam diretamente no seu aprendizado, e por essa razão, não devem ser desconsiderados no ensino aprendizagem em ciências naturais. Assim, considera-se que a formação para o desenvolvimento intelectual, multidimensional, crítico, reflexivo do estudante não apareceu nas políticas educacionais até o momento.

Ademais, a construção dos conhecimentos científicos presente nos PCNs estava fundada em ideias positivistas. Fundamentado nessa perspectiva, o

experimento ocupou um lugar supremo, sem questionamento quanto a sua veracidade. Os alunos eram considerados cientistas em formação e deviam realizar os experimentos da mesma forma que os cientistas o faziam. A experimentação tinha fim em si mesma, visto que não oferece investigação, mas repetição de ações executadas pelos cientistas, indo ao encontro do que os empiristas acreditam (DEITOS; STRIEDER, 2018).

Considera-se que o método didático empirista presente nos PCNs estimulou aprender ciências por meio de atividades experimentais do tipo receita ou por um roteiro com sequência ordenada de atividades que podem ser aplicadas indistintamente a qualquer tipo de situação. Neste processo, é omitido todo o encaminhamento que o cientista percorre para chegar a determinadas teorias, levando o aluno a acreditar que a Ciência é destinada para alguns, os detentores de altas habilidades intelectuais (DEITOS; STRIEDER, 2018).

Diante de todas as críticas apresentadas, infere-se que os PCNs não repercutiram da forma esperada pelo Ministério da Educação e não contribuiu melhorar o ensino de ciências naturais e a experimentação. Em suma, concorda-se que esse documento esteve de acordo com as exigências da ordem econômica globalizada e das políticas neoliberais, estimulando a competitividade e a produtividade no ensino de ciências; visando a formação de recursos humanos flexíveis, adaptáveis às exigências do mercado; apresentando concepção de trabalho por temas transversais pouco clara; com a intenção de constituir em uma base comum nacional para a educação básica que desconsidera as particularidades culturais e históricas de cada região, e coloca em risco a autonomia da escola e dos professores (GALIAN, 2014).

Por não terem sido atualizados, os PCNs estão em desuso. A mais recente política educacional brasileira é a BNCC, de 2018. Ela define as aprendizagens consideradas essenciais para o aluno desenvolver ao longo da Educação Básica em conformidade com a LDB de 1996, com o Plano Nacional de Educação (PNE) de 2014 e fundamentada nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) da Educação Básica de 2013. Nesses documentos consta a necessidade de promover as Ciências no ensino básico (BRASIL, 2013, 2014, 2018). Mas críticas semelhantes as direcionadas aos PCNs foram também feitas a Base Nacional Comum Curricular-BNCC.

1.3 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR E O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

As políticas neoliberais ganharam força no Brasil no final dos anos de 1980 e início da década de 1990. Sob a racionalidade neoliberal os serviços públicos, as políticas sociais e o campo educacional se tornaram oportunidades de negócio. Nessa lógica inseriram-se no campo educacional para atender às suas demandas. Nessa perspectiva, e a partir dos interesses de grupos dominantes que se propõe a implantação da BNCC (BRANCO; ZANATTA, 2021). Ainda segundo estes autores:

A partir de 1990, com o desenvolvimento do neoliberalismo no país, a educação pública foi moldada às demandas da ideologia da globalização, processo que se mantém até os dias de hoje. Com discurso de promover mais qualidade e equidade da educação, a BNCC foi discutida e elaborada, constituindo-se um documento normativo e de caráter obrigatório para toda a Educação Básica (BRANCO; ZANATTA, 2021, p. 63).

Após quatro anos de ampla discussão e elaboração de três diferentes versões, foi homologada em dezembro de 2018 a BNCC para todas as etapas da educação básica. A BNCC se apresenta como um documento plural e contemporâneo, fruto de um trabalho coletivo inspirado nas experiências mais avançadas do mundo. Tornou-se referência nacional comum e obrigatória para a elaboração dos currículos e propostas pedagógicas das instituições de ensino públicas e particulares, para promover a elevação da qualidade do ensino com equidade e preservar a autonomia dos entes federados e as particularidades regionais e locais (BRASIL, 2018).

Apesar da BNCC ter como proposta a organização curricular em nível nacional, sob o discurso de promover a equidade e igualdade de oportunidades, Macedo (2016) considera que não há garantia de alcance dos objetivos delineados, sobretudo pela dificuldade em assegurar a equidade somente pela reorganização curricular das escolas.

A organização da BNCC não está centrada na aprendizagem dos conteúdos historicamente sistematizados, mas em competências e habilidades. Os conteúdos para a BNCC devem estar a “serviço do desenvolvimento das competências” (BRASIL, 2017a, p. 15). Nesse sentido, para Branco e Zanatta (2021) a medida em que a BNCC enfatiza as habilidades, as competências, os procedimentos e a formação de atitudes, e não destaca os conteúdos, o trabalho educativo e o ensinar, remete a uma perspectiva que visa adaptar os alunos ao mercado de trabalho.

Há muitas outras críticas direcionadas a BNCC, entre elas, o fato durante sua elaboração, debates e deliberações contar com a participação de organizações financeiras, instituições nacionais, internacionais e do empresariado. E, pouca representatividade docente, discente, e comunidade acadêmica em geral (BRANCO; ZANATTA, 2021). De acordo com estes autores se a base interferirá diretamente na vida de educandos e educadores, é importante que estes tenham uma legítima representação em todo o processo, de forma que suas necessidades, demandas e anseios sejam considerados para que a escola desempenhe seu real papel na formação do cidadão. Completam:

É importante destacar que as políticas neoliberais vêm atuando e exercendo influências sobre a legislação e organização do Estado, sob a égide da ação de organismos multilaterais, como o Banco Mundial (BM) e o Fundo Monetário Internacional (FMI). Concernente a essas agências de fomento há também uma crescente influência do empresariado sobre as políticas educacionais no Brasil (BRANCO; ZANATTA, 2021, p.59).

Nesse sentido, há uma crescente interferência de empresas privadas, fundações e institutos nas políticas educacionais para adequação dos currículos aos requisitos estabelecidos pela economia cujo objetivo é tornar a educação um serviço rentável ao capital, abrindo novos nichos de mercado em detrimento do suprimento das necessidades das comunidades escolares e da sociedade (D'AVILA, 2018).

Considerando o caráter normativo e a organização da BNCC para a Educação Básica, o ensino de Ciências constitui-se parte integrante da Área denominada: Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No tocante às Ciências da Natureza, as duas primeiras versões da BNCC foram bastante modificadas. Houve um retorno das competências e habilidades como orientadoras de processos formativos e aparecimento de uma proposta cognitivista baseada na taxonomia de Bloom. Proposta que se encontra distante das conquistas e lutas travadas pela comunidade de ensino de ciências no Brasil (COMPIANI, 2018).

Outras críticas feitas a esse documento dizem respeito ao excesso de objetivos, ao seu conteudismo, engessamento curricular, dificuldade de contextualização dos conteúdos, a falta de clareza dos objetivos de aprendizagem, a ausência de um posicionamento epistemológico, axiológico e ontológico sobre as Ciências Naturais e de uma contextualização histórica, social e cultural dos componentes curriculares, falta de elucidação do que é problema nas ciências (PIETROCOLA, 2016).

A 2ª versão da Ciências da Natureza na BNCC, os objetivos “buscar e fazer uso de informações, de procedimentos de investigação com vistas a propor soluções para problemas que envolvem conhecimentos científicos” e “utilizar-se de conhecimentos das Ciências da Natureza para emitir julgamentos e tomar posições a respeito de situações e problemas de interesse pessoal e social relativos às interações da ciência na sociedade” (BRASIL, 2015, p. 155), foram substituídos por “Compreender as ciências como um empreendimento humano, social e histórico” (BRASIL, 2016, p. 438).

Ou seja, houve uma mudança de concepção de educação, que se expressa por meio dos novos objetivos apontados, com inserção de ideias neoliberais e termos do setor empresarial. Permaneceram as críticas relacionada o conteudismo e a falta de clareza dos objetivos que se desejam alcançar. Emergiram outras apontando o neotecnicismo e a fragmentação curricular.

Diante do exposto, compreende-se que a BNCC construída tem como grande problema a prevalência de uma visão empresarial, resultando na opressão do trabalho docente e no estreitamento curricular. Defende uma concepção econômica de educação que apresenta como prioridade a construção de competências relacionadas a empregabilidade que está em conformidade com os interesses e necessidades imediatas de empresas e monopólios em detrimento da apropriação de conteúdo crítico pelo aluno. Mas ela pode ser construída de forma coletiva por toda sociedade (professores, gestores, pesquisadores, alunos etc.) em defesa dos interesses da sociedade, buscando a melhoria da educação, oportunizando o desenvolvimento integral do aluno, e conseqüentemente melhores condições de vida.

Porém, a educação científica de qualidade não está contemplada pela BNCC. Entende-se que ela deixar indícios para se transformar em uma aplicação passo a passo. Dessa maneira, a existência da BNCC é um problema a ser enfrentado (PICCININI; ANDRADE, 2018). Diante do exposto, a resistência se faz ainda mais necessária, uma vez que, além dos problemas apontados permanecerem como conseqüências diretas da homologação do documento, a versão final evidencia ideias conservadoras que representam um desprezo a democracia, e, portanto, a educação plural, laica e heterogênea.

Neste sentido, a BNCC expressa uma concepção de educação, sociedade e de ser humano, conforme a lógica capitalista e na qual a pluralidade, a erradicação do preconceito e o respeito às diferenças não são prioridade (COSTA; MOLINA,

2020). É compromisso de todos os envolvidos com a escola pública ir contra a naturalização do papel da educação para atender aos interesses neoliberais. Lutar pelo direito a conhecimento e aprofundamento teórico que contribua para uma educação crítica e emancipadora, rompendo e se contrapondo a lógica capitalista na educação.

A BNCC destaca a importância de formar cidadãos críticos, mas de forma pouco clara. Aponta o trabalho dos conteúdos de ciências voltado para uma aprendizagem baseada na transmissão lógica, sequencial e pouco incentivadora de uma postura crítica e investigativa dos alunos (MOREIRA; LOPES, 2017). Porém, em seu texto, enfatiza a importância de adotar práticas investigativas no ensino de ciências, e afirma:

É preciso oferecer oportunidades para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitem exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolver posturas mais colaborativas e sistematizar suas primeiras explicações sobre o mundo natural e tecnológico, e sobre seu corpo, sua saúde e seu bem-estar, tendo como referência os conhecimentos, as linguagens e os procedimentos próprios das Ciências da Natureza. (BRASIL, 2017, p. 329)

A adoção de práticas investigativas apresentadas, estão em conformidade com desenvolvimento de competências e habilidades mínimas almejadas no documento e não visam ao desenvolvimento integral do estudante, que poderia ser alcançado por meio do exercício e ampliação de capacidades de abstração, generalização, pensamento verbal, autonomia, criatividade, experimentação mental, que fazem parte das funções psíquicas superiores e cooperam para o desenvolvimento multidimensional do aluno.

Na avaliação de Ribeiro e Ramos (2017) o ensino de ciências naturais na BNCC, se configura numa listagem de conteúdo a ser aplicado pelos professores, visando a demonstração de resultados, articulado a exigências e problemas sociais na concepção neoliberal. A experimentação e investigação nesse documento, não contemplam os processos de formação dos conceitos científicos pelos alunos em uma concepção de conhecimento dentro da lógica dialética, mas sim na lógica formal, o que não inclui a análise das contradições presentes nos fenômenos da natureza e da sociedade.

Para Campos (2016, p. 20) o ensino de ciências no contexto atual “não atende as necessidades sociais, muito menos as necessidades individuais de aprendizagens”. A aprendizagem neoliberal tem por finalidade a formação instrumental, utilitarista, que limita o estudante ao desenvolvimento do pensamento empírico, quando isso é possível ocorrer, o autor revela que além da pouca aprendizagem em ciências, a sua qualidade e o tipo de aprendizagem também é um fator preocupante.

Espera-se que a educação e o ensino de Ciências sejam capazes de transformar para melhor a vida dos estudantes, tornando-os cidadãos críticos, atuantes e emancipados. Tais intenções não se fazem presentes no proposto pela BNCC que alinhada aos interesses mercadológicos (BRANCO; ZANATTA, 2021)

Essa discussão é importante para compreensão do que está nas estrelinhas desse documento, aprender a posicionar-se, visto que está em jogo o futuro da escola pública, do ensino de Ciências, dos estudantes e da sociedade. E, em tempos de crise, o capitalismo procura se reinventar para garantir sua manutenção e expansão, implementando reformas em diferentes esferas da sociedade (*Ibid.*, 2021).

1.4 ATIVIDADE EXPERIMENTAL E INVESTIGATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS – DOS PCNS À BNCC

O ensino de ciências tem sofrido várias modificações. Ora apresentando progressos e em outros momentos retrocessos. O ensino de ciências por investigação, que leva os alunos a desenvolverem atividades investigativas, não tem mais o objetivo de formar cientistas como ocorrido na década de 1960. Atualmente, a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, por meio da problematização, reflexão, considerando os conhecimentos prévios do aluno e o desafiando (ZOMPERO; LABURO, 2011). E, para responder a avaliações externas.

Segundo Spencer e Walker (*Apud* SANTANA, 2018), a investigação no ensino de ciências tem sua origem nas ideias de John Dewey (1859-1952). Este importante filósofo e pedagogo fez uma crítica a educação científica por colocar muita ênfase nos fatos, sem estímulo ao raciocínio e as habilidades mentais. Para ele, o aluno deveria participar ativamente de sua aprendizagem, desenvolver-se

cognitivamente, para ser capaz de refletir e pensar criticamente (ZOMPERU; LABURU, 2008).

Para Bybee (2000), o ensino de ciências por investigação é uma abordagem que proporciona o aluno compreender a ciência, como acontece a pesquisa científica e aprender conteúdos científicos. Para ele a prática investigativa é uma das diversas possibilidades que o docente tem de atingir estes objetivos (*Apud* SANTANA *et al.*, 2018).

Carvalho (2013) entende o ensino por investigação como uma sucessão de aulas que geralmente tem início com a investigação de um problema envolvendo um tema do currículo escolar, considerando os recursos disponíveis e as possibilidades de interações realizadas. Considera que é preciso aproveitar os conhecimentos prévios do estudante para iniciar a construção dos novos, proporcionar o surgimento de ideias próprias, a discussão com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico, adquirindo condições de entender conhecimentos já estruturados por gerações anteriores.

Machado e Sasseron (2012) consideram que o ensino por investigação pode acontecer por intermédio da problematização nas aulas de ciências, permitindo o aluno investigar questões, estimular sua criatividade, reflexão e a exploração, a fim de encontrar respostas para o problema de investigação.

Estes são alguns entendimentos a respeito do ensino por investigação em ciências do ponto de vista de diferentes autores. Apesar dessa variedade, há convergências entre as ideias apresentadas, como o fato de que nessa abordagem são ensinados conhecimentos científicos e saberes sobre a ciência, envolve os alunos na busca por soluções para o problema posto, leva a compreensão de como o conhecimento científico é elaborado (SANTANA *et al.*, 2018).

No Brasil, Sá *et al.* (2007) consideram que o ensino de ciências por investigação ainda não está bem estabelecido, embora os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular tratem a respeito da experimentação e da investigação envolvendo o ensino das ciências da natureza.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais concebem fundamentais procedimentos que admitem a investigação e declara que experimentação é um procedimento importante para o ensino e aprendizagem em ciências. Consideram importante que as atividades experimentais não se limitem a nomeações e manipulações de vidrarias e reagentes fora do contexto experimental.

E declaram ser fundamental que essas atividades possam garantir espaço para reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos, procedimentos e atitudes. Informa que durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998).

A BNCC concebe a investigação como um elemento importante para a área de ciências da natureza, capaz de permitir aos estudantes o contato com ações que fazem parte do fazer científico, como a resolução de problemas, o levantamento e teste de hipóteses, análise e registro de dados etc. As competências e habilidades exigidas na área de ciências da natureza visam a mobilização de conhecimentos, atitudes e valores relacionadas ao exercício da cidadania e ao mundo do trabalho (BRASIL, 2018).

O processo investigativo é apontado na BNCC como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem (BRASIL, 2018).

Apesar dos PCNs e da BNCC apresentarem elementos importantes para a aprendizagem e desenvolvimento intelectual do aluno, sua preocupação não está voltada para a formação multidimensional do discente, ao contrário, considera-se que a formação almejada está em conformidade com os interesses mercadológico/neoliberais, ou seja, oferecer uma formação científica mínima para que o cidadão tenha condições de ser inserido no mercado de trabalho.

O ensino com base em atividades investigativas possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, proporcionando o aluno ir além da realização de um trabalho prático, manual (ZOMPERO; LABURU, 2011). Em razão das contribuições apontadas para o aprendizado do estudante, a Atividade Experimental Investigativa (AEI) é uma temática de grande interesse dos pesquisadores.

A realização da AEI exige uma participação intelectualmente ativa dos estudantes e não a mera manipulação e observação de aparelhos e fenômenos. Deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar que são algumas características da investigação científica (AZEVEDO, 2004).

Por apresentar essas características, alguns estudiosos consideram a AEI uma alternativa para melhorar a aprendizagem dos alunos, considerando que os mesmos terão oportunidade de discutir, questionar, levantar hipóteses e apresentar suas ideias para encontrar possíveis soluções ao problema posto pelo professor durante a aula. Isto significa que AEI planejadas e executadas de modo a não se limitar a demonstração de leis e teorias, mas discutir sobre o que o aluno está aprendendo e investigar situações de seu interesse, se constitui em ricos momentos de aprendizado (DAHER; MACHADO, 2017).

A atividade investigativa aproveita os conhecimentos já adquiridos dos alunos para fazê-lo refletir sobre os fenômenos e construir novos conhecimentos. As atividades experimentais devem ser organizadas por meio de situações problemáticas, para que os escolares usem dados empíricos, raciocínio lógico, conhecimentos teóricos e a criatividade para propor suas próprias hipóteses, argumentações e explicações. A participação dos estudantes para expor o raciocínio, confrontar suas teorias e realizar debates, possibilitará o desenvolvimento não apenas da aprendizagem de conceitos da ciência, mas também de um pensamento científico (SOUZA *et al.*, 2013).

Porém, o planejamento desse tipo de atividade não é fácil. Exige que o professor conheça suas características na hora de realizá-las. Segundo Souza *et al.* (2013) as principais características das atividades de natureza investigativa são: aprendizagem orientada por questões ou problemas; aprendizagem baseada em um processo de busca de conhecimentos e construção de novos entendimentos; ensino centrado na aprendizagem, o professor tem papel de facilitador/mediador; os alunos assumem gradativamente a responsabilidade por sua aprendizagem; desenvolvimento de habilidades de autorreflexão; processo ativo de aprendizagem.

Nessa direção, Silva (2011) menciona alguns aspectos pedagógicos que devem ser considerados ao elaborar o planejamento desse tipo de atividade: elaborar os objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais; criar a situação problema, cujas atividades experimentais propostas ajudam a responder; considerar os conhecimentos e concepções que os alunos apresentam sobre o tema; organizar as atividades pré-laboratório (que engloba as informações a serem apresentadas e hipóteses solicitadas aos alunos, dados a serem coletados, e sua organização) e pós-laboratório que compreendem as questões formuladas aos alunos para análise

dos dados, conclusão e aplicação do conhecimento; sistematização dos resultados e conclusões; aplicação a novas situações.

No entanto, a incorporação dessa atividade na sala de aula não tem sido fácil. São muitas os obstáculos que precisam ser enfrentados. Entre eles, estão a falta de conhecimento acerca dos fundamentos da AEI; o fato de muitas Atividades Experimentais (AEs) se resumirem a manipulação de aparelhos da experimentação que possui roteiro definido; o uso demasiado dessas atividades, como se apenas isso fossem garantia de alcance dos objetivos de aprendizagem, ocasionando a não exploração plena do seu potencial; a realização das atividades sem planejamento adequado, tornando-as confusas, dificultando o aprendizado; a crença na utilização da AEI como capaz de superar o ensino tradicional (com uso do livro didático) (DAHER; MACHADO, 2017).

Outro ponto importante a considerar é o pensamento equivocado de que o simples manuseio dos equipamentos pelo estudante durante a atividade experimental, fará dele um sujeito ativo no processo de aprendizagem. Ao contrário, ele continua sendo um sujeito passivo, a medida em que a atividade é realizada sem questionar, interagir e entender o porquê de cada ação efetuada (*Ibid.*, 2017).

Nessa situação, o estudante aprimora apenas técnicas, não se desenvolvendo cognitivamente, já que a ênfase é na execução mecânica de etapas. Para Gonçalves (2005) é a forma como o professor conduz a atividade que possibilitará ou não a participação ativa do estudante. Mas infelizmente, há indícios que na prática, a investigação não é o pilar da AE como deveria acontecer (DAHER; MACHADO, 2017).

O conhecimento e experiência do professor são também de grande relevância na elaboração e execução da AE. É essencial que o docente conheça o caminho teórico-metodológico para planejar e organizar a atividade experimental investigativa a fim de obter êxito. Porém, o professor encontra dificuldades no planejamento dessas atividades que, em parte, estão relacionadas a sua formação inicial e trajetória escolar. Muitos não tiveram contato com AE durante sua formação inicial, e conseqüentemente não estão acostumados a trabalhar com elas. Ou seja, são inexperientes com essa prática, o que pode gerar insegurança e preocupação ao se deparar com dificuldades durante a realização da AEI e não conseguir saná-las (*Ibid.*, 2017).

Nessa direção, Weissmann (1998) aponta que a falta de domínio e atualização acerca dos conteúdos escolares são dois dos maiores obstáculos no momento de ensinar. Afirma ainda que, nenhuma proposta didática conseguirá superar a dificuldade dos professores no tocante à falta de saber. Assim, Daher e Machado (2017) consideram importante ter uma formação inicial e continuada de qualidade, alicerçada em concepções educacionais não tradicionais para realização da AEI.

Porém, muitos são os entraves que impendem os professores de trabalharem fora de uma concepção tradicional sobre a AE, ou seja, para além da comprovação e validação de modelos teóricos presentes nos livros didáticos, que por vezes tornam-se a principal fonte de pesquisa para escolha da AE, junto à internet em razão da falta de tempo para o planejamento dessas atividades, de estrutura, de recursos/insumos, de apoio da gestão escolar (DAHER; MACHADO, 2017). Existem muitos fatores que afetam a qualidade do processo ensino e aprendizagem nas aulas de ciências. Portanto, os professores enfrentam uma série de dificuldades na educação brasileira, motivo pelos quais não podem ser responsabilizados pela qualidade de ensino de ciências e experimentação.

A desvalorização salarial leva esses profissionais a necessidade de trabalhar várias horas em diferentes instituições educacionais para conseguir condições mínimas de vida. Essa problemática compromete o tempo de qualidade para o planejamento de aulas. Além disso, a existência de diversos projetos que acabam sobrecarregando o professor, restando pouco tempo para planejar/testar AE. Muitos professores por não terem testado os experimentos acabam não o realizando a AE com receio de que não aconteça como planejado (*Ibid.*, 2017). No entanto, o erro pode proporcionar novas discussões e reflexões, sendo uma oportunidade de analisar e discutir com os estudantes as possíveis causas do ocorrido.

O erro quando bem explorado, também pode levar a construção de conhecimento sobre o conteúdo abordado. É preciso desmistificar o papel do erro como algo negativo. Nesse sentido, Carvalho (2013) afirma que o erro quando bem explorado acaba por ensinar mais do que aula expositiva, sendo um fator importante no processo de construção de conhecimento.

Focar no aspecto lúdico das atividades experimentais também é outro equívoco. Porque um experimento pode não sair perfeito, bonito, e seu potencial educativo não está na beleza do fenômeno, mas na capacidade do professor e aluno

em problematizar os fatos, questionar, refletir, relacionar e contextualizar os conteúdos (SILVA; SERRA, 2013). E, o mais comum dos equívocos, a confiança que experimentação didática pode comprovar ou refutar uma teoria científica. O que se pode fazer é fornecer mais elementos que ajudem na sua compreensão. E não confirmar ou negar uma teoria.

Para Daher e Machado (2017) os professores compreendem a importância da AE no ensino de Ciências, mas ainda não a realizam com pesquisa e investigação. Quando são realizadas nesse contexto, as atividades experimentais oportunizam aos alunos discutir, refletir, construir e reconstruir conhecimentos científico-escolares, tornando-os capazes de entender, avaliar e criticar o mundo que está em constante transformação. As pesquisadoras apontam que é importante investir na formação continuada, visto que proporciona momentos de reflexão sobre as práticas pedagógicas, com base nos estudos e discussões coletivas, levando a compreensão do papel da AEI. E, confiam que pode ela possa ser uma alternativa para melhorar a aprendizagem dos estudantes.

1.5 CONCEPÇÕES DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E ENSINO DE CIÊNCIAS

O significado e a aplicação histórica dos conceitos experimento e experimentação no ensino de ciências no Brasil passou por muitas mudanças ao longo dos anos (LIMA; TEIXEIRA, 2012). Para o dicionário Aurélio, um experimento implica “análise ou trabalho científico que tem por objetivo comprovar um fenômeno físico” (FERREIRA, 2009, p. 856). Essa concepção positivista de experimento se manteve por muitos anos e influência práticas educativas até os dias atuais.

Pesquisas realizadas por Lima e Teixeira (2012) sobre significado e a aplicação histórica dos conceitos de experimento e experimentação, apontam que a realização de experimentos já esteve relacionada a procedimentos que esgotam em si mesmos, ignorando conhecimentos prévios dos sujeitos participantes e as possibilidades de se discutir os possíveis resultados, assumindo um caráter puramente empirista.

Segundo Lima e Teixeira (2012) outros pesquisadores na área do ensino das ciências também discutem o uso descaracterizado do conceito experimento por atribuir ao conceito, aplicado ao ensino, o mesmo significado e amplitude de ação de

procedimentos e técnicas aos que são atribuídos às pesquisas em instâncias científicas. Para os autores a pesquisa experimental busca elaborar novos conhecimentos, desconhecidos para a ciência. Enquanto a experimentação no ensino das ciências busca explorar algo conhecido na comunidade científica, mas desconhecido para alguns alunos, explicam:

Diferenciamos tais situações ao compreendermos que a pesquisa experimental busca construir novos conhecimentos, desconhecidos para a própria ciência. Já a experimentação no ensino das ciências busca explorar algo já conhecido na comunidade científica, mas desconhecido a um grupo de estudantes (LIMA; TEIXEIRA, 2012, p. 2).

O ensino de ciências por meio de atividades experimentais, para ser eficiente depende entre outras coisas, da concepção que o professor possui sobre a temática e do tipo de atividade desenvolvida. O docente, não é um indivíduo neutro, é reflexo de suas experiências e aprendizados. A partir disso, constrói seu conhecimento e ponto de vista sobre os fenômenos do dia a dia. Conseqüentemente, isso influencia a forma como trabalha a experimentação na sala de aula.

Os artigos publicados em periódicos que versam sobre a experimentação apontam diferentes concepções que norteiam a prática docente. Esses conhecimentos auxiliam e contribuem para a construção de novos caminhos metodológicos no ensino de ciências. Contudo, é preciso ser prudente e seletivo, para que esses conhecimentos possam de fato, promover aprendizagens e contribuir para a formação de indivíduos críticos e reflexivos (SILVA; HERMEL, 2013).

A AE aparece de diferentes formas. Conforme Goldbach e colaboradores (2009) ela pode ser classificada, quanto ao enfoque pedagógico e metodológico. No enfoque pedagógico a atividade experimental pode ser: cognitiva, procedimental e motivacional e esclarecem:

O enfoque pedagógico, por sua vez, foi subdividido em três categorias: cognitiva: entende-se como aquela que explora conhecimentos e conceitos prévios do aluno, os quais foram adquiridos e trabalhados sobre o assunto; procedimental: relaciona-se com a capacidade do aluno em manipular objetos e expressar o conhecimento adquirido na prática. Esse enfoque pode ser representado sob a forma de tabelas, relatórios, gráficos ou qualquer outro método de exposição de resultados sugeridos pela atividade em análise; motivacional: refere-se àquelas que inserem o aluno na prática, de forma a estabelecer diálogo e envolvimento com os demais alunos e com o próprio professor. Essas parecem objetivar promover maior socialização e desinibição do aluno, além de participação ativa em todo o procedimento,

facilitando o aprendizado, uma vez que o integra ao conteúdo, aproximando-o do cotidiano (GOLDBACH, *et al.*, 2009, p.67)

Em outras palavras, a atividade experimental cognitiva considera os conhecimentos prévios do aluno sobre o assunto para facilitar seu aprendizado. A procedimental, está relacionada com a capacidade do aluno em manipular objetos, isto é, expressar o conhecimento prático adquirido, representando-o de diversas formas; e a motivacional insere o aluno na prática, levando-o a interagir com os colegas e professor e construir conhecimento.

Para Hodson (1994), a motivação não deve ser a razão para se efetuar uma prática experimental, porque o interesse por ela não será unanimidade pelos alunos, por mais que o professor se dedique para que ela possa parecer interessante. E, a motivação tende a diminuir à medida que os alunos se tornam maduros.

Em relação ao enfoque metodológico Goldbach e colaboradores desdobraram em demonstração, verificação e descoberta:

Demonstração: quando a atividade prática tem por objetivo corroborar o conteúdo estudado anteriormente. Nessa categoria, o aluno exerce um papel pouco ativo no desenvolvimento da prática, sendo o professor o realizador da prática; verificação: quando a prática remete ao objetivo de verificar fatos e princípios estudados, com o aluno participando, de alguma forma, no decorrer dela, mas seguindo determinados paradigmas. Diferentemente da categoria demonstração, o professor exerce um papel mediador; descoberta: quando a atividade leva o aluno a ações mais diretas, com maior grau de intervenção no que está estudando, podendo ou não partir do que ele já sabe, mas dando-lhe autonomia para chegar aos resultados de forma mais independente (Goldbach *et al.*, 2009, p. 68).

A atividade de demonstração tem por objetivo validar o conteúdo estudado anteriormente, assim sendo, o professor é quem realiza toda a prática, o que leva a pouca participação do aluno. A atividade de verificação tem por objetivo verificar fatos, leis e princípios estudados, sob mediação do docente e com alguma participação do aluno. A atividade de descoberta permite o aluno se envolver ainda mais como o objeto de estudo de maneira autônoma e independente.

Qualquer atividade experimental deve levar o discente a busca, a ação e reflexão e não apenas a observação de fenômenos e resultados, manipulação de materiais e instrumentos. Portanto, aprender ciências exige praticá-la por meio de uma atividade reflexiva (Moraes, 2008).

No que tange as concepções dos professores sobre a experimentação, Moraes (1998) revela que estão implícitas nas suas práticas concepções:

demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista-racionalista e construtivista. Na concepção demonstrativa o professor comprova para o aluno através da experiência o que a teoria afirma. Essa concepção tem base no empirismo e nos sentidos como fonte de conhecimento. A esse respeito Silva (2012) afirma:

Na experimentação demonstrativa as atividades práticas são voltadas à demonstração de verdades estabelecidas. Neste tipo de atividade não permite compreender a sua construção e a visualização do conhecimento no seu todo (SILVA, 2012, p.9).

Nesse caso, dificilmente o professor planeja a aula para que o aluno compreenda o processo de construção do conteúdo que está sendo ensinado, ou para que o discente assimile o conhecimento em sua totalidade. Nessa abordagem, o aluno não participa ativamente, é um observador. E por isso, há pouco indicativo de sua aprendizagem. Um aspecto positivo do experimento de demonstração é tornar menos abstrato os conceitos abordados, deixando-os mais compreensíveis, agradáveis, gerando motivação por parte do aluno nas aulas Araújo e Abib (2003).

Na concepção empirista-indutivista de experimentação tem origem no positivismo, a observação é a fonte do conhecimento. Isto é, a experimentação permite que os alunos vejam com seus próprios olhos a realidade como ela é, descobrindo a teoria na prática. Assim, o conhecimento científico é obtido daquilo que se observa. Isso resulta em uma visão equivocada e insuficiente do trabalho científico por parte dos discentes que veem apenas o aparente, superficial (ROSA; ROSA, 2010). Estes autores dizem ainda que:

Nesta concepção as atividades experimentais são organizadas de modo a buscar generalizações num movimento que vai do particular para o geral. O conhecimento deriva da observação, sendo esta a origem do conhecimento. As atividades desenvolvidas segundo essa concepção seguem as regras estabelecidas pelo método científico, apresentando uma sequência que inicia na coleta dos dados, passando a observação rigorosa, à experimentação, à análise dos dados, com a posterior formulação das leis e teorias (ROSA; ROSA, 2010, p. 4)

As atividades são estruturadas de modo a buscar generalizações, seguindo um movimento que vai do particular para o geral. E, seguem as regras estabelecidas pelo método científico. Gil-Pérez *et al.* (2001), revelam que o ensino com essa orientação epistemológica, compromete a criatividade, levando os alunos a assimilar o conhecimento científico como verdades inquestionáveis, e os tornam intolerantes a pensamentos diferente.

Na terceira concepção, dedutivista-racionalista, a experimentação é orientada por hipóteses derivadas de uma teoria. A observação e a realização do experimento, por si só, não produzem conhecimentos, pois são insuficientes, o conhecimento prévio tem forte influência nesse processo como revelam Rosa e Rosa (2010).

Nesta orientação as atividades experimentais partem de hipóteses derivadas de uma teoria, ou seja, estão impregnadas de pressupostos teóricos. A experimentação e a observação, por si só, não são suficientes para produzir conhecimento. O conhecimento prévio influencia como observamos os acontecimentos, sendo estes construídos pelos sujeitos. Enquanto construção humana, o conhecimento científico busca descrever, compreender e agir sobre a realidade, não sendo considerado uma verdade definitiva; é provisório e sujeito à transformações e a reconstruções (Rosa; Rosa, 2010, p. 4-5).

O conhecimento científico não é imutável, mas está sujeito a transformações, reconstruções e busca descrever, compreender e agir sobre a realidade do sujeito. Apesar dos avanços que essa concepção apresenta em relação a empirista, sofreu muitas críticas por possibilitar conclusões ingênuas, não sendo capaz de solucionar problemas e sim reduzi-los (*Ibid.*, 2010).

E, a concepção construtivista, na qual as atividades são organizadas levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, sua participação ativa. Os experimentos são desenvolvidos por meio da investigação, na forma de problemas, incluindo situações cotidianas dos alunos, buscando dar sentido aos conteúdos e discussões, almejando a aquisição de novas capacidades (ROSA; ROSA, 2010). Nessa direção Rosito (2003) declara:

As atividades são organizadas a partir de conhecimentos prévios dos estudantes, sendo os experimentos desenvolvidos na forma de problemas ou testagem de hipóteses. Nessa concepção, o conhecimento é entendido como construído ou reconstruído pela estrutura de conceitos já existentes. Desse modo, a discussão e o diálogo assumem um papel importante e as atividades experimentais combinam, intensamente, ação e reflexão (ROSITO, 2003, p. 201).

Essa concepção permite a articulação entre os saberes prévios dos alunos e os conhecimentos sistematizados do professor (SILVA; HERMEL, 2013). A experimentação fundamentada nessa concepção leva o aluno criar as suas próprias táticas para agir diante de fenômenos e, com elas, suas próprias concepções e organicidade. Possibilita, ainda, a formulação de questões e hipóteses, a resolução de problemas e a reflexão sobre os resultados. O conhecimento é construído pelo aluno com mediação do professor. Educadores que compartilham atitudes

investigativas perante a experimentação proporcionam aos alunos o amplo desenvolvimento de suas capacidades.

É importante frisar que a realização de experimento não é suficiente para levar o aluno a desenvolver-se, é necessário o acompanhamento constante do professor, que deve instigar as explicações pelos alunos para os resultados encontrados e propor se necessário, uma nova situação problema e desafiadora (BIZZO, 2002). Assim, as atividades experimentais investigativas podem contribuir para dar sentido a aprendizagem dos conteúdos científicos, possibilitar um olhar crítico sobre os resultados, e auxiliar na compreensão da realidade, levando o aluno a construir seu conhecimento científico.

Considera-se a formação inicial e continuada é indispensável nesse processo, ao passo que possibilita o aprendizado de novas abordagens, como a investigativa, que ao ser contemplada na prática docente, contribui para mudança de postura quanto a realização de experimentos. E, embora as atividades experimentais investigativas, aconteçam com pouca frequência nas aulas de ciências, elas são apontadas como possibilidades que precisam ser implementadas para a melhoria no ensino da área.

Contudo, ainda predomina no ensino de ciências a concepção empirista-indutivista. Apesar de suas limitações esta representou um avanço no ensino da época, se opondo ao dogmatismo da escolástica. A ciência ocidental moderna passou a ter condições de se desenvolver quando os cientistas passaram a valorizar a observação, procurando evitar pensamentos dogmáticos (MATSUMOTO, 2011).

O empirismo-indutivismo contribuiu em algum grau, para estimular os alunos para participar das aulas; possibilitar a interação dos alunos com o professor, colegas e objeto de estudo; permita que o aluno tenha contato direto com fenômenos, manipulando materiais e equipamentos, observando organismos; permitiu a verificação, demonstração, comprovação de leis, teorias, fenômenos e testagem de hipóteses, ainda que tais contribuições aconteçam de forma superficial para aprendizagem de conceitos, sendo maiores as limitações dessa concepção.

Entre as limitações de tais atividades estão: dicotomia entre teoria e prática, ênfase na observação de fenômenos, na valorização de aspectos e experiência sensoriais, limitando a construção de novos conhecimentos e experiências (MATSUMOTO, 2011). Além disso, pouco contribui para ampliação das capacidades do estudante, visto que conhece/aprende apenas aspectos e características

superficiais do objeto; e excepcionalmente consegue aplicar de forma consciente o conhecimento científico na sua vida cotidianamente. As atividades experimentais nessa perspectiva provocam pouca mudança cognitiva na construção mental do aluno e, portanto, pouco contribui para o aluno intervir na sua vida.

Para o desenvolvimento multidimensional do aluno e a promoção de atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual, sem restringir as suas potencialidades, mas despertá-las em vários âmbitos, considera-se que as atividades experimentais na perspectiva da teoria histórico-cultural e do ensino desenvolvimento é capaz de fornecer uma orientação mais promissora para o ensino de ciências.

CAPÍTULO 2 – CONTRIBUIÇÕES DE VIGOTSKY E DAVYDOV PARA A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste capítulo, são apresentadas as teorias de Vigotsky e de Davydov, destacando suas contribuições quanto ao papel dos conceitos científicos para o desenvolvimento dos alunos e como esses conceitos podem ser trabalhados na experimentação / investigação. Inicia-se pela apresentação de ideias básicas de cada um desses autores, discutindo suas contribuições para as atividades experimentais no ensino de ciências.

2.1 VIGOTSKY E A TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL

Lev Semionóvitch Vigotsky (1896-1934) psicólogo russo, nasceu em 17 de novembro de 1896, em Orsha e morreu precocemente, aos 37 anos, em 11 de junho de 1934. Elaborou a Teoria Histórico-Cultural (THC) inspirado no materialismo histórico dialético deixando importantes contribuições sobre o psiquismo humano (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2013).

Seus achados trouxeram grandes benefícios para a educação escolar embora o foco do autor não tenha sido essa temática. Vigotsky viveu durante a implementação do socialismo, período marcado por uma revolução política e econômica, além de intensa produção cultural e científica, contexto que influenciou consideravelmente seu trabalho (*Ibid.*, 2013).

Esse período teve como tarefa primordial a formação do homem novo e de uma escola nova que iria educar esse homem para uma nova sociedade, a socialista. Vigotsky estava entre os intelectuais que aceitaram a revolução e se dedicou em acompanhar o fluxo das transformações trazidas por ela. Contudo, suas obras foram censuradas no período de 1936 até 1956 sob acusações de que sua teoria, a teoria histórico-cultural era antimarxista e reacionária. Com isso, por duas décadas os colegas, amigos e alunos de Vigotsky foram proibidos de fazer qualquer referência a seus trabalhos (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2013).

O retorno das obras de Vigotsky ao meio acadêmico e científico aconteceu por meio da iniciativa de Leontiev que foi em busca de um editor fora da antiga União Soviética (URSS) para a publicação das obras do seu colega. Vencidas as

barreiras, Vigotsky reaparece no meio acadêmico servindo como fundamento para diferentes estudos (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2013).

As pesquisas de Vigotsky compreendem a investigação da formação da consciência, do desenvolvimento da psique humana, a importância da cultura no processo de humanização, apontando que o ser humano é um ser social. Uma de suas ideias centrais é que a cultura, aprendizagem e o ensino são indispensáveis ao desenvolvimento cognitivo do ser humano (VYGOTSKI, 2003a).

Por ter apontado a relação entre a aprendizagem e o desenvolvimento humano, essa teoria se tornou uma das mais importantes teorias para a psicologia e pedagogia, visto que a educação escolar tem papel fundamental na constituição do psiquismo. O desenvolvimento é para Vigotsky:

[...] um complexo dialético que se distingue por uma complicada periodicidade, a desproporção no desenvolvimento das diversas funções, as metamorfoses ou transformação qualitativa de umas formas em outras, um entrelaçamento complexo de processos evolutivos e involutivos, o complexo cruzamento de fatores externos e internos, o complexo processo de superação de dificuldades e de adaptação. (VYGOTSKY, 1999, p. 141)

Em outras palavras, o desenvolvimento é resultado da influência de diversos fatores que incidem sobre o ser humano: o contexto social, histórico e cultural. Vigotsky elaborou conceitos muito importantes que são usados na educação, e se constituem importantes também para esta pesquisa que discute a experimentação no ensino de ciências na educação básica.

Porém, considerando os limites deste trabalho, apresenta-se de forma articulada apenas os conceitos fundamentais para esta investigação: 1) mediação; 2) pensamento empírico e pensamento teórico; 3) desenvolvimento das funções psíquicas superiores; 4) formação de conceitos cotidianos e científicos.

Para Vigotski (2001) a criança inicia seu aprendizado antes mesmo de chegar à escola, mas é o ensino escolar que possibilita ela adquirir elementos novos para o seu desenvolvimento. Isso não quer dizer que para pesquisador, o fator biológico não seja importante, mas sim que uma criança ao nascer não dispõe de funções psíquicas superiores, elas são construídas. Por essa razão, considera-se essencial que a experimentação faça parte do ensino de ciências desde o ensino fundamental.

As funções psicológicas superiores são formadas ao longo da vida, a medida em que acontece a apropriação dos sistemas de signos, acumulados pelas gerações

anteriores. As relações com os objetos e seus pares promovem por incorporação e superação, o desenvolvimento das funções elementares em funções superiores, como atenção voluntária, reflexão, memória lógica, pensamento abstrato, etc (VIGOTSKI, 2001). Nesse sentido, as atividades experimentais são importantes recurso de aprendizagem, oportunizando momentos de interação, construção e investigação que podem levar a superação de funções elementares em funções psíquicas mais complexas.

Para o autor, o desenvolvimento psíquico é composto de elementos herdados biologicamente e aqueles que se formam na relação e influência do meio em que se está inserido. Logo, não existe desenvolvimento cognitivo dissociado do contexto em que se vive. Vigotski (2001) também pontua que as relações sociais e interações se convertem em funções psicológicas superiores sempre por meio da mediação, e não de forma direta. Nesse sentido, a experimentação se constitui um recurso didático de mediação para a aprendizagem do aluno, oportunizando questionar seu conhecimento, desenvolver saberes, compreender o fenômeno visto e traçar significados com as estruturas que já obtém.

A mediação para Vigotski (2007) se dá a partir de três aspectos: signo, palavra e símbolo. O autor revela que os signos são criações artificiais “são dispositivos sociais e não orgânicos ou individuais” (VIGOTSKI, 2007, p. 93). Logo, os signos são todos os dispositivos produzidos e usados na interação social, que fazem parte do contexto social e cultural do ser humano.

O segundo elemento constituinte da mediação de acordo com Vigotsky é a palavra. A palavra tem significado e sentido, e por essa razão é uma das formas mais importantes de apresentar e representar o que está no entorno. No significado da palavra é que o pensamento e a fala se unem em pensamento verbal (VIGOTSKI, 2001). Porém, o pensamento não é expresso em palavras, mas é por meio delas que passa a existir e se transformar em fala. Por isso, pensamento e linguagem são indissociáveis para o autor.

O terceiro elemento a constituir a mediação é o símbolo. O símbolo é uma invenção humana, construído a partir da cultura, influenciando diretamente o sujeito e seu comportamento. Sobre isso Vigotski (2007, p. 32-33) destaca “Nossa análise atribui à atividade simbólica uma função organizadora específica que invade o processo do uso de instrumento e produz formas fundamentalmente novas de comportamento”.

Diante do exposto, destaca-se que o desenvolvimento e aprendizagem em ciências naturais acontece através da mediação dos conhecimentos escolares pelo professor. Assim, existe uma íntima relação entre desenvolvimento e aprendizagem. O desenvolvimento do aluno acontece por meio da aprendizagem de conceitos científicos. Em outras palavras, o aluno aprende quando se apropria e internaliza, esses conceitos, atribuindo sentido a eles e usando-os em sua vida cotidiana. Conceitos são ferramentas mentais complexas que possibilitam a generalização do pensamento e compreensão da realidade de forma holística.

Vigotski (2007) discutiu a formação de dois tipos de conceito: cotidianos (empíricos) e científicos (teóricos). Libâneo e Alves (2012), revelam que o processo de formação destes conceitos faz um percurso inverso. Conceitos cotidianos são ascendentes, ou seja, seguem um percurso do concreto ao abstrato, isto é, de baixo para cima ao lidar imediatamente com objetos e fenômenos do dia a dia. Enquanto os conceitos científicos são descendentes. Eles começam com abstrações, prosseguindo no processo de generalização.

O desenvolvimento do conceito científico começa na esfera da compreensão consciente e da voluntariedade e continua mais além, crescendo para baixo, até a esfera da experiência pessoal e do concreto. O desenvolvimento dos conceitos espontâneos começa na esfera do concreto e empírico e se move em direção às propriedades superiores dos conceitos: a compreensão consciente e a voluntariedade. A relação entre o desenvolvimento dessas duas linhas opostas, revela, indubitavelmente, sua verdadeira natureza: trata-se da relação entre zona de desenvolvimento próximo e o nível atual de desenvolvimento. (VIGOTSKI, 2007 *apud* LIBÂNEO; ALVES, 2012, p.46)

Para Vigotski (2007), a formação de conceitos acontece desde a infância, se consolidando na adolescência. A apropriação deste é mais eficaz quando eles são associados a exemplos concretos, porque possibilita o aluno relacionar suas novas ideias com situações vivenciadas no cotidiano, fazendo sentido para ele. Nesse aspecto que as atividades experimentais ganham destaque.

As atividades experimentais possibilitam o aluno investigar de modo envolvente o processo de construção e transformação do objeto (conteúdo/conceito) em estudo ao longo do tempo, e sua contribuição para a ciência. Nela, o discente é estimulado a resolver situações/problemas relacionadas ao seu contexto e realiza experimentações não só com o objetivo de encontrar respostas as perguntas postas pelo professor, mas também de identificar a relação nuclear do objeto, sua gênese, reconhecendo seus aspectos externos e interno.

Compreender a formação de conceitos, especialmente o científico é muito importante para elevar a qualidade do ensino de ciências que trabalha bastante com conceitos científicos. Nessa direção, Freitas (2016, p. 397) diz que o caminho para uma boa aprendizagem “percorre do abstrato (o conceito interiorizado pela comunicação compartilhada na escola) para o concreto (a percepção, relação e aplicação dos conceitos com a vida)”.

De acordo com Freitas (2016), o caminho que o aluno deve percorrer para apropriação de conhecimentos, tem início com ações mentais no plano externo, na comunicação compartilhada com o professor, os outros alunos e os materiais didático-pedagógicos (livros, textos, filmes, ilustrações, etc.) que serão estudados e discutidos. Posteriormente, as ações mentais serão realizadas individualmente, mediante a elaboração de uma síntese da aula, por escrito ou verbalmente, por exemplo.

Considerando essa informação, o ensino expositivo, no qual o professor só repassa informações aos alunos, fazendo uso da palavra como principal recurso é insuficiente para o ensino de ciências e experimentação. É necessário que o docente organize o ensino de modo que os alunos reproduzam a busca investigativa que levou os cientistas a descoberta do objeto em estudo (FREITAS, 2011). Isto é, descubram as condições de origem do conteúdo que estão aprendendo, sendo as atividades experimentais investigativas uma ótima aliada nesse processo a medida em que busca examinar o princípio geral do objeto em estudo, sua gênese e transformação histórica. Ou seja, aquisição de conhecimento sobre o objeto parte da aprendizagem dos seus aspectos genéricos, do seu movimento lógico e histórico.

Dessa forma, os alunos se apropriam e reproduzem em sua atividade pensante, os objetos que foram histórica e culturalmente produzidos por gerações e gerações de cientistas e que foram sendo acumulados e tornados um conhecimento coletivo. Aprendendo desse modo, os alunos convertem ativamente o conhecimento coletivo em um conhecimento individual (FREITAS, 2011).

Logo, a aprendizagem de conceitos científicos não se constitui em memorizar definições apresentadas nas aulas de ciência e tão pouco em manipular equipamentos e instrumentos durante a experimentação, ou observar fenômenos para validação de leis e princípios. A aprendizagem para o desenvolvimento demanda um método de ensino que considere o aluno ser ativo, criativo, reflexivo. Nesse sentido, as atividades experimentais não devem ser ilustrativas,

demonstrativas com finalidades comprobatórias. Mas levar o aluno a indagações, pesquisas, se apropriar do objeto em estudo, fazendo abstrações, generalização até a construção de conceitos científicos, responsável em promover o desenvolvimento do aluno.

O aluno aprende quando se apropria da experiência acumulada pela humanidade e impregnada nos produtos objetivos da atividade coletiva, como nos conteúdos escolares (LEONTIEV, 1983). A escola é o lugar onde o aluno deve se apropriar da experiência histórico-social, dos conhecimentos produzidos por nossos antecessores, construir e apropriar de conceitos científicos. Pois como afirma Sirgado (2000, p. 46). somos seres sociais “[...] um agregado de relações sociais encarnadas num indivíduo”. Nesse sentido, a escola e o ensino são essenciais para o desenvolvimento humano, abrindo possibilidades para as pessoas aprenderem os conhecimentos científicos elaborados pela humanidade, como os que envolvem as ciências naturais.

2.1.1 A aprendizagem na perspectiva histórico-cultural

Vigotski (2001, p. 108) afirma que a aprendizagem da criança começa antes mesmo do seu ingresso na escola “Toda a aprendizagem da criança na escola tem uma pré-história”, ou seja, a criança já possui aprendizagens adquiridas no processo da interação social estabelecida com seus familiares, amigos e pessoas do convívio social.

A aprendizagem proveniente do processo da interação social estabelecida com pessoas do convívio social não tem como objetivo o desenvolvimento de funções psicológicas mais sofisticadas, mas a educação formal, sistemática e intencionalmente organizada tem por finalidade o desenvolvimento da criança, mediante a assimilação do objeto de estudo e do conhecimento teórico nele contido, desenvolvendo assim, a consciência e demais capacidades psíquicas superiores. Em vista disso, o bom ensino é aquele que precede e orienta o desenvolvimento, como afirma Vigotski (2001).

Longarezi e Puentes (2013) revelam que a assimilação é o processo de reprodução dos modos de ação formados pelo indivíduo durante o processo histórico de transformação dos objetos e da realidade circundante, de seus tipos de

relações e o processo de conversão desses padrões sociais em forma de subjetividade individual.

A aprendizagem é uma atividade do aluno, no qual ocorre a apropriação de conceitos, métodos e instrumentos cognitivos, e “aquisição de muitas capacidades especializadas para pensar sobre várias coisas” (VIGOTSKI, 2003a, p. 108). A base do processo de apropriação é o domínio das ações mentais (LEONTIEV, 1983).

O domínio dessas ações requer que o planejamento de ensino do professor considere a realização de tarefas pelos os alunos, observando dois aspectos: as ações dos alunos e o movimento do seu pensamento. Essas ações tem início no plano externo, social e coletivo, passando para o plano verbal e por último o plano individual/interno a medida em que aluno aprende. Dessa forma, o movimento de pensamento dos alunos segue a direção do geral (abstrato) para o particular (concreto).

Assim, o ensino escolar e atividade do professor tem papel decisivo na promoção do desenvolvimento humano. A formação do aluno depende principalmente da aquisição dos conhecimentos científicos, responsável pelo desenvolvimento dos processos de pensamento teórico. Pensar teoricamente é saber pensar e atuar com conceitos (LIBÂNEO; ALVES, 2012). Ou seja, é conseguir usar os conceitos de ciências formado por meio de abstrações e generalizações para pensar nos problemas que aparecem e apresentar possíveis soluções com respaldo científico.

As atividades experimentais realizadas na escola necessitam levar o aluno a ter condições de pensar por conceitos, que significa dizer, pensar teoricamente. O contato com cultura elaborada que a criança tem na escola desde a primeira infância contribui para o pleno desenvolvimento do pensamento por conceitos. No entanto, seu completo desenvolvimento só acontece na adolescência, onde adquire capacidade de pensar autonomamente por conceitos.

Na escola, quando a criança está brincando, jogando, também é um momento de aprendizagem, embora sua finalidade não seja o aprender. O foco da atividade lúdica é o prazer, a imitação etc. Na atividade do trabalho há também aprendizado, mas o prazer não é o centro. O foco está na produção de algo. Quando a criança aprende, ela reproduz de forma consciente suas ações, isto é, se desenvolve. Logo, há uma unidade entre aprendizagem e desenvolvimento:

Uma vez que uma criança tenha aprendido a realizar uma operação, ela passa a assimilar algum princípio estrutural cuja esfera de aplicação é outra que não unicamente a das operações do tipo daquela usada como base para a assimilação do princípio. Conseqüentemente, ao dar um passo no aprendizado, a criança dá dois no desenvolvimento, ou seja, o aprendizado e o desenvolvimento não coincidem (VIGOTSKI, 2003a, p. 109).

O desenvolvimento acontece por meio da assimilação (apropriação) do indivíduo da experiência histórico-social (PUENTES; CARDOSO; AMORIM, 2020). A apropriação dos conteúdos (matéria de ciências/objeto) de aprendizagem requer investigar a relação nuclear do objeto em estudo para que se perceba as relações fundamentais de sua gênese e transformação histórica, expressando seu princípio geral, como revelam Libâneo e Freitas (2015). Além disso, o docente deve organizar as atividades de estudo, de modo a construir, no aluno, abstrações e generalizações conceituais.

O resultado desse processo é a formação do conceito, que deve ser utilizado pelo aluno em várias situações que tenham relação com o objeto estudado. Dessa maneira, o ensino demanda o planejamento e organização do processo de escolarização de modo que não se restrinja apenas a transmissão-assimilação de certas partes da cultura humana acumulada historicamente, mas também na formação de conceitos científicos e de funções psicológicas superiores. Ou seja, os conhecimentos de ciências e a experimentação não devem ser ensinados como se fossem prontos, acabados, mas em processo de constante construção. Depreende-se que os estudos de Vigotsky deixaram importantes contribuições não só para a psicologia, mas para educação também, servindo de base para outros intelectuais irem além. É o caso de Davydov.

2.2 DAVYDOV E A TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL

A Teoria do Ensino Desenvolvimental foi produzida no período pós-guerra, década de 1950 por Vasily Vasilyevich Davydov. Doutor em psicologia e pedagogo russo, nasceu em 31 de agosto de 1930, na cidade de Moscou vindo a falecer em 19 de março de 1998, aos 68 anos na cidade de Kogalym (FREITAS, 2016).

Sua teoria foi construída em contexto de reformas educacionais na Rússia, ex-União Soviética, inspirada no materialismo Histórico dialético e com base nos pressupostos da Teoria Histórico-Cultural de Vigotsky e na Teoria da Atividade de

Leontiev. Nesse período as escolas apresentavam um ensino predominantemente tradicional, empirista e verbalista, levando Davydov ao desejo de mudanças, porque do seu ponto de vista esse tipo de ensino não fomentava o desenvolvimento intelectual dos alunos (Ibid., 2016).

Davydov iniciou investigações sobre o processo de desenvolvimento escolar, e deixou importantes contribuições para o campo da pedagogia e da didática. Enquanto Vigotsky estudou o processo de desenvolvimento de maneira mais genérica, Davydov avançou nos estudos, explicando como deveria ser a organização do ensino capaz de promover o desenvolvimento cognitivo do aluno. Para isso, realizou junto com seus colaboradores, diversas pesquisas nas escolas russas por 25 anos (FREITAS, 2016).

A investigação incluiu professores e alunos na formulação da teoria do ensino que promove o desenvolvimento. Seus resultados iniciais apontaram que a atividade de estudo estava ausente nas escolas, e por essa razão estes pesquisadores recomendarem, nos anos de 1960, a criação de novos programas curriculares para o ensino primário pautados na concepção histórico-cultural (Ibid., 2016).

Em virtude dessas pesquisas, atualmente, existe o sistema de ensino Elkonin-Davydov que é um sistema de referência em vários países, entre eles, a própria Rússia onde é utilizado pelo ministério da educação e ciências da federação. Mas também outros países como Ucrânia, Alemanha, Japão, Holanda, entre outros, também o adotaram (FREITAS, 2016).

A proposta de Davydov sugeriu que o ensino dos conteúdos fosse organizado por meio da atividade de estudo, que contribui para que o aluno aprenda a pensar teórico e desenvolver suas capacidades mentais superiores, a consciência e personalidade. Para Davydov, A atividade de ensino organizada de forma adequada deve ser composta pelos seguintes elementos: finalidades, tarefas, ações e operações. A atividade deve estar sempre relacionada com uma necessidade – motivo; as ações, com os objetivos; e as operações, com as condições.

Essa organização do ensino, que é feita pelo professor, deve levar os alunos a atividade de estudo que, por meio de tarefas, o envolve e faz buscar soluções para o problema proposto. Nessa atividade, o movimento do pensamento do aluno, é dialético. O pensamento dialético tem como objetivo a formação e aquisição de conceitos teórico pelos alunos. Adquirir conceito é organizar, de forma consciente, as estruturas que passam por generalizações, declara Vigotski (2007).

Davydov também destaca a íntima relação entre aprendizagem e desenvolvimento humano, já revelado na teoria histórico-cultural e a deixa suas contribuições acerca disso. Ele enfatiza a importância da formação de conceitos para o desenvolvimento humano presente na teoria de Vigotsky, e ampliou sua compreensão ao desenvolver o conceito de pensamento teórico. Davydov também apontou as diferenças entre os conceitos empíricos e os conceitos teóricos; e a função de cada um deles no desenvolvimento da consciência do aluno e caracterizou a atividade de aprendizagem (LIBÂNEO; FREITAS, 2015).

Davydov (1988) destaca dois tipos de conhecimentos: o científico e o empírico. Responsáveis por formar dois tipos de pensamento, respectivamente, o pensamento teórico e o empírico. Estes compõem-se de ações mentais distintas: abstração, generalização, formando conceitos. A generalização resultante do pensamento empírico forma conceitos empíricos e assim as generalizações resultantes do pensamento teórico formam conceitos teóricos/científicos.

Os conhecimentos empíricos ainda permeiam o ensino de ciências. Esse tipo de conhecimento tem origem na observação, comparação e representação dos objetos, permitindo separar, classificar e hierarquiza-los com base em suas propriedades iguais e comuns, refletindo suas propriedades externas. Com isso, os alunos não conseguem compreender, interpretar e refletir sobre o objeto de estudo, tão pouco propor estratégias e soluções para os problemas.

Os conhecimentos teóricos originam-se a partir das transformações mentais dos objetos, refletindo sua essência, as características gerais, seu fundamento universal. Esse é o tipo de conhecimento que se espera o aluno adquirir/construir nas aulas de ciências a partir das atividades experimentais, pois permite ampliar seu intelecto, por meio do incentivo a curiosidade, a interconexão entre os diversos campos do saber. Sobre o conhecimento teórico Davydov comenta:

O conhecimento que representa as inter-relações entre o conteúdo interno e externo do material a ser apropriado, entre aparência e essência, entre o original e o derivado, é chamado conhecimento teórico. Tal conhecimento somente pode ser apropriado pelo aluno se ele for capaz de reproduzir o verdadeiro processo de sua origem, recepção e organização, isto é, quando o sujeito pode transformar o material. Nessa condição, o material de estudo adquire um propósito orientado para a aprendizagem, pois há uma intencionalidade de reproduzir atos que outrora levaram pessoas a descobrir e conceituar um determinado conhecimento teórico. (DAVYDOV, 1988, p. 126)

Para o aluno dominar o conhecimento teórico na perspectiva desenvolvimental, ele precisa dominar os princípios teóricos da sua construção e os modos de ação relacionados a esses princípios, como afirmam Libâneo e Freitas (2019). Significa dizer, ainda segundo os autores, que “o desenvolvimento do aluno não depende do volume de conhecimentos e sim do domínio dos métodos de pensamento e de ações próprios desses conhecimentos” (*Idem.*, p. 374). Diante disso, decorar definições, expressões em ciências e técnicas de experimentação pouco contribui para o desenvolvimento do aluno.

Fundamentados na lógica dialética, o pensamento teórico e os conceitos teóricos, conforme Davydov, são importantes para o processo de ensino e aprendizagem, visto que, têm o grande potencial de revelar a essência, e características substanciais de um objeto, possibilitando ao aluno ampliar a sua atividade mental. Ao contrário do pensamento empírico, não menos importante, mas que revela apenas características superficiais do objeto, tomando-as como essenciais (GIEST; LOMPSCHER, 2018).

Porém, a forma como os conteúdos de ciências e os métodos usados para o ensino até hoje na escola não ajudam o aluno a desenvolver o pensamento teórico, apenas o empírico. Este por sua vez, limita a compreensão das mudanças e contradições inerentes a formação dos conceitos científicos indispensáveis à construção do pensamento teórico.

Portanto, a aprendizagem dos conceitos teóricos precisa ser o objetivo principal da formação dos alunos. A esse respeito Davydov (1988, p. 184) diz “[...] o conteúdo das matérias deve favorecer a formação do pensamento teórico, cujas leis são traduzidas à luz pela dialética materialista como lógica e teoria do conhecimento”.

Para tanto, o ensino de ciências e as atividades experimentais devem ser cuidadosamente planejados levando em consideração a articulação dos conceitos cotidianos e conceitos científicos relacionados aos conteúdos de ciências, e tendo por base uma atividade de estudo que estimule a investigação do conceito científico desde a sua origem, como forma de desenvolver o pensamento dialético nas atividades experimentais.

Antes de organizar a atividade de ensino é necessário realizar a análise lógico-histórica do conteúdo para que seja possível os alunos investigarem o percurso realizado pelos cientistas até a elaboração do conhecimento e obter o

núcleo do assunto/conceito em estudo, identificando as relações básicas do conteúdo em questão. Nenhuma tarefa, a exemplo da experimentação, deve estar descontextualizada da realidade do aluno ou mesmo desassociada de um objetivo a ser alcançado.

Porém, no ensino da disciplina ciências predomina metodologias apoiadas na lógica formal, responsável por formar o pensamento empírico, que reflete o objeto apenas em sua manifestação externa. Assim, o conteúdo explanado se limita a definição e classificação do objeto, bem como a descrição e observação de fenômenos (FREITAS, 2016). Esse tipo de ensino não consegue superar o aparente e visual do objeto em estudo, fragmentando o saber e levando apenas a memorização nas aulas de ciências ou práticas experimentais.

Esse modelo de ensino é reflexo de uma formação acadêmica que também se efetivou de modo fragmentado, estritamente disciplinar, fechada e isolada em si mesma, pautado em uma pedagogia tradicional e, portanto, resultando na formação de profissionais com capacidades mentais empíricas, ou seja, restritas e superficiais.

Os conhecimentos empíricos se elaboram no processo de comparação dos objetos e representações sobre eles, que permite separar as propriedades iguais, comuns. Os conhecimentos teóricos surgem no processo de análise do papel e da função de certa relação peculiar dentro do sistema integral. Os conhecimentos empíricos, apoiando-se nas observações, refletem nas representações das propriedades externas dos objetos. Os teóricos, que surgem na base da transformação mental dos objetos, refletem suas relações e conexões internas, saindo assim, dos limites das representações (DAVYDOV, 1988).

Nessa situação, o papel do professor é de grande importância, porque é um mediador entre os conceitos e os alunos, conduzindo-os ao domínio de suas estratégias de pensamento, para então adquirirem conhecimento. O docente é responsável por planejar a atividade de forma que todos os objetivos propostos sejam alcançados, e os alunos consigam internalizar os conceitos, utilizando-os de forma ampla, criativa e a partir disso ter autonomia intelectual.

O desempenho do professor como mediador da relação entre o aluno e o objeto de conhecimento é de suma importância. A esse respeito, Libâneo (2011) aponta que o ensino conta com uma dupla mediação. Primeiro ocorre a mediação cognitiva, que vincula o aluno ao objeto de conhecimento; segundo, a mediação

didática, que proporciona as condições e os meios pelos quais o aluno se relaciona com o conhecimento.

A mediação é indispensável para compreender o processo de desenvolvimento humano e apontam para a relação indissociável e dialética entre a atividade psíquica e o meio sociocultural (LONGAREZI; PUENTES, 2013). É na escola, por meio do ensino que a mediação entre o aluno e conhecimento acontece, levando-o a interiorizar a experiência socialmente formada.

Nessa direção, a linguagem, meio pelo qual expressamos nosso pensamento, é uma importante ferramenta de mediação, pois é por meio dela que interagimos. Assim, mediante a linguagem é possível mediar o processo de construção de conhecimento nas atividades práticas do ensino de Ciências. Ela permite que o professor encaminhe a aula experimental, por meio de questionamentos iniciais, elaboração de hipóteses e reflexão perante possíveis maneiras de chegar à determinada conclusão (DEITOS; STRIEDER, 2018).

A linguagem não serve apenas para a comunicação, ela permite a abstração, generalização, e formas mais complexas de pensamento, se constituindo como a ferramenta mais importante da consciência humana. Construída por meio das relações sociais, se constituindo uma ferramenta artificial, pois tudo que é social é artificial (VIGOTSKI, 2001).

Assim sendo, nosso pensamento não é um processo natural, e sim artificial porque é mediado pela linguagem. Igualmente, as funções psicológicas superiores não são funções psicológicas naturais, elas são funções sociais em sua origem, artificialmente criadas, tornando-se parte do nosso mundo interno (FONTES *et al.*, 2019). Ou seja, as funções psíquicas superiores se resultam da atividade externa, que são internalizadas na atividade individual e regulada pela consciência.

Nesse sentido, o desenvolvimento do aluno acontece na medida em que este interioriza os conhecimentos científicos desenvolvidos historicamente e discutido na aula, primeiro de maneira intersíquica, ou seja, numa relação com os conteúdos e os com outros na prática experimental, depois de forma intrapsíquica, isto é, individual (DAVYDOV, 1988).

O meio no qual o aluno está inserido também é muito importante para estimular o desenvolvimento das funções psicológicas superiores essencial a aquisição de conceitos, que não dependem apenas do individual, mas do contexto

em que se vive. Portanto, a cultura aprendida, seus instrumentos e signos culturais também constituem elementos mediadores entre o homem e sua realidade.

Isto posto, Sforni (2004) afirma que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de um processo não linear que inclui três fatores: o desenvolvimento do sistema nervoso, a interação da criança com os outros e internalização da realidade objetiva. Vigotski (2001) completa esse entendimento ao revelar que formação das funções psicológicas tem caráter social:

Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções intersíquicas: a segunda, nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções intrapsíquicas. (VIGOTSKI, 2001, p. 114)

Contudo, o ensino que leva ao desenvolvimento, alerta Freitas (2016, p. 400) “exige do professor um amplo leque de conhecimentos: da história e das finalidades sociais e políticas da educação escolar, dos conteúdos escolares, dos processos psicológicos de aprendizagem e dos métodos e técnicas didáticas adequadas”.

Assim, considera-se que a teoria histórico-cultural e do ensino desenvolvimental pode servir de referência para o planejamento do ensino de qualquer área do conhecimento, especialmente das ciências da natureza, por possibilitar a transformação de uma prática de ensino pautado na perspectiva lógico-formal (ensino empírico, limitada pelo aparente), em um ensino dialético, imprescindíveis à formação do pensamento teórico.

Dessa forma, acredita-se na possibilidade de minimizar alguns problemas persistentes nas aulas de ciências e atividades experimentais que estão associados à falta de condições dos alunos de diferenciar e relacionar conceitos empíricos e teóricos a partir dos conteúdos trabalhados nas aulas. Considera-se que a experimentação no ensino de ciências fundamentada nos princípios da teoria histórico-cultural e do ensino desenvolvimental pode contribuir (sem desconsiderar os fatores já citados, de diversas ordens, que interferem na qualidade do ensino) para superação de práticas transmissiva e reprodutivista, por meio da organização e estruturação da atividade de estudo que leva os alunos a construir e pensar por conceitos científicos, e ter desejo em aprender e desenvolver-se.

2.2.1 Atividade de estudo

Para Davydov a atividade de estudo deveria ser uma prática desenvolvida por toda criança desde as séries iniciais. A essência dessa teoria é o conceito de atividade. Para compreender melhor, vamos recorrer a Davydov (1999), que fala sobre a atividade. De acordo com o autor, atividade “[...] é compreendida como o processo no qual a realidade é transformada pelos esforços criativos dos homens” (DAVYDOV, 1999. p. 1). A atividade tem como resultado final um produto material ou espiritual, sem o qual não pode ser considerada uma atividade genuína. O trabalho é a sua fonte de transformação.

A atividade é um processo de transformação da realidade que acontece mediante a relação com outro. Essas atividades são adquiridas no contexto histórico-cultural, são reproduzidas no coletivo e posteriormente passam a ser internalizadas individualmente, ou seja, a fazer parte do sujeito. Desta maneira acontecem as apropriações advindas das práticas sociais e culturais (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

Toda atividade tem um conteúdo específico, sejam jogos ou trabalhos. No planejamento da atividade o conteúdo é considerado primordial na hora de definir os métodos de ensino e material didático utilizado (DAVYDOV, 1999). O conceito de atividade implica sempre o indivíduo com seus motivos e necessidades e o seu agir de determinado modo no mundo concretamente dado (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

Considera-se que a educação escolar que se dispõem hoje na sociedade neoliberal, desmotiva e limita o desenvolvimento integral dos estudantes. O ofertado conduz a manutenção e reprodução do sistema capitalista vigente, preparando pessoas adaptáveis para o mercado de trabalho. Os conteúdos escolares são abordados de forma superficial, sem uma organização metodológica que promova a superação do conhecimento empírico para o conhecimento teórico, como no caso do ensino de ciências naturais. Desse modo, nota-se que o conhecimento teórico-científico não é objetivo da escola que visa a formação do indivíduo para suprir as necessidades mercadológicas.

O ensino na perspectiva desenvolvimental tem como objetivo o desenvolvimento omnilateral dos estudantes, e para isso, o conhecimento teórico

deve ser o núcleo das ações da escola, sendo desenvolvido mediante a organização dos conteúdos escolares por meio da atividade de estudo.

A estrutura da atividade de estudo formulada Davydov, tem como base na atividade humana de Leontiev, composta de: motivo, necessidade, ações para aprender, objetivos da aprendizagem, meios e condições para as ações. Davydov acrescentou nessa estrutura o desejo, porque o considera a base sobre o qual as emoções funcionam. Assim, o aluno também precisa ter desejo de aprender, de obter o conhecimento.

Dessa maneira, para que aprendizagem do conceito aconteça o aluno deve ter um motivo pessoal, um desejo em aprender. Precisa querer realizar a tarefa preparada pelo professor, participar ativamente da aula, se mover para elaborar um plano, pensar em um caminho para resolver a questão/problema proposta (FREITAS, 2011).

O caminho para resolução da situação problema proposto os alunos devem começar descobrindo a relação geral, o que há de mais essencial no conteúdo, produzindo em seu pensamento a generalização substantiva. Posteriormente, com base nessa generalização, o aluno deve identificar o núcleo do objeto/ conteúdo, a partir do qual irá deduzir relações particulares (FREITAS, 2011).

O núcleo conceitual do objeto é compreendido mediante ações que devem ser executadas pelos alunos por meio de abstrações e generalizações iniciais. Essas abstrações e generalizações são usadas para construir outras abstrações que serão convertidas em estruturas mentais do conceito estudado levando o aluno a verdadeira assimilação (DAVYDOV, 1988). Dessa maneira, eles constroem o conceito do objeto, passando a pensar e agir mentalmente com ele de modo investigativo.

Por isso o docente precisa planejar as tarefas que irá propor/realizar, para que as ações mentais relativas ao objeto, no pensamento do aluno, possam ser corretamente conduzidas – ir do geral/abstrato para o concreto. Seguindo o caminho – atividades coletivas para individuais /interna (FREITAS, 2011).

Um planejamento dessa envergadura requer que o professor tenha um conhecimento interdisciplinar, ou seja, dominar o conteúdo e sua relação com outras ciências e com a cultura geral (FREITAS, 2016). A autora completa “A tarefa proposta pelo professor deve-se constituir no próprio motivo de sua realização, ou

seja, deve provocar no aluno a necessidade de resolver o problema ou questão contidos na tarefa” (*Idem.*, p. 401).

O que se espera na atividade de aprendizagem é a construção de um novo pensamento do aprendiz, a aquisição de conhecimento e sua transformação. Este por sua vez, só pode acontecer quando se tem o desejo, motivação e necessidade em aprender como Davydov (1999) afirma:

[...] as crianças podem apropriar-se de conhecimentos e habilidades somente por meio da atividade de aprendizagem quando elas tiverem uma necessidade interna e motivação para fazê-lo. A atividade de aprendizagem envolve a transformação do material a ser apropriado e implica que algum produto mental novo, isto é, o conhecimento, seja adquirido. Necessidades de aprendizagem e motivos orientam as crianças para a apropriação de conhecimento como um resultado de transformações de um material dado (DAVYDOV, 1999, p. 2).

Ou seja, a necessidade e o desejo em aprender a “matéria” ensinada, surge na atividade de estudo elaborada e organizada pelo professor que em interações com demais colegas contribuem para formação da personalidade e do pensamento (FREITAS, 2016). Inicialmente, na atividade de aprendizagem, os escolares precisam de ajuda do professor, que irá organizar as ações de modo a facilitar esse processo.

Depois, os alunos desenvolvem seus próprios meios de aprender e pensar soluções para sanar os problemas que surgem. Isso porque passam a internalizar os conteúdos em estudo e elaborar suas próprias ferramentas mentais, passando a inter-relacionar e aplicar daquilo que aprendeu com as diversas situações que vivencia, ou seja, começa a pensar por conceitos.

A internalização dos conhecimentos até pode acontecer em outros tipos de atividade, mas é só a atividade de estudo tem como objetivo específico, internalizar um conteúdo, formar um conceito e, assim, constituir o pensamento teórico. Internalizar é reconstruir e organizar internamente os objetos/conteúdos/conhecimentos externos (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

A internalização dos conceitos, acontece do geral para o particular e do coletivo para o individual. Ou seja, do interpsicológico para o intrapsicológico, através da ação mediadora do professor, que não faz a mera exposição de conteúdo para que o aluno “aprenda os conceitos científicos” porque esse tipo de metodologia é ineficaz.

O professor precisa elaborar tarefas que coloque os escolares em situações-problemas, fazendo com que ao buscar respostas para a tarefa, sejam capazes descobrir os aspectos fundamentais do objeto em estudo, assimilar o conteúdo e a partir disso construir ações mentais importantes a vida (FREITAS, 2016).

Inserir um problema de aprendizagem a um estudante é confrontá-lo com uma situação no qual a solução em todas as variantes concretas pede uma aplicação do método teórico generalista (RUBTSOV, 1996). É um trabalho bastante desafiador para o docente, visto que dificilmente se aprende nos cursos de formação se pensar a partir dessa perspectiva.

O professor que deseja trabalhar na perspectiva do ensino desenvolvimental precisa de uma formação dialética, boas condições de trabalho e recursos didáticos-pedagógicos, para que seja possível desenvolver a criatividade do aluno, fazê-lo se apropriar dos conceitos científicos, novas formas de pensar e investigar a ciência ensinada (FREITAS; ROSA, 2015; LIBÂNEO, 2016).

Para Freitas (2016) a maioria dos cursos de licenciatura não trabalham teoria do ensino e da aprendizagem para os futuros professores consigam desenvolver em si mesmos um pensamento teórico sobre o ensino escolar. Isso dificulta fomentar um conhecimento teórico e metodológico mais aprofundando. E, conseqüentemente compromete a qualidade do trabalho docente com os escolares. Nesse sentido, Hedegaard (2002) revela que:

[...] a maior parte do conhecimento escolar é conhecimento empírico, ou seja, conhecimento em forma de fatos ou conhecimentos de textos, e como tal ele nunca se torna muito útil na vida diária dos alunos, seja durante seus anos de escola ou mais tarde (HEDEGAARD, 2002, p. 210).

A função do professor no ensino desenvolvimental não é a transmissão do conhecimento, mas a organização da atividade de estudo dos alunos que é a principal a atividade da criança em idade escolar e a base do seu desenvolvimento, conforme Davydov expõe:

Em primeiro lugar, toda atividade de estudo plena, sendo a atividade principal de crianças em idade escolar, pode constituir a base de seu desenvolvimento omnilateral. Em segundo lugar, as habilidades e hábitos perfeitos de leitura compreensiva e expressiva, de escritura e cálculo corretos, são formados nas crianças que possuem determinados conhecimentos teóricos. Em terceiro lugar, uma atitude consciente das crianças em relação ao estudo se apoia em sua necessidade, desejo e capacidade de estudar, os quais surgem no processo de realização real da atividade de estudo. (DAVYDOV, 1988, p. 163).

Para Davydov uma atitude consciente das crianças em relação ao estudo se apoia em sua necessidade, desejo e capacidade de estudar, os quais surgem no processo de realização real da atividade de aprendizagem. Por isso, no momento de preparo da atividade de estudo, o professor precisa considerar alguns pontos importantes, como estimular a motivação dos alunos, despertar o desejo dos escolares em aprender, e construir o conhecimento científico destes.

A estrutura da atividade foi idealizada por Leontiev, que afirmou ser composta por necessidades, tarefas, ações e operações. Davydov (1988) adota essa estrutura e acrescenta a ela o desejo, pois considera que as emoções funcionam sobre a base dos desejos e necessidades sendo, portanto, inseparáveis. A organização da atividade de estudo segundo esse autor precisa seguir uma sequência didática formada por seis ações:

- 1st. Transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado;
- 2nd. Criação de um modelo das relações levantadas previamente, sob forma material, gráfica ou literal;
- 3rd. Transformação do modelo, com vistas a estudar as propriedades intrínsecas ao objeto;
- 4th. Construção de um sistema de problemas/tarefas específicas que devem ser resolvidos mediante a aplicação de um procedimento geral;
- 5th. Controle da realização das ações anteriores e;
- 6th. Avaliação da aquisição do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de aprendizagem.

O produto da atividade de estudo é a transformação do aluno e seu desenvolvimento, ou seja, sua autotransformação. A atividade de estudo é considerada uma ferramenta promissora ao desenvolvimento integral dos escolares, porque o cumprimento sistemático dessa atividade, desenvolve nos alunos, junto com a assimilação dos conhecimentos teóricos, a consciência e o pensamento teóricos.

O desafio consiste então em organizar o ensino que faça o aluno compreender o que é estudar e sinta a necessidade de realizar as tarefas que compõem a atividade de estudo (ROSA; SYLVIO, 2016). Na infância, a atividade de

estudo envolve dois momentos: o jogo e/ou brincadeira que se configura atividade principal na primeira infância. E, o estudo, que é atividade principal da segunda fase da infância. São nesses momentos de atividades externas que a criança aprende os signos culturais e desenvolve funções psíquicas (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

O aluno está em atividade de estudo quando orientado pelo professor e em colaboração com os colegas, se apropria do objeto de estudo (conteúdo escolar por exemplo) desde a sua gênese, compreendendo seu desenvolvimento e transformação até a formalização dos conhecimentos teóricos. Para isso, ele faz a análise do objeto de conhecimento com intuito de reproduzir o caminho trilhado pelos cientistas para sua descoberta (FREITAS, 2016).

Por meio da atividade de estudo é possível o aluno se apropriar da experiência socialmente elaborada. Ela permite estudar e investigar o princípio interno do objeto e todas as suas relações externas, contribuindo para aprendizagem dos alunos por meio da internalizem os conceitos, que serão usados nas situações reais de vida, transformando seu psíquico.

Os conceitos que tem origem na atividade humana, surgem por meio da busca pela satisfação de suas necessidades, é a forma refletida e pensada do objeto, contido em um sistema de relações com outros conceitos dentro de uma área do conhecimento. Os conceitos nunca são estáticos, isolados, são na verdade, dinâmicos, móveis, podendo ser considerados ferramentas mentais para compreender e explicar fatos e fenômenos (FREITAS, 2016).

Desse modo, o professor tem o desafio de organizar o ensino que leve o aluno a estudar e sentir a necessidade de realizar as tarefas que compõem a atividade de estudo. Ou seja, o docente é responsável por organizar o ensino que proporcione aos alunos os meios para aquisição de “conceitos científicos e desenvolvimento das capacidades cognitivas, operativas e a assimilação das formas de consciência social mais desenvolvidas – a ciência, a arte, a moralidade, a lei – cujas bases são os conhecimentos teóricos” (LIBÂNEO, 2011, p. 93).

Para teoria desenvolvimental a escola deve contribuir para formação das necessidades e dos motivos nos alunos, que levam à formação das operações psíquicas e dos conceitos científicos (DAVYDOV, 1988). O ensino de ciências por meio da experimentação tem grande potencial para formação de conceitos científicos e conseqüentemente o desenvolvimento integral dos estudantes. Mas,

ainda são necessários mais estudos dentro dessa perspectiva para maior elucidação desse processo.

Atualmente as escolas de um modo geral, “ensinam” seus alunos os conteúdos com base na a reprodução do conhecimento e sua memorização. Situação que conduz os estudantes à aprendizagem de pseudoconceitos e não conceitos verdadeiros, limitando-os ao pensamento lógico-formal, empírico. O desafio escolar é então, superar o ensino superficial, ainda hoje ofertado nas instituições, que resulta na compreensão superficial e fragmentada realidade. E, buscar meios em direção aos verdadeiros conceitos possibilitando aos escolares condições de questionar a realidade em que vivem (VIGOTSKI, 2001). Sobre isso o autor escreve:

A aprendizagem não é a assimilação-reprodução do mundo tal como a criança o vê ou tal como os adultos lhes contam, mas um complexo processo de internalização desse mundo – [...] um momento intrinsecamente necessário e universal para que se desenvolvam na criança essas características não-naturais, mas formadas historicamente” (VIGOTSKI, 2010, p. 115).

Na organização de ensino que promova o desenvolvimento omnilateral dos alunos percebe-se que o professor tem considerável importância como mediador entre aluno e conhecimento. Para isso é essencial que o docente tenha uma sólida formação, possibilitando uma aprendizagem de qualidade e o desenvolvimento intelectual dos educandos.

A escola, na perspectiva histórico-cultural, é uma instituição que deve oferecer as condições necessárias para os escolares se apropriarem dos bens culturais historicamente produzidos, por meio do ensino sistematizado que permite a apropriação de conhecimento científico, resultando no auto domínio do comportamento e formação da consciência. O ensino escolar deve ter seu foco em estimular o pensamento teórico do aluno, ou seja, desenvolver sua capacidade de pensar dialeticamente os conteúdos que aprende e estabelecer conexões com a realidade.

Assim, é na escola que o aluno é estimulado a desenvolver o pensamento teórico e, portanto, a desenvolver habilidades e competências mentais superiores. Por essa razão, Davydov (1988) considera a escola e o ensino, meios indispensáveis para aquisição do conhecimento científico. É o processo de formação de conceitos que possibilita o desenvolvimento do pensamento teórico nos alunos.

2.2.2 Formação de conceitos, pensamento empírico e pensamento teórico

Davydov (1988) concorda com Vigotsky que a formação dos conceitos e do pensamento teórico científico ocorre por meio do método de ascensão do abstrato ao concreto. Para essa formação é importante a atividade de estudo e que esta seja planejada e desenvolvida por meio de problematização, estratégia fundamental para apropriação dos conhecimentos teóricos, uma vez que:

[...] os conhecimentos não se transmitem aos alunos em forma já pronta, senão são adquiridos por eles no processo de atividade cognoscitiva autônoma na presença da situação problemática. A atividade de estudo aponta também que os escolares assimilem os conhecimentos no processo de solução autônoma das tarefas, o que os permite descobrir as condições de origem destes conhecimentos. Assinalamos que o ensino de caráter problemático, como a atividade de estudo, está internamente ligado com o nível teórico de assimilação dos conhecimentos e com o pensamento teórico. (DAVYDOV, 1988, p. 181-182)

Para que os estudantes compreendam os conceitos teóricos que envolvem o objeto de estudo nas de ciências e/ou experimentação o processo de aprendizagem escolar se faz essencial. Nesse processo o aluno será estimulado a buscar a essência do objeto para compreendê-lo verdadeiramente. Conhecer a essência do objeto exige se busque a sua estruturação e sua procedência, ter domínio de suas inter-relações e interdependência, no movimento histórico e lógico desses conhecimentos (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

Formar um conceito sobre um objeto significa ser capaz de reproduzir mentalmente seu conteúdo, (re)construí-lo (DAVYDOV, 1988). Ou seja, é ter condições de explicá-lo e transformá-lo mentalmente. Nesse sentido, Libâneo fala que:

[...] o conceito não se refere apenas às características e propriedades dos fenômenos em estudo, mas a uma ação mental peculiar pela qual se efetua uma reflexão sobre um objeto que, ao mesmo tempo, é um meio de reconstrução mental desse objeto pelo pensamento (LIBÂNEO, 2009, p. 5).

Nos estudos de Vygotsky (1999) ele fala de dois tipos de conceitos, e comenta as diferenças sobre eles: conceitos cotidianos e conceitos científicos. Os conceitos cotidianos são aqueles resultantes da cultura acumulada historicamente pelo indivíduo nas suas práticas cotidianas, correspondem aqueles que aprendemos

no dia a dia de forma espontânea. Já os conceitos científicos se adquirem aprendem na escola, com atividades sistematizadas e objetivos bem definidos, o que significa dizer que são mediados pelo ensino.

Os conceitos cotidianos contribuem para formar o pensamento empírico. São elaborados nas relações da criança com as pessoas do seu meio social, em situações do dia a dia (DAVYDOV, 1988). Da mesma forma que a experiência empírica é constituída nas diversas atividades vivenciadas no cotidiano. A pessoa que utiliza conceitos empíricos não consegue generalizá-lo, explicar o porquê do seu uso, justamente por não ter uma compreensão consciente das conexões estabelecidas para que eles se realizem.

O pensamento empírico é o oposto do teórico; é imediatista, se limitam a captar e expressar os aspectos empíricos dos objetos, ou seja, suas características sensoriais, aparentes, classificáveis e quantificáveis. Muito utilizado no ensino de ciências para classificar os seres vivos (plantas, animais, etc.) e registrar resultados da experiência sensorial, especialmente influenciando o ensino nesse campo do saber (DAVYDOV, 1988).

Nessa lógica, o pensamento do aluno caminha do sensorial e concreto ao mental e abstrato, onde o empírico significa sensorial, palpável e concreto levando a compreensão de que o teórico é sinônimo de abstrato, verbal, geral, distante e desconexo do objeto concreto (FREITAS, 2016).

Quando a criança ingressa na escola, ela já possui conceitos espontâneos próprios sobre ciências e alguns fenômenos naturais. O conceito espontâneo (cotidianos) da criança se desenvolve de baixo para cima, das propriedades mais elementares e inferiores à superiores, ao passo que os conceitos científicos se desenvolvem de cima para baixo, das propriedades mais complexas e superiores para as mais elementares e inferiores (VIGOTSKI, 2001).

Os conceitos cotidianos são transformados em conceitos científicos por meio do ensino desenvolvimental (*Ibid.*, 2001). Isso significa que o desenvolvimento do sujeito só acontece mediante a apropriação dos conceitos científicos. Estes são formados na escola, mediante generalizações de pensamento que se estabelecem nas interações professor-aluno e aluno-aluno de modo sistemático e intencional, resultando no desenvolvimento das funções psicológicas superiores (DAVYDOV, 1988). Nessa perspectiva, as atividades experimentais são boas oportunidades para estabelecer tais relações e potencializar seu intelecto.

Os conceitos científicos portam leis profundas e indispensáveis para sua formação. São produtos da elaboração histórica das diferentes ciências, decorrentes de teorias formais. Para que a aprendizagem dos conhecimentos científicos aconteça é necessário organizar os conceitos científicos sob a forma de conteúdos escolares. Logo, sua aprendizagem não acontece de maneira natural e espontânea. É preciso que o ensino seja sistematizado. Esse processo põe em evidência a atividade de ensino do professor, que é o mediador da aprendizagem do aluno e, em certa medida, responsável por criar condições par o seu desenvolvimento.

Limonta (2016), aponta algo interessante sobre a prática docente, revelando que ensinar não se restringe ao ato de conhecer os conteúdos e transmiti-los aos alunos durante a aula, mas, sim, realizar o ensino como mediação pedagógica. Isso requer dos professores certos domínios educacionais: da história e das finalidades sociais e políticas da educação escolar; dos conteúdos escolares; dos processos psicológicos de aprendizagem e dos métodos e técnicas de ensino. Esses conhecimentos fazem parte do processo de ensino ou atividade de ensino em que fazem parte professores e alunos no trabalho com o conhecimento.

Desta maneira, o ensino de ciências e a experimentação assumem a forma de mediação pedagógica, que leva os estudantes a internalizar e aprender conceitos da área que o impulsionarão o desenvolvimento de novos e complexos processos psíquicos. Estes, farão parte da zona de desenvolvimento real de futuras vivências escolares e não escolares, num movimento dinâmico e dialético.

Uma vez que o aluno passa a internalizar o conceito do objeto em estudo e consegue utilizá-lo para resolver problemas que envolva esse objeto direta ou indiretamente, podemos falar seguramente que houve aprendizagem. Ou seja, houve a internalização do conceito quando o aluno é capaz de utiliza-lo, reproduzi-lo e/ou transformá-lo para resolver algum problema. Dessa forma, é atribuição da escola e do professor de ciências organizar e sistematizar o ensino de modo a levar a aprendizagem dos conceitos científicos.

Destaca-se que o ato de ensinar ciências não garante que o estudante irá se desenvolver, mas o ensino bem organizado leva ao desenvolvimento intelectual da criança como afirmou Davydov (1988). Portanto, o ensino que possibilite a apropriação de ferramentas psicológicas não é qualquer ensino, é aquele cuja lógica é a dialética. Assim sendo, para melhoria do ensino de ciências e a experimentação sugere-se um ensino dialético, investigativo, crítico, provedor do pensamento teórico.

Davydov (1988) revela que o pensamento teórico tem a origem na consciência verbal. Seu movimento consiste em aprender o que há de mais geral e essencial no objeto para depois compreender seus aspectos particulares, ou seja, o pensamento segue o caminho do geral para o particular, da aparência a essência, portanto, não se baseia na lógica formal, sendo essencial para o alcance do desenvolvimento unilateral do estudante.

Para o desenvolvimento desse tipo de pensamento, primeiro os alunos devem aprender o aspecto genético e essencial dos objetos, ligado ao modo próprio de operar da ciência, como um método geral para análise e solução de problemas envolvendo tais objetos. Depois, utilizando o método geral, os alunos resolvem tarefas concretas, compreendendo a articulação entre o todo e as partes e vice-versa (LONGAREZI; PUENTES, 2013).

A partir desta relação de interdependência no desenvolvimento entre os conceitos espontâneos e científicos e suas formas de pensamento (empírico e teórico respectivamente), Vigotski (2003) discute a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde as funções psíquicas estão em processo de amadurecimento para que o desenvolvimento do sujeito aconteça. Melhor explicando:

A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de 'brotos' ou 'flores' do desenvolvimento, ao invés de 'frutos' do desenvolvimento. O nível real de desenvolvimento caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento mental prospectivamente (VIGOTSKI, 2003a, p. 113).

Em outras palavras, a ZPD compreende a distância entre os níveis de desenvolvimento real (aquilo que a criança já domina, ou seja, consegue fazer de forma independente, sem ajuda do outro) e o potencial (corresponde a capacidade da criança em realizar tarefas com o auxílio de outras pessoas, mais experientes) (VIGOTSKI, 2001). Para a realização de atividades experimentais levar ao desenvolvimento do aluno, o professor não deve propor a manipulação de instrumentos e/ou observação de fenômenos, pois supõem-se que isso já é dominado pelo aluno. É importante que o docente organize experimentos que o desafie, levando a aprender algo novo, que o faça avançar, e estimule sua potencialidade.

Desse modo, a ZPD representa um momento de grande relevância no progresso da aprendizagem, porque é a partir dela que as estratégias didático-pedagógicas devem ser elaboradas pelo professor, para que o estudante possa evoluir no aprendizado, transformando o desenvolvimento potencial em desenvolvimento real.

A partir desse entendimento é possível refletir que a realização da atividade experimental, como qualquer outra proposta deve estar coerente com o nível de desenvolvimento do aluno no momento. Isso requer que o docente busque identificar o que o discente já sabe (seu desenvolvimento real), as concepções prévias que possuem sobre o assunto ou fenômeno, e suas experiências anteriores na realização de aulas práticas.

Exige também realizar atividades que estejam dentro do seu nível de desenvolvimento potencial, ou seja, do que o aluno é capaz de fazer ou compreender com a ajuda de pessoas mais experiente (professor, colegas). Por que realizar atividades experimentais que estejam incompatíveis com a capacidade de compreensão do aluno é improdutivo.

Na perspectiva da teoria histórico-cultural as aulas experimentais devem partir de uma abordagem investigativa, que tenha relação com seu contexto. Trabalhando dessa forma, se configura em uma proposta coerente com as considerações de Vigotsky sobre a ZPD, reconhecendo que cada tipo de atividade, com suas dificuldades e peculiaridades, contribuem para o desenvolvimento psíquico dos estudantes, provocando avanços na aprendizagem.

O papel do professor como agente mais capaz, mediador do conhecimento, também tem implicações importantes na maneira como as atividades experimentais são desenvolvidas nas escolas. Uma das funções do docente na experimentação é atuar na zona de desenvolvimento proximal, promovendo avanços que não ocorreriam de forma espontânea.

As aulas experimentais devem ser concebidas como um espaço para as interações sociais, investigação e não transmissão-recepção de informações ou observação de fenômenos. Na atividade experimental investigativa a interação entre os alunos, as colaborações com os colegas representam uma rica oportunidade para a aprendizagem. Assim o espírito de cooperação em grupo, a divisão de tarefas, o confronto de ideias, a troca de experiências proporcionadas por essas atividades favorece que os indivíduos se desenvolvam com e pelo outro.

Assim, as atividades experimentais desenvolvidas através de abordagens investigativas colaboram para o desenvolvimento intelectual e para a construção de conceitos científicos. O caráter investigativo e problematizador da experimentação investigativa pode viabilizar a relação entre aspectos teóricos e empíricos e facilitar, por exemplo, o domínio da linguagem científica.

Entretanto, a forma como a experimentação é realizada na escola, em sua maioria, não gerar um aprendizado que crie zonas de desenvolvimento proximal. Na prática educativa, não só a experimentação, mas também o ensino dos conteúdos se procede de forma direta. A esse respeito Vigotsky diz:

[...] o ensino direto de conceitos sempre se mostra impossível e pedagogicamente estéril. O professor que envereda por esse caminho costuma não conseguir senão uma assimilação vazia de palavras, um verbalismo puro e simples que estimula e imita a existência dos respectivos conceitos [...], mas na prática, esconde o vazio. [...]. No fundo, esse método de ensino de conceitos é a falha principal do rejeitado método puramente escolástico de ensino, que substitui a apreensão do conhecimento vivo pela apreensão de esquemas verbais mortos e vazios (VIGOTSKI, 2001, p. 247).

O ensino direto, como afirma Vigotsky, não contribui para o verdadeiro processo de aprendizagem, aquele que leva o aluno a se desenvolver intelectualmente. No máximo o aluno consegue memorizar algumas informações e/ou dados, ainda que inicialmente o professor tenha a impressão de que os conteúdos estejam sendo apreendidos. Consequentemente aquilo que se ensina não faz sentido para o aprendiz que passa a ficar desmotivado com conteúdos considerados desnecessários.

Um ensino que pretende trabalhar dessa forma demanda transformações na concepção de ensino e aprendizagem; seus métodos, deixando de realizá-lo de forma direta e objetiva para ser mediado e organizado por meio de tarefas de estudo. No ensino que visa o desenvolvimento intelectual, a tarefa do professor é organizar ações que impulsionem o aluno a construir conceitos científico. Tarefa essa que se constitui bastante complexa.

O professor precisa ter um amplo conhecimento dos fundamentos epistemológicos e pedagógicos a respeito da teoria histórico-cultural e do ensino desenvolvimental, assim como sólido conhecimento do objeto de estudo e sua gênese. Assim, possuirá elementos capazes de subsidiá-lo no processo ensino-aprendizagem desenvolvimental, sobretudo, melhorar o ensino de ciências e a experimentação na educação básica.

Diante do exposto, a teoria do ensino desenvolvimental e histórico-cultural, são teorias que fundamentam a aprendizagem e o desenvolvimento do aluno na escola em outra perspectiva, apontando alternativas para o ensino de ciências e atividades experimentais de modo criativo, original e contextualizado.

CAPÍTULO 3 – ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Conforme apontado em capítulos anteriores, a experimentação no ensino de ciência naturais tem considerável importância. A ideia que se busca desenvolver neste trabalho é que se ela for fundamentada nos pressupostos da teoria histórico-cultural e do ensino desenvolvimental, pode contribuir para a aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes.

Por essa razão, buscou-se realizar uma revisão da literatura a fim de analisar como as atividades experimentais no ensino de ciências têm sido abordadas nos artigos científicos de periódicos nacionais, com referência à educação básica. Neste capítulo, são descritos de forma mais detalhada os procedimentos metodológicos e apresentados os resultados da revisão integrativa proposta.

3.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A revisão da literatura é um método que permite a busca, análise e descrição de um tema para que seja possível obter respostas a uma pergunta específica. Ela abrange todo tipo de material considerado relevante para a pesquisa, como livros, artigos de periódicos, artigos de jornais, registros históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações e outros tipos (MATOS, 2015).

Existem vários tipos de revisão de literatura: narrativa, sistemática, integrativa, entre outros. Entre esses os métodos de revisão, a Revisão Integrativa (RI) é a mais ampla. Permite a inclusão de variados tipos de pesquisas que proporcionam obter um quadro mais completo sobre o tema de interesse. A finalidade da RI é uma ampla análise do objeto de estudo para o seu profundo entendimento a partir de padrão metodológico sistemático e rigoroso e baseando-se em estudos anteriores. Sobre a revisão integrativa da literatura, Matos (2015, p. 6) considera que:

Dentre os métodos de revisão, a revisão integrativa é o mais amplo, sendo uma vantagem, pois permite a inclusão simultânea de pesquisa experimental e quase-experimental proporcionando uma compreensão mais completa do tema de interesse. Este método também permite a combinação de dados de literatura teórica e empírica. Assim, o revisor pode elaborar uma revisão integrativa com diferentes finalidades, ou seja, ela pode ser

direcionada para a definição de conceitos, a revisão de teorias ou a análise metodológica dos estudos incluídos de um tópico particular.

Por possibilitar a inclusão de pesquisas com diferentes métodos, permite uma diversidade de amostragem. Assim, aumenta as possibilidades de investigação do objeto de estudo e melhor compreensão a seu respeito. A análise e síntese dos estudos inclusos na revisão possibilitam o leitor desfrutar de uma compreensão mais completa do tema (MATOS, 2015).

Conforme Mendes, Silveira e Galvão (2008), para realizar a revisão integrativa da literatura é necessário seguir seis etapas distintas, conforme se descreve abaixo:

- 1st. Identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para a elaboração da revisão integrativa. Fase muito importante, pois, dela decorre toda organização das demais etapas da revisão;
- 2nd. Estabelecimento de critérios para a inclusão e exclusão de estudos/ amostragem ou busca na literatura associada a questão da pesquisa;
- 3rd. Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/ categorização dos estudos, coleta de dados;
- 4th. Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa;
- 5th. Interpretação dos resultados;
- 6th. Apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

Isso posto, para esta pesquisa foi preferível a revisão integrativa, devido ao seu rigor metodológico, capacidade de combinar estudos com diversas metodologias que ampliam as possibilidades de análise do objeto de estudo, identificando lacunas nas pesquisas e provocando reflexões para a realização de futuros estudos.

O objetivo geral da pesquisa foi analisar e discutir como as atividades experimentais e/ou investigativas no ensino de ciências naturais têm sido abordadas nas políticas educacionais e em artigos científicos de periódicos nacionais. Os objetivos específicos foram:

- Investigar a política educacional brasileira no que se refere ao ensino de ciências naturais na educação básica desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) até a Base Nacional Comum Curricular (BNCC);

- Apresentar e discutir as contribuições das teorias de Vigotsky e de Davydov quanto ao papel dos conceitos científicos para o desenvolvimento integral dos alunos;
- Identificar as concepções de atividade experimental e/ou investigativa presentes nos artigos científicos e analisar à luz das teorias de Vigotsky e Davydov suas contribuições para o desenvolvimento dos alunos.

A seguir, são descritas as etapas realizadas na revisão de literatura empreendida na presente pesquisa, tendo como fundamento a orientação estabelecida por Mendes, Silveira e Galvão (2008).

➤ **1ª Etapa: identificação do tema e seleção da questão de pesquisa**

Esta etapa consistiu na escolha do tema e definição de um problema relevante para o ensino de ciências e o pesquisador. O tema de pesquisa – Atividades experimentais no ensino de ciências surgiu a partir do desejo em contribuir para melhorar o ensino de ciências e a realização das atividades experimentais que ainda sofrem muitas críticas e questionamentos acerca da sua abordagem.

Por essa razão, foi realizado um amplo estudo das pesquisas que tratam dessa temática para investigar como essas atividades tem sido realizadas na educação básica. Para isso, formulou-se o problema de pesquisa: na literatura científica da área de educação, como têm sido abordadas as atividades experimentais em ciências naturais na educação básica? A partir desta questão, é necessário explorar também qual a concepção de atividade experimental está presente nesta literatura? A que conteúdo ou disciplina elas se referem? O referencial teórico histórico-cultural tem sido utilizado nestas pesquisas? Com o problema e questões de pesquisa elaborados, segue-se em busca das fontes de estudo.

➤ 2ª Etapa: estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão

Após a escolha do tema e a formulação da questão de pesquisa, iniciou-se na base de dados a seleção dos estudos que foram incluídos ou não na revisão. Esse procedimento de inclusão e exclusão de artigos foi conduzido de maneira criteriosa e transparente, uma vez que a representatividade da amostra é um indicador da profundidade, qualidade e confiabilidade das conclusões finais da revisão (MATOS, 2015). Assim, a revisora deixa claro quais são os critérios de inclusão e exclusão adotados para a elaboração da revisão. A busca e a seleção dos artigos incluídos na revisão foram realizadas por dois revisores de forma independente.

A base de dados utilizada foi o portal de periódicos da CAPES por meio do recurso de busca avançada, sendo usado as seguintes palavras-chave: experimentação e ciências; investigação e teoria histórico-cultural; teoria histórico-cultural e ciências; teoria histórico-cultural e ensino de ciências; teoria histórico-cultural e experimentação; Vigotsky e ciências; Vigotsky and experimentação e ensino desenvolvimental and ciências. A seleção do material foi realizada nos meses de maio/2021 a abril/2022.

Antes de usar as palavras-chave para fazer a busca no portal da CAPES por materiais para o estudo, foi preciso definir os critérios para inclusão ou exclusão das produções encontradas.

Assim, os critérios de inclusão foram:

- ter sido publicado entre 2010 e 2020;
- abordar sobre atividades experimentais no ensino de ciências na educação básica (ensino fundamental e médio);
- estar disponível o acesso ao texto completo, em português;

Os critérios de exclusão foram:

- publicações no formato de livros, dissertações e teses;
- artigos que se repetiram nas bases de dados consultadas;
- artigos não relacionados a atividades experimentais na educação básica;
- artigos publicados em idioma estrangeiro.

➤ **3ª Etapa: Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados**

Estabelecidos os critérios de exclusão e inclusão dos artigos, seguiu-se a busca por materiais para realização da revisão integrativa. À medida que ocorria a seleção das publicações, realizava-se a leitura criteriosa dos títulos, resumos e palavras-chave de todas as publicações completas localizadas pela estratégia de busca.

Estando em conformidade com o objeto desta pesquisa, era feito a leitura completa do material e posterior arquivo em pasta digital identificada com o nome da palavra chave que o localizou. Nas situações em que o título, o resumo e as palavras-chave não eram suficientes para determinar sua seleção, buscou-se a publicação do artigo na íntegra. Por fim elaborou-se uma tabela com os estudos pré-selecionados.

Quadro 1 – Quantitativo de trabalhos encontrados conforme palavras-chave utilizadas

Palavras-chave	Resultados	Aplicação dos critérios de inclusão e exclusão
“experimentação” e “ciências”	253	8
“teoria histórico-cultural” e “ciências”	125	2
“atividades experimentais” e “ensino de ciências”;	90	9
“educação básica” e “experimentação”	12	5
Total		24

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Em uma primeira busca com a palavra-chave experimentação e ciências foram localizados 6.841 artigos. Prosseguindo, utilizou-se a mesma palavra-chave aplicando o filtro de anos de 2010 a 2020 e obteve-se 5457 artigos. Então, aplicou-se o filtro área de conhecimento “educação”, obtendo-se o resultado de 217 artigos. Refinando ainda mais com idioma português e a exclusão de capítulos de livros, conjuntos de dados, dissertações e resenhas, obteve-se 8 artigos que compuseram a amostra inicial. Seguiu-se aplicando, os mesmos refinamentos com as demais palavras-chave, obtendo esse resultado expresso no quadro acima. A partir daí, foi realizada a leitura de cada artigo e aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Assim, chegou-se a 24 artigos. As características dos estudos são apresentadas em tópicos seguintes.

➤ 4ª Etapa: Categorização dos artigos selecionados

Nesta etapa foi definida as informações a serem extraídas dos estudos selecionados, utilizando um instrumento para reunir e sintetizar as informações-chave. A revisora teve como objetivo, organizar e sumarizar as informações de maneira concisa, formando um banco de dados de fácil acesso e manejo. A orientação de Mendes, Silveira e Galvão (2008) é que as informações devem abranger a amostra do estudo (sujeitos), os objetivos, a metodologia empregada, resultados e as principais conclusões de cada estudo.

Assim, nesta revisão, optou-se por coletar informações sobre a concepção de atividade experimental/experimentação, os tipos de atividades experimentais, contribuições e objetivos para realização do experimento. Seguindo essa orientação, neste estudo, privilegiou-se a abordagem qualitativa e, posteriormente foi realizado o tratamento quantitativo de algumas características do material analisado. Na análise e interpretação qualitativa dos artigos da amostra, elaborou-se uma discussão acerca das abordagens encontradas, e as categorias contempladas sobre atividades experimentais.

O conteúdo apresentado foi elaborado a partir das leituras com observação dos assuntos discutidos nos artigos, principalmente com o objetivo de atender ao problema e aos objetivos da pesquisa. O tratamento dado aos conteúdos encontrados nos artigos e a discussão empreendida permitiram o agrupamento de temas e a elaboração das categorias, descritas a seguir. Para a categorização, contou-se com o auxílio do software webQDA². Todos os artigos foram registrados nesse software e, então, se procedeu ao uso de suas ferramentas durante a leitura aprofundada para a criação da categoria temática central e suas subcategorias.

² webQDA (web Qualitative Data Analysis) é um software que permite a realização de análise qualitativa de dados não-numéricos e não-estruturados de caráter qualitativo, específico para a investigação qualitativa em geral (NERI DE SOUZA; COSTA; MOREIRA, 2010).

Quadro 2 – Visão geral da categorização do material analisado

Categoria Temática	Subtemas
Diversidade de abordagens sobre atividades experimentais	1. Concepções de atividades experimentais: <ul style="list-style-type: none"> • Empirista-indutivista; • Construtivista; • Histórico-Cultural. 2. Tipos de atividades experimentais: <ul style="list-style-type: none"> • Comprobatório; • Demonstrativo; • Investigativo. 3. Contribuições atribuídas a experimentação.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

➤ **5ª Etapa: análise e interpretação dos resultados**

Nesta etapa realizou-se a análise e discussão dos principais resultados encontrados no material de estudo que foi selecionado, tendo em vista interpretá-los para responder à questão de pesquisa. Um revisor de literatura, por meio da análise minuciosa pode identificar diversos fatores que afetam o objeto de estudo e identificar lacunas nos trabalhos analisados, fazer sugestões para a melhorias e apontar caminhos para futuras pesquisas (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008). Neste trabalho, buscou-se empreender essa análise tendo em vista o ensino de ciências e com atividades experimentais e/ou investigativas.

Diante do exposto, ao realizar a interpretação dos resultados encontrado nos artigos em estudo, buscou-se destacar como estão sendo desenvolvidas as atividades experimentais fundamentadas no ensino de ciências e quais as contribuições, entraves, lacunas e tendências futuras, ou seja, os aspectos importantes que podem contribuir para uma mudança na prática pedagógica dos professores e melhorar o ensino nessa área.

➤ **6ª Etapa: Apresentação da revisão/ síntese do conhecimento**

Nesta etapa é construído um documento que deve contemplar a descrição das etapas realizadas pelo revisor e os principais resultados encontrados a partir da análise dos artigos selecionados. A revisão integrativa deve incluir informações suficientes que permitam ao leitor avaliar a pertinência dos procedimentos

empregados na elaboração da revisão, os aspectos relativos ao tópico abordado e o detalhamento dos estudos incluídos. A proposta da revisão integrativa é reunir e sintetizar as evidências disponíveis na literatura (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

3.2 APRESENTAÇÃO DOS ACHADOS DA REVISÃO INTEGRATIVA

3.2.1 Visão geral dos artigos incluídos

Para a apresentação dos artigos incluídos nesta revisão integrativa, abordou-se primeiramente as informações gerais sobre e, depois, a categorização construída a partir dos conteúdos dos mesmos. Os artigos mencionados a seguir constituem a amostra deste estudo, totalizando 24. As discussões mais recorrentes dizem respeito ao uso das atividades experimentais como recurso pedagógico de grande potencial para facilitar o entendimento de conteúdos de ciências, física, química e biologia. São discutidas também as contribuições e limites das atividades experimentais no ensino, como elas aparecem nos livros didáticos da educação básica e as concepções de professores e alunos a respeito das atividades experimentais.

Para análise de cada trabalho, fez-se a identificação com as letras “art” seguidas por uma sequência numérica de 1 a 24. Os artigos foram organizados em função de seu tema de abordagem, o que permitiu a elaboração de quadro geral com o conjunto de artigos. As informações gerais constam a seguir no Quadro 3.

Quadro 3 – Artigos que abordam atividades experimentais ou investigativas no ensino de ciências na educação básica (2010-2020)

TÍTULO	AUTOR	ANO	IDENTIFICAÇÃO
Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências	Taha <i>et al.</i>	2016	art1
Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo	Souza <i>et al.</i>	2015	art2
Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio	Rauber; Quartieri; Dullius	2017	art3
Ensinando Ciências Físicas com experimentos simples no 5º ano do Ensino Fundamental da educação básica	Pereira <i>et al.</i>	2019	art4
Uma proposta experimental e Tecnológica na perspectiva de Vigotsky para o ensino de física	Evangelista; Chaves	2019	art5
Aprendizagem sobre soluções por meio de atividades experimentais e construção de mapas conceituais	Kafer; Marchi	2016	art6
Implicações do uso de Atividades Experimentais no Ensino de Biologia na Escola Pública	Morais; Santos	2016	art7
O desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental: uma reflexão a partir das atividades experimentais	Pires; Hennrich Júnior; Moreira	2018	art8
Experimentação no ensino de ciências: relação entre concepções de estudantes e professores sobre ciências e atividades experimentais	Receputi; Pereira; Rezende	2020	art9
Ensino em Ciências nos anos iniciais mediado pelas atividades experimentais: discussões envolvendo estudos na área	Rosa; Darroz; Rosa	2017	art10
Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais	Silva; Serra	2013	art11
Atividades prático-experimentais no ensino de Física	Pereira; Moreira	2017	art12
Contribuição para o Ensino de Ciências por meio de uma atividade experimental de condutividade térmica	Passoni <i>et al.</i>	2010	art13
A Perspectiva Sócio-histórica de Vigotsky e suas Relações com a Prática da Experimentação no Ensino de Química	Oliveira	2010	art14
A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos	Higa; Oliveira	2012	art15

epistemológicos e pedagógicos			
Uma Abordagem das Atividades Experimentais no Ensino de Química: Uso da Flor <i>Ixorachinensi</i> como Indicador Ácido-Base	Guerra <i>et al.</i>	2018	art16
Metodologia de experimentação como estratégia potencializadora para o ensino de química	Gonçalves; Goi	2020	art17
A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos	Catelan; Rinaldi	2018	art18
Experimentação no ensino de ciências: um olhar para os livros didáticos do ensino fundamental	Deitos; Malacarne	2020	art19
Química e meio ambiente: investigação e desenvolvimento de abordagens experimentais	Alves; Lucena; Lopes	2019	art20
Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental	Brito; Fireman	2016	art 21
Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de Ciências e Biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar	Oliveira; Cassab; Selles	2012	art22
Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades	Malheiro	2016	art23
Atividades experimentais de química nos livros didáticos de Ciências do 9º ano do PNLD 2017	Fortuna; Leite	2021	art24

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

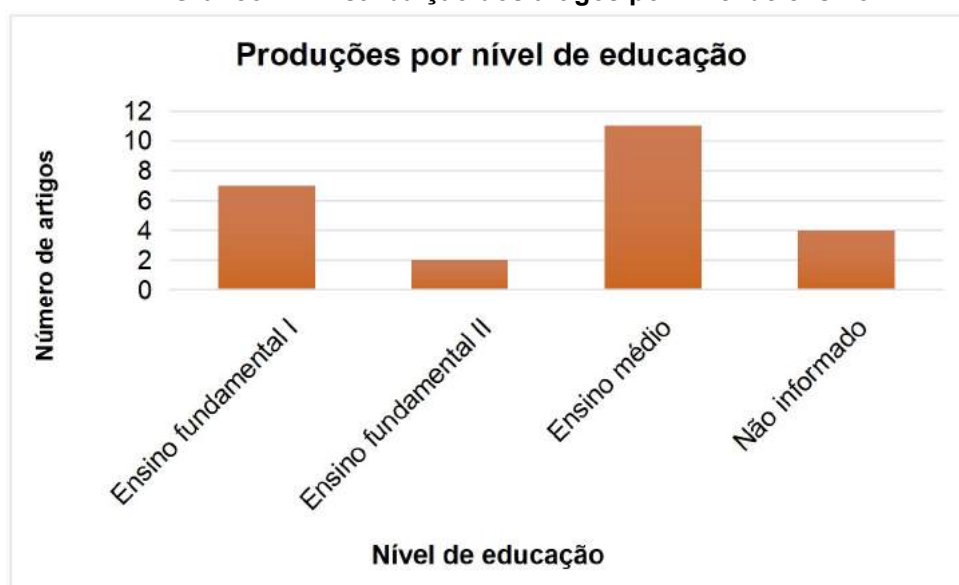
Gráfico 1 – Distribuição dos artigos abordando sobre atividades experimentais no ensino de ciências por ano, no período de 2010-2020



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

De modo geral, pode-se considerar que houve pouca publicação sobre o tema considerando-se o período de 11 anos. Verifica-se no Gráfico 1 uma distribuição quantitativa de artigos por ano pode ser considerada irregular, sendo que o número máximo de artigos por ano (5) ocorreu no ano de 2016, com distribuição equitativa nos anos 2017 a 2020. No ano de 2021 houve redução, identificando-se apenas um artigo.

Gráfico 2 – Distribuição dos artigos por nível de ensino



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Conforme revela o gráfico, as pesquisas que discutem as atividades experimentais nos anos iniciais do ensino fundamental (primeiro ao quinto ano) correspondem a 7 artigos (29%); os que abordam o tema relacionando-o aos anos finais do ensino fundamental compreendem 2 estudos (8%); o ensino médio é o que apresenta mais pesquisas sobre atividades experimentais no ensino de ciências, com 11 publicações (46%). Ainda houve 4 (17%) que não expressam claramente o nível de ensino a que se referem.

É possível observar que, considerada em relação a outros tipos de trabalho que tratam da mesma temática, a produção referente aos anos iniciais do Ensino Fundamental em artigos conforme a amostra desta pesquisa é representativa, se comparado outras pesquisas, como mostram Teixeira e Megid Neto (2012) e Silva e Queiroz (2016). Os primeiros autores realizaram levantamento de 316 dissertações e teses em ensino de Biologia, e constataram que apenas sete trabalhos se referiam aos primeiros anos do ensino fundamental. Silva e Queiroz (2016) mostraram que o ensino fundamental ainda carece de estudos com essa abordagem e atribuem essa situação ao fato de que a maioria dos pesquisadores não atuam no ensino fundamental, mas sim, no ensino médio e educação superior. Por essa razão, as atividades experimentais na última etapa da educação básica são mais frequentes, especialmente para trabalhar conteúdos das disciplinas de física e química.

No que se refere à distribuição dos temas específicos abordados com relação ao experimento ou investigação no ensino de ciências, observou-se uma expressividade em disciplinas específicas (Física, Química), mas o ensino de ciências em geral predominou. Apareceram com menor expressividade os temas concepção de professores e ou alunos sobre as atividades experimentais e livro didático conforme mostra a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Distribuição por tema de abordagem

ABORDAGEM	Nº DE ARTIGOS QUE ABORDAM	PERCENTUAL
Ensino de Física	5	21%
Ensino de Química	5	21%
Ensino de Ciências	10	42%
Ensino de Biologia	1	4%
Concepção de Professores e/ou Alunos	1	4%
Livro Didático	2	8%

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

3.2.2 As concepções sobre experimentação presentes nos artigos

Após a organização para se ter uma visão geral de sua distribuição quantitativa, os artigos foram analisados buscando-se identificar possíveis concepções de atividade experimental ou experimentação presentes nos artigos. Apenas seis artigos apontam em qual concepção teórica estão fundamentados (art5, art6, art13, art14, art18, art23). A maioria (18) artigos não expressão claramente qual sua concepção de atividade experimental. Entretanto, considerando-se características não declaradas, mas presentes nas atividades experimentais abordadas pelos autores, foi possível identificar a presença de categorias de três concepções: 1) Concepção Empirista-indutivista de atividade experimental; 2) Concepção construtivista de atividade experimental; 3) Concepção Histórico-Cultural de atividade experimental.

Quadro 4 – Distribuição das categorias que compõem os trabalhos analisados

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
Concepção Empirista-Indutivista de Atividade Experimental (art1, art2, art4, art6, art7, art9, art11, art19, art20, art24)	A empirista-indutivista tem sua origem no positivismo, é também associada ao empirismo aristotélico, atribuindo forte valor à observação e à experimentação como fontes de conhecimento (observar para construir generalizações e conclusões). As concepções expressas nos artigos são de observação como fonte do conhecimento, destacando a importância do fazer, da prática com ênfase na técnica, seguindo as regras do método científico positivista. A aquisição de conhecimentos acontece mediante a observação e realização de experimentos. Os conhecimentos são derivados dos dados da experiência, partem dos fatos para as teorias, do particular para o geral (CHALMERS, 1993).
Concepção Construtivista de Atividades Experimentais (art3, art8, art10, art12, art13, art15, art16, art17, art18, art21, art22, art23)	As concepções expressas nos artigos levam em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, propõem ensino por solução de problemas, testagem de hipótese, com tendência para atividades interdisciplinares, envolvendo o cotidiano

	para dar sentido ao conteúdo. As atividades experimentais combinam ação e reflexão para gerar conflito cognitivo. O conhecimento é fruto de interações entre o aluno com o objeto, considerando suas experiências. A aprendizagem acontece através do ativo envolvimento do aluno na construção do conhecimento (MASSABNI, 2007).
Concepção Histórico-Cultural de Atividades Experimentais (art5, art14)	As concepções expressas nos artigos consideram que a atividade experimental deve ser investigativa, desafiadora, para estimular o intelecto do aluno, possibilitando a aquisição de conceitos científicos capazes de promover a amplo desenvolvimento de suas capacidades cognitivas superiores: atenção, consciência, reflexão, percepção etc. (VIGOTSKI, 2003b). Os artigos declararam fundamentar suas análises sobre os pressupostos teóricos de Vigotsky.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.3 CONCEPÇÕES EMPIRISTA- INDUTIVISTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

A concepção empirista-indutivista tem origem no paradigma positivista e bases no empirismo aristotélico, que destaca a observação e a experimentação como fonte de conhecimento. Ou seja, considera que o conhecimento é gerado daquilo que é observado, destacando a importância do fazer, da prática com ênfase na técnica, seguindo as regras do método científico (LEITE, 2018).

Nesta concepção de experimentação o conhecimento científico é considerado como verdade provada ou descoberta, originado graças ao acúmulo de observações cuidadosas de algum fenômeno realizado por pesquisadores imparciais, que aplica o método científico para chegar a generalizações cientificamente válidas (ROSA; ROSA, 2010).

Bassoli (2014), considera que esse tipo concepção de experimentação limita as potencialidades da atividade experimental, e também faz com que os estudantes apresentem ideias superficiais em relação ao trabalho dos cientistas e à ciência como atividade humana. Gil-Pérez (1996) declara que essa concepção desconsidera

a capacidade criativa do trabalho científico, e apresenta aos estudantes uma visão distorcida acerca da construção do conhecimento científico, induzindo os alunos a percepções errôneas sobre esse processo.

Porém, essa concepção ainda predomina nas atividades experimentais de ciências, especialmente no ensino de conteúdos de física e química. Atividades nas quais o estudante terá que comprovar algo, como mostraram os estudos de Silva e Serra (2013) que abordam uma atividade experimental para “comprovar a existência do ar”; e os de Pereira *et al.* (2019, p. 183) em que o experimento consistia “em demonstrar a ação da força gravitacional e da força magnética com o objetivo de equilibrar as moedas”, mostram-se, no seu modo de organização, tributárias desta concepção.

A atividades experimentais orientadas por esta concepção têm por finalidade a comprovação de teoria, fatos, fenômenos. A atividade apresenta um roteiro pronto para ser repetido pelo aluno, com pouca ou nenhuma reflexão e tem a experimentação como um instrumento de motivação (LEITE, 2018). As generalizações feitas seguem um movimento que vai do aspecto particular do objeto para o geral, porém sem estabelecer conexões entre estes dois âmbitos do objeto e sem que haja atividade investigativa pelo aluno.

Analisando o conteúdo dos artigos, supõe-se a partir das características das atividades experimentais desenvolvidas, seus objetivos e a maneira como foram realizadas que 42% dos estudos apresentam concepção empirista-indutivista de atividades experimentais (art1, art2, art4, art6, art7, art9, art11, art19, art20, art24); e em 50% dos estudos presume-se que apresentam concepção construtivista de atividades experimentais (art3, art8, art10, art12, art13, art15, art16, art17, art18, art21, art22, art23); 8% concepção histórico-cultural de atividade experimental (art5, art14). A partir dessas considerações realizou-se a categorização das pesquisas considerando as peculiaridades das atividades experimentais realizadas nos estudos e o que havia em comum entre os autores. A seguir faz-se breve descrição dos estudos que estão sendo incluídos nesta concepção.

Taha *et al.* (2016) pesquisaram a experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de Ciências. A pesquisa foi realizada em uma escola do ensino fundamental (anos finais) da rede municipal de ensino na cidade de Uruguaiana-RS. O objetivo era conhecer as diferentes abordagens dadas à

experimentação para compreendê-las como um artefato pedagógico capaz de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Foram realizadas atividades experimentais ilustrativas e investigativas em turmas do nono e do oitavo ano para compreensão dos conteúdos conceituais de densidade e de tensão superficial dos líquidos. Após a realização dos experimentos eram feitas perguntas do tipo: Por que alguns líquidos não se misturam? Qual a relação entre densidade, massa e volume? O que faz com que algumas substâncias fiquem “boiando” em outras substâncias no estado líquido? Por que essas mesmas substâncias que ficaram boiando conseguem se misturar? que serviram para verificar a aprendizagem dos alunos e servir de base para compilar os resultados.

Comparando as respostas dos alunos após a realização dos experimentos ilustrativos e investigativos, os autores concluíram que o percentual de respostas corretas foi maior após a realização de atividades investigativas, no qual 48% dos alunos responderam às perguntas corretamente. Assim, concluíram que a experimentação investigativa contribui para a construção do conhecimento. Consideram que é importante os alunos seguirem os passos da investigação científica, buscando entender os resultados de seus experimentos, e construir seus próprios conceitos a respeito de densidade e tensão superficial (TAHA *et al.*, 2016).

Considera-se que apenas exigir que os alunos sigam os passos da investigação científica não garante a construção de conceitos pelo discente. O professor precisa planejar, organizar, conduzir e orientar o aluno para isso aconteça. A realização do experimento em si não tem essa capacidade. As mediações do professor, sujeito com maiores capacidades, é fundamental para conduzir o discente ao processo de aquisição de saberes.

Souza *et al.* (2015) realizaram um experimento simples e de baixo custo para discutir conteúdos de física (óptica). Os autores buscaram discutir duas questões: Por que não utilizamos a abordagem da luz como onda de forma mais ostensiva nas aulas de óptica do ensino médio? como podemos dialogar com nossos alunos sobre a natureza ondulatória da luz e o regime onde a óptica geométrica tem validade?

Os autores consideraram que essa é uma discussão importante para o ensino de óptica devido as consequências desse conhecimento para compreensão do mundo e suas aplicações tecnológicas; que pode colaborar para melhorar a qualidade da aprendizagem do tema nas aulas de física. A atividade experimental realizada explorou a difração da luz. Os autores consideraram que esse experimento

pode abrir novas possibilidades para abordar a natureza ondulatória da luz nas aulas do ensino médio, sendo esse o principal objetivo do trabalho (SOUZA *et al.*, 2015).

Souza *et al.* (2015) revelaram que através das observações dos efeitos evidenciados por sua proposta experimental os próprios estudantes podem fazer suas conjecturas para explicar a natureza da luz e, conseqüentemente, estabelecer conexões entre a óptica e o eletromagnetismo. Afirmaram que o experimento com difração tem a capacidade de fazer medidas precisas e confiáveis de objetos, possibilitando o estudante conhecer uma nova técnica de medida utilizando a luz, além das possíveis discussões acerca de tratamento de dados experimentais.

Considera-se que as perguntas feitas para nortear as discussões pouco contribuem para o entendimento do conteúdo óptica, não são questões problematizadoras, instigantes e/ou que desperte o desejo do aluno em aprender. Ao contrário, são questões que provavelmente não fizeram sentido aos estudantes. Uma atividade experimental para conhecer técnica e exploração/observação do fenômeno de difração da luz pouco contribui para o desenvolvimento multidimensional do aluno, visto que as potencialidades de um experimento com esse foco são bem limitadas.

Com a intenção de despertar o interesse dos alunos, estimular a sua criatividade para resolver situações-problema do seu cotidiano e validar que, dentro da visão teórica e prática, a utilização da experimentação é peça fundamental no processo de ensino-aprendizagem. Pereira *et al.* (2019) realizaram cinco atividades experimentais relacionadas aos conteúdos de ciências (temas sobre força gravitacional, força magnética, inércia, 3ª lei de Newton, combustão e pressão atmosférica) com 37 alunos do 5º ano do Ensino Fundamental e dois professores de Ciências, de uma escola pública municipal de Breves-PA.

As atividades experimentais foram realizadas nas salas de aula com materiais alternativos para proporcionar o contato direto dos estudantes com os experimentos e conteúdos abordados nas ciências físicas, estimular a curiosidade e participação deles. Pereira *et al.* (2019) afirmaram fazer uso de uma metodologia de caráter investigativo- construtivista, mas desenvolveram a primeira atividade experimental (moeda equilibrada) para demonstrar a ação da força gravitacional e da força magnética. Esse experimento exigia do aluno equilibrar três moedas na vertical usando dois suportes de isopor, sobre eles uma régua e por cima da régua um ímã,

e ao puxar as moedas elas ficavam “em pé” devido a força magnética do imã que não as deixavam cair.

O experimento 2: denominado a vela que atrai água, foi escolhido para trabalhar comprovar o fenômeno da combustão. O experimento consistiu em fixar uma vela dentro de um prato e colocar água até as bordas dele. Em seguida a vela era acessa e um copo colocado sobre a vela, dentro de alguns segundos a vela se apagava. Os autores consideram que essa atividade foi importante para mostrar que a terra é composta por vários elementos, entre eles o gás oxigênio, que ao reagir com o combustível (a vela) libera calor e luz (PEREIRA *et al.*, 2019).

O experimento 3: Moeda que cai no copo, foi utilizado para trabalhar o conceito de inércia. Os autores antes de iniciarem o experimento fizeram uma breve explanação sobre a lei da inercia. O experimento foi realizado usando um copo, uma folha e uma moeda. Em cima do copo colocaram uma folha de papel A4 e sobre a folha uma moeda e solicitaram um voluntário da turma para demonstrar o experimento. Antes que o aluno puxasse o papel foi perguntado o que aconteceria com a moeda. As respostas das turmas foram que a moeda viria junto com o papel. O aluno foi orientado a realizar o experimento puxando o papel com força, e a moeda caiu dentro do copo. Vários alunos repetiram o experimento que segundo os pesquisadores, serviu o entendimento facilitar o entendimento sobre o princípio da inércia (PEREIRA *et al.*, 2019).

No experimento 4: foguete de balão, os alunos foram orientados a formarem duplas e desafiados a construir um protótipo de foguete (com 1 balão, 1 canudinho, 1 pedaço de barbante e fita) movido a ar e que utilizasse a Lei da Ação e Reação para se movimentar. Ou seja, o experimento foi usado para verificação da terceira lei de Newton. E, o experimento 5: foguete de água, foi usado para demonstrar a terceira lei de Newton.

Todas as atividades experimentais realizadas por Pereira *et al.* (2019) tiveram a intenção de comprovar teorias e leis (gravitação e 1º e 3º lei da Newton) a partir da observação de fenômenos trabalhados na experimentação. A análise da aprendizagem ocorreu através da avaliação de desenhos explicativos construídos pelos alunos, que para os pesquisadores serviram para comprovarem que os alunos compreenderam os conceitos abordados, atingindo aos objetivos propostos.

Assim, os pesquisadores concluíram que os experimentos auxiliaram na construção do conhecimento científico dos alunos. Afirmaram que o contato, a

manipulação e o espaço aberto aos alunos contribuíram para participação deles no processo de ensino e aprendizagem. Considera-se que as atividades de desenvolvidas com foco na comprovação, demonstração de princípios e teorias, e observação de fenômenos raramente contribui para promoção de novas ideias, questionamentos, aquisição de conhecimentos científicos pois memorizar, repetir procedimentos não leva o aluno a busca pelo conhecimento, na verdade restringe o discente a posturas passivas, no qual os esforços intelectuais são mínimos (PEREIRA *et al.*, 2019).

Kafer e Marchi (2015) realizaram atividades experimentais com alunos da 2ª série do Ensino Médio para abordar os assuntos de solubilidade e concentração de soluções. O estudo foi desenvolvido com o intuito de investigar a contribuição das aulas experimentais na melhoria dos processos de ensino e aprendizagem em química e diversificar as aulas. As pesquisadoras acreditam que tais atividades podem despertar o interesse do aluno para o estudo do conteúdo dessa disciplina.

Os estudantes foram divididos em grupos para realização de um experimento utilizando materiais do laboratório de química da instituição – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, município de Alegrete-RS. Cada grupo recebeu um roteiro pré-elaborado. Além da aula experimental no laboratório, também foi realizado a construção de mapa conceitual pré e pós-atividades, utilizando-se o software Cmap Tools. As autoras destacaram que a construção e o acompanhamento da aprendizagem se deram a partir das discussões e análises realizadas pelos estudantes no laboratório de química, enquanto desenvolviam o experimento. Não foi explicado como o experimento aconteceu (montagem, etapas etc.), apenas foi relatado pelas autoras o que cada grupo observou durante a realização do experimento (KAFER; MARCHI, 2015).

O primeiro grupo a realizar o experimento o fez para verificação da solubilidade de gás em líquido e puderam observar a diferença de solubilidade de um gás em um sistema aquecido e quando estava em temperatura ambiente. O segundo grupo realizou o experimento “solubilidade e concentração formada por sólido e líquido”, no qual o líquido se encontrava em diferentes temperaturas. O grupo, verificou a diferença de solubilidade de um sólido (CuSO_4) dissolvido em água. Os estudantes faziam observações que serviam de fundamento para buscar explicações e tecer comentários. Desse modo, eles observaram que a mesma quantidade de soluto dissolvia de forma diferente em cada sistema. O terceiro grupo

realizou o experimento sobre solução supersaturada. Segundo as autoras, esta atividade possibilitou aos estudantes a construção e/ou aprimoramento dos conhecimentos que já possuíam, visto que os conceitos/conteúdos já haviam sido abordados em sala de aula (KAFER; MARCHI, 2015).

Para as autoras a experimentação no ensino pode ser compreendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias. Afirmam que os alunos compreenderam os conceitos relacionados ao conteúdo de soluções e consideraram que as atividades proporcionaram uma aprendizagem significativa. Os experimentos para comprovação e verificação de leis e fenômenos como os desenvolvidos por estas autoras, não permitem o entendimento amplo dos conceitos/conteúdos/objeto em estudo, não estabelece relações entre o que se estuda com aspectos da vida, e por isso limita o aluno ao desenvolvimento de capacidades elementares como observar, relatar, manipular, quando se espera que o ensino de ciências contribua para desenvolver capacidades superiores, refletir, generalizar, analisar etc.

Morais e Santos (2016) realizaram pesquisa sobre atividades experimentais no ensino de biologia. A investigação relatada no artigo é parte de uma pesquisa de mestrado realizada com 70 estudantes das três séries do Ensino Médio na zona rural de Patos de Minas, por um período de 18 meses. O objetivo foi verificar a influência de uma sequência didática com atividade experimental, na motivação dos estudantes em relação à disciplina de Biologia e verificar a possibilidade de aplicar a sequência tendo como aporte a perspectiva histórico-cultural e a Dinâmica dos Três momentos Pedagógicos.

As questões de pesquisa foram: quais as implicações e a influência da aplicação de uma sequência didática usando atividades experimentais na motivação dos estudantes nas aulas de Biologia numa escola pública? É possível desenvolver uma sequência didática fundamentada na complementaridade da Dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos e na perspectiva histórico-cultural? A pesquisa consistiu na aplicação de sequências didáticas com uso de atividades experimentais.

A sequência didática foi composta por etapas denominadas de: Problematização inicial; Organização do conhecimento; aplicação do conhecimento. A problematização inicial foi realizada pelo questionamento: com tanta campanha de combate e prevenção da dengue na cidade e no país, existem casos da doença e risco de epidemia? Para a organização do conhecimento foi requerido dos alunos a

realização de pesquisa bibliográfica orientada em grupo; aulas dialogadas e atividade experimental construção da mosquitérica (um instrumento que interrompe o ciclo vital dos mosquitos do gênero *Aedes*).

Na etapa de aplicação do conhecimento, os alunos construíram textos dissertativos: dengue e seus possíveis impactos sociais e econômicos; participaram de uma aula de campo “combate aos focos do *Aedes aegypti*” e realizaram a montagem de um painel com charges educativas. Os resultados apontaram que é possível desenvolver na escola uma sequência didática fundamentada na complementaridade de duas correntes teóricas diferentes como a Dinâmica dos Três momentos Pedagógicos e na perspectiva histórico-cultural. Indicaram também, segundo os autores, que a sequência didática com o uso de atividade experimental nas aulas de Biologia contribuiu para o aumento da motivação dos estudantes, e estimulou o senso investigativo dos sujeitos participantes (MORAIS; SANTOS, 2016).

Receputi, Pereira e Rezende (2020) realizaram pesquisas sobre concepção de professores e alunos acerca da experimentação no ensino de ciências. O objetivo consistia em apresentar os resultados de uma revisão bibliográfica sobre a concepção de estudantes e professores acerca das atividades experimentais no ensino de ciências. Para isso, realizaram um mapeamento preliminar e não sistemático sobre o tema na base de dados bibliográficos Google Scholar. Foram selecionados 30 estudos incluindo pesquisas nacionais e estrangeiras, teses, dissertações, artigos e trabalhos apresentados em Congressos.

Em síntese, os resultados da revisão bibliográfica feita por estes pesquisadores mostraram três aspectos importantes para o ensino de ciências. Primeiramente que as concepções de alunos do ensino fundamental, ensino médio, graduandos, pós-graduandos e professores do campo das ciências naturais sobre as características das ciências, em geral, têm um caráter ingênuo, remetendo a visões idealistas e empiristas acerca da atividade científica.

Para grande parte destes sujeitos, as atividades experimentais são práticas realizadas em laboratórios, sinônimo de uma sequência pré-determinada de passos, que visam a obtenção de verdades ou a comprovação de teorias, reflexo de sua visão idealista da ciência. O segundo aspecto relaciona-se às variações observadas nas concepções de estudantes e professores. Embora apresentem pontos em comum em relação às características das ciências, há pequenas mudanças nessas concepções ao longo de seu percurso formativo. O terceiro aspecto, embora os

resultados relatados nas literaturas não sejam consensuais, as pesquisas indicam que as estratégias e ações desenvolvidas pelos professores refletem suas concepções epistemológicas sobre ciência. Depreenderam que a experimentação é um aspecto central nas concepções epistemológicas dos professores e que as concepções que possuem sobre o papel da experimentação no ensino de ciências influenciam seu planejamento e execução. Portanto, a investigação sobre as concepções de atividades experimentais no ensino de ciências é relevante (RECEPUTI; PEREIRA; REZENDE, 2020).

Silva e Serra (2013) realizaram investigações sobre atividades experimentais em física. A pesquisa buscou investigar conhecimentos e contribuições dos alunos nas atividades experimentais e influência destas na motivação para a aprendizagem. A pesquisa foi desenvolvida com 17 alunos da segunda série do ensino fundamental de uma escola municipal da cidade de Dourados-MS. Os experimentos eram realizados por meio de “problemas” para comprovar a existência do ar.

Primeiro problema: como fazer uma lata vazia permanecer no fundo de um recipiente com água? O experimento consistia em um aluno empurrar uma lata vazia de boca para baixo sobre a superfície da água até o fundo do recipiente. Os pesquisadores faziam perguntas a turma do tipo: se o aluno soltar a lata, o que irá acontecer? A partir dessas interações os alunos concluíram que o ar impedia que a lata afundasse, sendo assim comprovada a sua existência.

O segundo problema: como colocar o papel dentro do copo e afundar esse copo no recipiente, de forma que esse papel não se molhasse? O experimento consistia em colocar o copo de ponta-cabeça na água, empurrando-o para o fundo de um recipiente. E, o terceiro era como fazer um cata-vento girar. No último experimento os alunos deveriam soprar o funil para que o cata-vento pudesse girar, e assim era comprovada a existência do ar.

Todos os experimentos estavam relacionados a comprovação da existência do ar. Para isso, os alunos deveriam observar atentamente os experimentos e seguir os passos planejados pelos pesquisadores que faziam perguntas dirigidas a resolução dos “problemas” propostos, de modo que os alunos pudessem perceber a presença do ar em cada experimento. Ao final de cada experimentação, era solicitado aos alunos que realizassem em papel, seus relatos da atividade desenvolvida. Condição-se que esse tipo de experimento, como roteiros prontos, não permite o aluno usar sua imaginação, buscando alternativas para resolução do que

foi proposto, não despertar sua curiosidade já que foi determinado o que ele deve fazer (SILVA; SERRA, 2013).

Deitos e Malacarne (2020), realizaram pesquisa para analisar como a coleção de livros didáticos de ciências da natureza, Ligados.com Ciências, escolhido para ser usado no triênio 2016/2018 abordava as atividades experimentais. O objetivo foi verificar as concepções implícitas nas propostas de experimentação presentes no livro didático que atendiam às turmas de 2º ao 5º ano do Ensino Fundamental. Esses livros foram escolhidos pela rede municipal de educação de Cascavel-PR, pautados na lista fornecida pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

A partir das análises, os autores verificaram baixa frequência de experimentos nos livros didáticos que influenciavam positivamente o aprendizado dos alunos. A grande maioria das atividades experimentais propostas estavam voltadas à concepção simplista e verificacionista de experimentação, fazendo uso de experimentos baseados na cópia e reprodução de leis e conceitos como verdades absolutas (DEITOS; MALACARNE, 2020).

Os autores concluíram que os experimentos presentes nos livros didáticos do Ensino Fundamental ainda precisam avançar. Precisam priorizar o aluno enquanto construtor do seu saber, levando-o a desenvolver o pensamento reflexivo. Consideram urgentes as mudanças nas propostas metodológicas com relação à experimentação, bem como a sua frequência, pois as atividades encontradas imperam aos processos mecânicos de produção e de aprendizagem que pouco contribui para o desenvolvimento intelectual do aluno. Os experimentos da coleção analisada não partem de questões problemáticas, o que compromete o desenvolvimento da capacidade de reflexão. São experimentos baseados na observação e realização de procedimentos. Não levam a investigação, a exploração de ideias e seus confrontos. E, não há um olhar questionador frente às atividades experimentais propostas.

Alves, Lucena e Lopes (2019) investigaram abordagens experimentais em química. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG) em Araçuaí-MG, e objetivou relacionar aspectos ambientais ao ensino de química a partir de experimentos que, segundo estes autores, podem ser reproduzidos em diferentes instituições de ensino, considerando as mais diversas infraestruturas. Os autores informaram que as atividades foram elaboradas sob uma ótica investigativa, mediante a utilização de

materiais de baixo custo, disponíveis nas diferentes regiões brasileiras. Dessa maneira, realizaram duas atividades experimentais.

A proposta de atividade experimental 1 denominada: efeitos da temperatura e do uso excessivo de agroquímicos sobre a microbiota do solo; e a proposta de atividade experimental 2 chamada de: estudo da pigmentação de sementes de urucum através de cromatografia em papel. Para os autores, o experimento 1 fomentou discussões interdisciplinares através da abordagem prática e uso de conceitos químicos na compreensão das transformações envolvidas, contextualizando o ensino que pode ser adequando a inúmeras localidades.

No caso da atividade experimental 2, os autores realizaram uma atividade experimental usando o Urucum. Nessa atividade, de acordo com os autores era possível discutir diferentes elementos presentes no conteúdo programático do ensino médio, entre os quais destacaram: a polaridade; o estudo das interações intermoleculares e análise das moléculas orgânicas e seus grupos funcionais (ALVES; LUCENA; LOPES, 2019).

Considera-se as atividades propostas por estes autores não como atividades investigativas, mas procedimental, visto que os alunos realizam as atividades por meio de um roteiro com o passo a passo a ser seguido para observação dos fenômenos relacionados aos conteúdos trabalhados. Na visão dos autores devido os experimentos demandarem insumos de baixo custo e requerem estruturas simples, podem “reproduzidos nos mais diversos contextos”. Essa é uma ideia que desconsidera fatores importantes para a prática experimental, como qualificação profissional, conhecimento prévios dos alunos, suas vivências entre outros aspectos, mostrando uma visão da experimentação muito reduzida e simplista. Mostraram também uma visão de ciências reprodutivista, com intenção apenas de reproduzir procedimentos para verificar fatos e fenômenos. Ou seja, uma concepção que limita a interpretação de resultados pelos discentes e conseqüentemente restringe o seu desenvolvimento cognitivo (ALVES; LUCENA; LOPES, 2019).

Fortuna e Leite (2021) realizaram estudo sobre as atividades experimentais presentes nos Livros Didáticos (LD) de ciências do 9º ano do PNLD 2017, com objetivo de investigar quais as características que esses livros apresentavam em relação às atividades experimentais propostas. A análise foi realizada em etapas em três etapas. Primeiro foi feito a identificação os conceitos químicos presentes nos livros didáticos. Em seguida a identificação da existência de proposições de

atividades experimentais ao longo do LD e suas relações com o conteúdo. Por fim, a classificação e análise das atividades experimentais conforme as adaptações de Leite (2018), sendo categorizadas em: empírico-indutivista, demonstrativa, ilustrativa e investigativa. Foram analisadas 12 coleções correspondentes ao 9º ano.

As autoras consideram que as atividades experimentais são recurso que possibilitam a articulação entre os fenômenos e a teoria. Afirmaram que concepções tradicionais de ciências são presentes nesses livros didáticos, sendo as atividades experimentais baseadas na comprovação de teoria e no método empírico-indutivo. Constataram que a maior parte das atividades experimentais sugeridas nas obras eram do tipo ilustrativas, sendo 40 atividades, em um total de 76. Em geral o objetivo consistia em melhorar a compreensão dos conceitos químicos: densidade, separação de misturas e reações químicas, conteúdos frequentemente abordados nos LD (FORTUNA; LEITE, 2021).

Revelaram que é frequente a presença de características empírico-indutivistas nos materiais e aulas de Ciências, e que estas podem interferir nas representações que os estudantes possuem acerca da ciência, dos cientistas e do trabalho científico. Em síntese, as autoras revelaram que as atividades experimentais ilustrativas consistem na execução por parte do aluno de procedimentos definidos no LD, resumindo-se em observar o que aconteceu, ou seja, o fenômeno químico, responder perguntas feitas pelo professor e por fim, representar/ explicar/ reproduzir o que aconteceu, isto é, descrever o fenômeno observado, demonstrado dessa forma o seu aprendizado.

Fortuna e Leite (2021) consideram que essa concepção tem a atividade experimental como recurso para comprovação de ideias, fatos, fenômenos, leis, destacando o papel da descoberta. E, sugeriram mudanças nos LD, nos componentes curriculares e na formação docente para que seja possível enfrentar esse tipo de concepção e apresentar novas e diferentes maneiras de realizar experimentação. Consideram que seja necessária uma integração de conceitos e uma linguagem apropriada conforme a capacidade de desenvolvimento cognitivo dos estudantes, isso porque alguns livros apresentam conteúdos voltados para o ensino médio, ou seja, que exige o domínio de uma linguagem incompatível com as dos estudantes de ensino fundamental.

Na concepção empirista-indutivista, em geral as atividades experimentais têm início com os alunos realizando a observação de fenômenos, seguidos de execução

de procedimentos, e a partir disso, respondem questões e representam por escrito ou desenhos o que foi observado e aprendido. Essa concepção destaca nas experimentações realizadas o papel da observação e da descoberta, usando roteiro pronto. Característica essa que à organização, o planejamento, a pesquisa, a análise ou interpretação e reflexão dos resultados pelos estudantes são superficiais (LEITE, 2018).

A realização de experimentação dessa maneira faz com que os discentes apresentem uma visão limitada, ou seja, simples, equivocada em relação ao trabalho dos cientistas e do fazer ciência, como atividade humana, que é feita de erros e acertos (BASSOLI, 2014). Não contribui para o desenvolvimento omnilateral, para formar uma visão crítica, reflexiva, para desenvolver a criatividade e autonomia do estudante. Ademais, a concepção empirista-indutivista, comum nas atividades experimentais, coopera para limitar o estudante, induzindo uma aprendizagem restrita a baixos níveis cognitivos em detrimento de uma postura investigativa, autônoma e reflexiva.

3.4 CONCEPÇÕES CONSTRUTIVISTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

As atividades experimentais com bases construtivistas, são organizadas de modo a considerar o conhecimento prévio dos alunos e seu contexto de vida, buscam promover no aluno, a aprendizagem e a compreensão (MORTIMER, 1996). Os experimentos são elaborados a partir de situações problemas que possam fazer sentido aos escolares. Os artigos inclusos nesta categoria enfatizaram a necessidade da atividade experimental fomentar situações problematizadoras, procedimentos que valorizam a ação dos alunos e contribuam para um ensino mais dinâmico e participativo, nas quais o aluno desempenha um papel investigativo.

Nessa concepção, o conhecimento do aluno é construído ou reconstruído a partir de estrutura de conceitos já existentes e conta com a mediação do professor. Assim, a discussão e o diálogo assumem um importante papel e as atividades experimentais são repletas de ação e reflexão (ROSITO, 2003). Nessa concepção estão os artigos (art3, art5, art13, art16, art17, art21), a seguir discute-se cada um.

Rauber, Quartieri e Dullius (2017) realizaram pesquisas com estudantes do Ensino Médio, para a realização de atividades experimentais investigativas de

Ciências, através do projeto “Formação de investigadores a partir de experimentos interativos”. A pesquisa teve duração de um ano (2014 a 2015), e contou com a participação de catorze alunos do Ensino Médio, duas professoras de Física, Química e Matemática da Educação Básica, bolsistas de Iniciação Científica dos Cursos de Engenharia e professores-pesquisadores da Univates. O artigo teve o objetivo de socializar as contribuições das atividades experimentais para despertar a curiosidade e a investigação pela área de Ciências Exatas.

Os pesquisadores buscaram conhecer motivações que os levaram os sujeitos a participar do projeto, bem como os conhecimentos que possuíam acerca dos termos experimentação, ciência, e quais suas experiências com atividades experimentais e utilização do computador, como softwares, que normalmente utilizavam no seu dia a dia. Os experimentos (de física, química e matemática) foram apresentados pelo grupo de pesquisa e tinham como objetivo desafiar os discentes sobre alguns conceitos, incentivando-os a investigar e buscar respostas por meio da experimentação. As autoras consideram que a participação na pesquisa oportunizou aos alunos adquirir novos conhecimentos por meio das atividades experimentais investigativas (RAUBER; QUARTIERI; DULLIUS, 2017).

Identificaram que as atividades experimentais foram relevantes porque oportunizou os alunos manipular, observar, prever, interpretar, investigar e analisar, seu objeto de estudo, levando-os a estabelecer conexões entre os elementos teóricos e práticos de cada conteúdo, e a construção de sua aprendizagem. Por essa razão, as autoras consideram que a experimentação colabora para a formação de alunos investigadores e formadores de próprio conhecimento (RAUBER; QUARTIERI; DULLIUS, 2017).

Passoni *et al.* (2010), uma atividade experimental de condutividade térmica, cujo objetivo do trabalho consistia em levar o aluno a investigação e a construção de conhecimento a partir da elaboração de hipóteses, de modo a encontrar respostas a seus questionamentos utilizando-se da linguagem científica. Os autores fundamentaram-se nas ideias de Paulo Freire, Ausubel e Moreira. Por essa razão, a escolha do tema problematizador partiu dos alunos, o que consideraram interessante para realizar as investigações e aprender. Para os autores o diálogo se constituiu fonte de incentivo, e orientação.

A primeira etapa do experimento partiu da observação de fenômenos relacionados ao tema problematizador. Posteriormente, seguiram a etapa de

problematização, formulação de hipóteses utilizando o conhecimento prévio dos alunos. Ao final os estudantes buscaram resoluções para as questões propostas, confrontando-as com suas hipóteses. A atividade consistiu em observar o fenômeno de condução de calor em diferentes materiais orientadas por um roteiro feito pelos pesquisadores. Após isso, os alunos identificaram os materiais condutores e isolantes térmicos por meio da análise da diferença de temperatura e de tempo cronometrado, verificando quem são melhores condutores de calor (PASSONI *et al.*, 2010).

A partir da observação de fenômenos relacionados a condutividade de materiais, algumas questões associadas a situações do cotidiano foram elaboradas, permitindo contextualizar as questões ao tema condutores e isolantes. Após a experimentação os estudantes perceberam que não existe um único fator responsável para a determinação das características de materiais isolantes e condutores de calor. A abordagem da atividade experimental segundo os pesquisadores, possibilitou a participação ativa de estudantes, a aproximação dos conteúdos com a realidade deles e aquisição do conhecimento científico.

O experimento realizado por estes autores não tem caráter investigativo e/ou problematizador, pois não leva o aluno a buscar, questionar, discutir, ao contrário, observar a condução de calor e identificar materiais condutores e isolantes pouco contribui para o desenvolvimento do senso crítico, autonomia, ampliar a visão do aluno (PASSONI *et al.*, 2010).

Guerra *et al.* (2017), organizaram uma atividade experimental com alunos do ensino médio, para trabalhar em química o conteúdo ácido e bases, através de materiais simples e de baixo custo. Foi utilizada uma planta que apresenta componentes químicos que serve como indicadores naturais. Estes autores acreditam que a experimentação contextualizada sobre o tema ácido-base, e uso de materiais que fazem parte do dia a dia dos escolares, auxiliaram na compreensão dos conteúdos.

Após seguir as algumas etapas do método científico (coleta do material, preparação, observação, análise, levantamento de hipótese, teste, discussão dos resultados). O experimento foi considerado eficaz porque conseguiu comprovar que a referida planta serve como indicadora de soluções ácido-base e porque na concepção dos pesquisadores, foi desenvolvida uma atividade investigativa,

permitindo que os estudantes elaborassem hipóteses e exercitassem o pensamento crítico-científico (GUERRA *et al.*, 2017).

Como os alunos podem construir conhecimento científico a partir da experimentação no ensino de química foi o objetivo da pesquisa realizada por Gonçalves e Goi (2020). A questão de pesquisa: como os conhecimentos científicos (habilidades) podem ser construídos a partir da metodologia de experimentação no ensino de Química na Educação Básica? A pesquisa responder a essa questão, foi realizada experimentos de química com alunos do primeiro ano do ensino médio da escola Estadual de Vila Nova do Sul-RS.

Para responder a essa questão, foi desenvolvida uma sequência didática que incluía a realização de experimentos. Estes foram divididos em quatro blocos. O primeiro experimento tratava da temática Sistemas, Misturas Homogêneas e Heterogêneas. A situação problema proposta pelas autoras foi: são encontrados muitos materiais e, a maioria deles, é a mistura de várias substâncias. Na cozinha de nossa casa, por exemplo, encontramos substâncias que são misturas, as quais podem ser agregadas a outras misturas, formando novas misturas. Tais misturas podem ser classificadas como homogêneas ou heterogêneas. Sendo assim, como poderíamos identificar os diferentes tipos de misturas? Demonstre experimentalmente como essa identificação pode ser realizada.

Esta é uma situação problema que apresenta conotação empírica, não havendo uma preocupação em realizar ações que fazem os alunos irem em busca de soluções para os problemas, confrontar informações, questionar, serem ativos no processo de aprendizagem (GONÇALVES; GOI, 2020).

O segundo experimento abordou a separação de misturas no tratamento da água. A situação-problema: existem dois tipos de misturas, as homogêneas e as heterogêneas. As misturas homogêneas são aquelas que apresentam um único aspecto, uma única fase, também chamadas de soluções. As misturas heterogêneas são aquelas que exibem duas ou mais fases. A água da torneira e a água mineral são exemplos de soluções, ou seja, misturas homogêneas. A água que chega às nossas torneiras vem de poços artesianos, rios ou cacimbas, e para que se torne potável, ela deve ser tratada. Sendo assim, como se dá o tratamento e o abastecimento de água em sua cidade? A partir da pesquisa, proponha um método experimental de separação de misturas (purificação) para tornara água potável, própria para o consumo, a partir de uma amostra barrenta.

Esta situação problema exigiu que o estudante refletisse, e entrasse em busca por alternativas para purificação da água, que também é um problema real, provavelmente fazendo parte da realidade de alguns alunos e fazendo sentido para estes. O terceiro experimento abordou o tema misturas heterogêneas e a densidade. A situação-problema posta pelas autoras foi: determinadas substâncias apresentam propriedades físicas diferentes. Por exemplo, quando misturamos óleo e água, forma-se uma mistura heterogênea onde o óleo fica na parte superior da mistura e a água no inferior. Isso ocorre devido à diferença de densidade desses materiais. Utilizando o exemplo citado, como se pode, experimentalmente, identificar a diferença de densidade dos materiais, a partir de dados exemplos? (GONÇALVES; GOI, 2020).

O quarto e último experimento foi realizado para trabalhar o conteúdo separação de misturas. A situação-problema posta: dois pescadores ficaram à deriva no mar por muitos dias e a água potável foi contaminada pela água do mar. Como eles estavam ficando debilitados por falta de alimento e água, precisavam tornar a água do mar própria para ser consumida. Como obter água potável ou pelo menos com salinidade menor? Nesta situação problema existe a tentativa de instigar o aluno a pensar, refletir sobre tais alternativas. Estas podem levar ao desenvolvimento e manifestação de habilidades cognitivas.

A partir desse trabalho as autoras relataram que foi possível levantar características importantes do uso das atividades experimentais na Educação Básica, como maior participação dos alunos durante as aulas; capacidade de trabalhar em grupos; aprimoramento da escrita entre outros (GONÇALVES; GOI, 2020).

Brito e Fireman (2016) realizaram uma pesquisa qualitativa com alunos do quinto ano do ensino fundamental com o objetivo de verificar se o ensino de ciências por investigação é uma metodologia eficaz para promoção da alfabetização científica nos anos iniciais. Para isso, foi planejada uma sequência didática partindo da questão: de onde vem o arco-íris? A sequência didática era composta de seis momentos: verificando o conhecimento inicial sobre o assunto, propondo o problema, agindo sobre os objetos para ver como eles reagem, tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado, dando explicações causais, e por fim, aprofundando o conhecimento.

Para cada momento da sequência didática havia um objetivo correspondente. Entre os objetivos de cada etapa da sequência, havia: verificar as ideias prévias que os alunos possuem sobre o conteúdo. Os professores faziam intervenções e questionamentos para que os alunos refletissem e tentassem formular uma explicação para a origem do arco íris. As perguntas era: por que o arco-íris aparece no céu? Como fazer aparecer a imagem de um arco-íris no quadro branco usando a lanterna e essa bacia com água?

Os questionamentos, as discussões coletivas fizeram com que aos poucos os alunos fossem aprimorando as explicações. Também foram usados texto e vídeos que segundo as autoras, aliada a experimentação, contribuiu para o entendimento de como é formado o arco íris.

Por fim, as autoras apontaram que o ensino de ciências por investigação se constitui uma prática pedagógica que contribui para a alfabetização. Esse tipo de experimentação que parte de situações problemas a investigar, observação e participação ativa do aluno, que gere consciência e compreensão das ações realizadas, passando pela sistematização de ideias, é uma alternativa de atividade experimental que contribui para que os alunos possam construir conceitos científicos, e desenvolver-se cognitivamente, visto que o induz a investigar o problema proposto não de forma não superficial, mas aprofundada (BRITO; FIREMAN, 2016).

A produção de pesquisadores brasileiros acerca da experimentação no ensino de ciências e biologia foi objeto de discussão de Oliveira, Cassab e Selles (2012). Eles analisaram um conjunto de 15 artigos acadêmicos sobre experimentação publicados no período de 1990 a 2009. Os autores estavam em busca de respostas para os seguintes questionamentos: é possível reconhecer grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática? quais concepções de experimentação dão suporte aos estudos? quais são os referenciais teóricos e as metodologias mais frequentes? entre outras.

Os resultados encontrados sugerem a não existência de grupos ou pesquisadores voltados especificamente para essa temática. Foi encontrado para a experimentação em Biologia no Ensino Médio uma baixa representatividade, apenas duas pesquisas, enquanto no Ensino Fundamental, existem 13 referências. Há predomínio de pesquisas voltadas ao ensino fundamental em relação ao ensino médio. A experimentação foi fundamentada a partir de referenciais cognitivistas, apoiados nas pesquisas de Piaget e Vigotsky.

Nesse sentido, os trabalhos analisaram a participação dos alunos considerando-os como sujeitos interativos, construtores do seu conhecimento por meio de suas ações e interações que estabelecem com o meio a sua volta. A segunda concepção mais frequente nos trabalhos estavam relacionadas a concepção empirista, em que a experimentação enfatiza o contato direto com fenômenos, o desenvolvimento de habilidades práticas e técnicas como a manipulação de equipamento, instrumentos e a observação (OLIVEIRA; CASSAB; SELLES, 2012).

Os autores apontaram também que a maioria das pesquisas nacionais no período analisado (11 artigos) tem se apoiado na literatura para criticar a não utilização de atividades experimentais na prática docente e ressaltar a sua importância no ensino das disciplinas escolares ciências e biologia. E apontaram que as propostas experimentais com características construtivista, depositavam ênfase considerável no valor da observação e da experiência direta, isto é, numa perspectiva empirista de aprender ciências, e não enfatizam suficientemente o processo de aquisição de novas estruturas para reinterpretar a experiência e transcender o pensamento de senso-comum.

Pires, Hennrich Júnior e Moreira (2018) apresentam revisão bibliográfica sobre as atividades experimentais discutidas em artigos, dissertações e teses. O objetivo da pesquisa foi avaliar nas publicações do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, no período de 1997 a 2017, elementos das propostas metodológicas pautadas em atividades experimentais que contribuíssem para o desenvolvimento do pensamento crítico, em específico, para os anos iniciais do Ensino Fundamental. O problema de questão elaborado por eles: Que aspectos são desvelados em estudos científicos sobre a experimentação no Ensino de Ciências no que diz respeito a sua possível contribuição para o desenvolvimento do pensamento crítico?

Os resultados compartilham da ideia de que as atividades experimentais no ensino de ciências podem trazer contribuições para o desenvolvimento da consciência crítica do aluno frente às diversas questões envolvendo a sociedade (sociais, econômicas, ambientais, políticas, entre outras), e colaborar com uma educação crítica e científica do sujeito desde os primeiros anos de vida escolar. Os pesquisadores procuraram evidenciar as potencialidades das atividades

experimentais para o desenvolvimento do pensamento crítico, visando a emancipação e humanização dos sujeitos.

A pesquisa realizada por Rosa, Darroz e Rosa (2017) analisou a forma como as atividades experimentais têm sido exploradas em teses e dissertações brasileiras, confrontando-as com as discussões presentes na área. Esses autores analisaram as tendências expressas nos trabalhos selecionados em termos de concepções epistemológicas presentes nas atividades experimentais no ensino de ciências para os anos iniciais do ensino fundamental. Foram identificados quatro grupos concepções: demonstrativa, empirista-indutivista, dedutivista e construtivista.

As produções acadêmicas que integraram o estudo de Rosa, Darroz e Rosa (2017) apresentaram características voltadas a discussão das atividades experimentais a partir de suas potencialidades em termos cognitivos, apoiando-se em autores da psicologia cognitiva. O que estes autores perceberam na análise das pesquisas selecionadas foi uma preocupação com questões que envolvam a aprendizagem dos conceitos e uso de atividades experimentais como ferramenta didática.

Outros estudos, segundo os autores, se centraram em desenhar alternativas didáticas e analisá-las em termos da viabilidade e da contribuição para a aprendizagem. Nesse sentido, os autores perceberam que a opção estava em utilizar propostas didáticas voltadas a inferir hipóteses sobre o fenômeno em discussão, realizar questionamento e discussões tomando como referência os conhecimentos prévios dos estudantes e suas percepções sobre o mundo vivencial. Situação características de propostas didáticas construtivistas (ROSA; DARROZ; ROSA, 2017).

Os estudos analisados defenderam o uso da experimentação, considerando parte indispensável do processo de construção do conhecimento em Ciências. Assim, Rosa, Darroz e Rosa (2017) reforçaram a importância das atividades experimentais no processo de construção e apropriação dos saberes no processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Falaram da necessidade de realizar atividades experimentais no ensino de Ciências, desde os primeiros anos de escolarização, pautadas na perspectiva de tornar o aluno agente de sua aprendizagem. E, apontaram para a necessidade de não apenas utilizar a experimentação como ferramenta de ensino, mas de modo a possibilitar o desenvolvimento de atividades pautadas pelo construtivismo como posição epistemológica.

Higa e Oliveira (2012) realizaram investigações em artigos publicados no Caderno Brasileiro de Ensino de Física no período de 2002 a 2011. O objetivo consistia em analisar os aspectos epistemológico-pedagógicos adotados pelas pesquisas sobre experimentação no ensino de Física, especialmente aquelas que apresentavam proposta de atividade prática inserida no contexto de uma pesquisa, trazendo reflexões sobre o desenvolvimento da atividade proposta numa situação de ensino. Observaram que a maior ênfase recaiu em atividades com elementos investigativos, mostrando mudanças importantes no âmbito da pesquisa em ensino de física.

As pesquisadoras identificaram, entre os teóricos adotados para a fundamentação dos estudos, a presença de Vigotsky, Piaget, Paulo Freire. As pesquisas contemplam duas grandes abordagens: uma que valoriza a aprendizagem e outra que valoriza a interação. Na abordagem que valoriza a aprendizagem, as autoras relatam ter encontrado enfoques que consideram o desenvolvimento de atividades experimentais importante recurso para compreensão da atividade científica e para articular conhecimentos teóricos aos práticos. Na abordagem que valoriza a interação, as atividades experimentais foram consideradas importantes por promoverem a participação do aluno na atividade, a relação entre os participantes, a interdisciplinaridade (HIGA; OLIVEIRA, 2012).

Pereira e Moreira (2017) fizeram uma reflexão sobre atividades prático-experimentais no ensino de física, por considerá-las essenciais para minimizar as dificuldades em aprender e ensinar. Apresentaram autores que defendem o uso dessas atividades, mas também aqueles que criticam a função pedagógica dessas atividades da forma como são realizadas, sobretudo aquelas ideias de experimentação que reforçam uma visão ingênua e positivista da ciência.

Estes pesquisadores consideram que o caráter investigativo e problematizador de atividades práticas pode viabilizar a relação entre aspectos teóricos e empíricos e facilitar o domínio da linguagem científica. Apontaram a necessidade de valorização da criatividade do aluno, instigar desafios cognitivos e se afastar de ideias de ciência neutra, produtora de verdades absolutas e inquestionáveis.

A fim de compreender como as atividades experimentais são utilizadas pelos professores de Ciências Naturais, Catelan e Rinaldi (2018) realizaram pesquisas em uma Escola Estadual de Mato Grosso. Os sujeitos foram professores que atuam nas

disciplinas de Ciências, Matemática, Biologia, Química e Física. Fundamentando-se teoricamente na Aprendizagem Significativa de Novak, e utilizando questionários e entrevistas, o estudo visou responder a seguinte questão: em que bases os professores de ciências da escola básica utilizam as atividades experimentais em suas aulas? O resultado revelou que os professores apresentam dificuldades em trabalhar com atividades experimentais. As explicações das dificuldades concentraram-se frequentemente no discurso de carência ou deficiência de algo (estrutura, material, mão de obra, etc.).

Catelan e Rinaldi (2018) mostraram que as atividades experimentais utilizadas pelos professores tinham caráter motivador para os alunos, despertavam a atenção dos mesmos e os estimulavam para as aulas. A finalidade destas atividades, no entanto, eram mostrar na prática o que se trabalhava na teoria. Portanto, uma concepção que dicotomiza teoria e prática e revela uma concepção empirista de experimentação.

Estes autores consideram que a utilização de atividades experimentais pelos professores é uma estratégia de ensino importante para minimizar as dificuldades de aprender e de ensinar ciências e matemática. Mas, segundo as autoras, os professores que participaram da pesquisa não as utilizam com frequência, mesmo estando cientes que essas atividades eram atrativas para os alunos, aproximando-os do conhecimento científico. Concluíram que é necessária uma integração, associação entre aulas teóricas e atividades experimentais para que aconteça uma aprendizagem significativa (CATELAN; RINALDI, 2018).

Malheiro (2016) propôs uma revisão das diversas vertentes teóricas que avaliam as possibilidades e os limites da utilização do trabalho experimental/laboratorial nas aulas de ciências. Procurou evidenciar as discussões epistemológicas postuladas por vários pesquisadores ao classificarem os procedimentos experimentais, demarcando pontos de divergência/convergência entre trabalho prático, laboratorial e experimental.

O estudo revelou que as compreensões sobre o trabalho experimental e laboratorial, bem como as concepções defendidas sobre os procedimentos experimentais investigativos para a resolução de problemas que podem ser efetivados nas escolas buscam avançar na discussão sobre as possibilidades didáticas da recondução dos experimentos para as aulas de ciências, tornando-as

mais contextualizadas e que, realmente, possam restituir o entusiasmo e o aprendizado pelos alunos.

Apontou indicativos de que quando o trabalho experimental é desenvolvido pelos estudantes utilizando um experimento investigativo para a resolução de um problema real proposto pelo professor, as possibilidades dos estudantes participarem da atividade, chegando ao conhecimento científico almejado, se ampliam consideravelmente (MALHEIRO, 2016).

O autor critica o uso, nas aulas de ciências, do experimento por si mesmo, sem uma contextualização adequada e sustentada em forma de protocolo experimental para confirmação de uma teoria. Declara que nesse tipo de atividade a aprendizagem por parte dos alunos é praticamente nula. Para ele, o experimento investigativo precisa ser realizado pelos estudantes, a partir do problema proposto pelo professor, apresentando-se como uma possibilidade real de ser implementado nas aulas de ciências.

Considera, ainda, que a maioria dos estudantes gostam de experimentar desafios, enfrentar dificuldades, resolver problemas. E, por isso declara que se deve aproveitar a potencialidade da experimentação para promover a aprendizagem eficiente e, ao mesmo tempo, o interesse do aluno. Revela que, com criatividade e desejo de mudança, o professor pode transformar parte dos exercícios de papel e lápis em problemas reais que requeiram uma atividade experimental, redimensionando-as para problemas abertos, que possam assumir o aspecto de uma pequena investigação. E alerta que é tempo de enfrentar novos caminhos (MALHEIRO, 2016).

As atividades experimentais desenvolvidas sob a concepção construtivista possibilitam o desenvolvimento do espírito investigativo no estudante, e aponta para o caráter provisório, não pronto, nem acabado do conhecimento formalizado (AMARAL; MEGID NETO, 1997). A experimentação não é considerada a estratégia metodológica para o ensino, mas exerce aliada a outras metodologias, o papel de contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico.

A AE com base construtivista supera as demais concepções ao passo que considera as vivências dos alunos, e orienta que a experimentação seja realizada partindo de um movimento problematizador. Não fornece aos estudantes os procedimentos automáticos para a resolução de um problema de forma imediata; ao contrário, oportuniza que os estudantes possam analisar situações problemáticas,

coletar dados, elaborar e testar hipóteses para a solução dos problemas e discutir com os pares, estimulando o ato de pensar e refletir no aluno, possibilitando desenvolver-se cognitivamente (ROSA; ROSA, 2010).

Considera-se que os artigos desta categoria colocaram uma ênfase considerável no valor da observação e da experiência direta, isto é, numa perspectiva empirista de aprender ciências, e não enfatizaram suficientemente o processo de aquisição de novas estruturas para reinterpretar a experiência e transcender ideias o pensamento de senso-comum. Percebeu-se que há uma simples tentativa de ampliar os conhecimentos que os estudantes provavelmente já possuem dos fenômenos.

A prática experimental da forma como foi realizada não consegue dar o salto esperado em direção aos conceitos científicos visto que o conflito cognitivo importante para o processo de ensino-aprendizagem ficou em segundo plano ou mesmo ausente. A construção de novas ideias, o estímulo a interpretação de resultados de um experimento foi pouco evidenciado.

Espera-se que as atividades experimentais em ciências possam explicitar as ideias prévias dos alunos, clareá-las através de trocas e discussões em grupos, promover situações de conflito e construção de novas ideias. Que o professor não apresente diretamente definições e respostas dos problemas, mas que o aluno possa reconstruir os conceitos e respostas, refletindo e buscando conhecimentos.

3.5 CONCEPÇÃO HISTÓRICO-CULTURAL DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Oliveira (2010) analisou as práticas pedagógicas adotadas em atividades experimentais no ensino de química sob a ótica da teoria sócio-histórica do desenvolvimento elaborada por Vigotsky. Para a autora, a experimentação fundamentada em Vigotsky possibilita um novo olhar para os processos de elaboração de conceitos científicos no âmbito da sala de aula. Uma importante contribuição dessa teoria é o fato de considerar o processo de conhecimento como produção simbólica e material que se estabelece na dinâmica das interações entre as pessoas.

A autora considera que o foco das atenções na sala de aula não deveria ser no professor, nos alunos ou no conteúdo, mas sim no movimento das interações que

ocorrem ao longo do processo. Argumenta que nesse movimento interativo a atividade cognitiva dos sujeitos pode se constituir através do outro e através da linguagem.

Defende a realização de atividades investigativas que coloquem os alunos como sujeitos ativos nas várias etapas de resolução de um problema envolvendo um processo experimental. Esse tipo de atividade, desafiadora, estimula o intelecto do aluno proporcionando sua evolução para níveis mais elevados. Considera importante a mobilização dos conceitos científicos e cotidianos no contexto escolar, o papel linguagem simbólica na construção do pensamento conceitual e a função dos problemas desafiadores em sala de aula.

Para ela, as atividades experimentais podem favorecer não somente a abordagem fenomenológica do conhecimento químico, mas também a (re)construção do conhecimento e a internalização dos conceitos científicos, com e pela linguagem. A intenção da autora foi mostrar a riqueza de contribuições que essa teoria pode oferecer à compreensão e direcionamento das atividades experimentais para a construção do conhecimento químico (OLIVEIRA, 2010).

Evangelista e Chaves (2019) realizaram estudos sobre atividades experimentais em física cujo objetivo foi verificar quais as características necessárias para se ministrar uma sequência didática que favorecesse o estudo dos gases perfeitos e primeira lei da termodinâmica. A pesquisa utilizou os pressupostos teóricos de Vigotsky, fazendo uso de conceitos como mediação, instrumentos, signos, motivação e imitação.

A proposta considerou o aluno e seu desenvolvimento reflexo das relações sociais no qual fazem parte. Assim, Evangelista e Chaves (2019) procuraram conhecer o ambiente escolar, e a realidade da turma como parte do processo de realização da AE. Nessa pesquisa, os autores buscaram mediar o conhecimento, instigando o aluno acerca dos assuntos estudados e utilizar metodologias variadas, na tentativa de promover a participação do aluno. Nas aulas buscaram resgatar o conhecimento que estudantes já possuíam acerca do conteúdo sobre “Força, Pressão e Área”.

Na atividade proposta havia uma preocupação com fatores internos ao aluno, como o desenvolvimento cognitivo, a capacidade de interpretação. Porém, em outros momentos, os autores revelaram posturas incoerentes com a perspectiva teórica adotada. Os pesquisadores propuseram cinco experimentos que deveriam

ser montados pelos alunos, com base em um roteiro contendo informações detalhadas sobre a montagem. Ou seja, os alunos tinham a tarefa de fazer o experimento funcionar de acordo com as instruções descritas no roteiro elaborado pelos pesquisadores, sendo esse um dos objetivos da atividade (EVANGELISTA; CHAVES, 2019).

O experimento 4 (enchendo o balão), teve como objetivo verificar o motivo do volume do balão aumentar proporcionalmente a quantidade de bicarbonato de sódio despejado dentro da garrafa contendo vinagre e qual a relação do volume com a pressão interna. E, no experimento 5, denominado a primeira Lei da Termodinâmica o objetivo foi mostrar a variação de Energia Interna de um sistema quando submetido a diferentes situações.

Pensa-se que a experimentação na concepção de Vigotsky deve levar o aluno à busca de respostas/soluções, investigar e compreender o objeto de estudo e as contradições que o constitui. Receber um roteiro pronto para execução de procedimentos, verificar e mostrar fenômenos pouco contribui para o desenvolvimento dessas capacidades e para formação de outras mais complexas como a consciência, percepção, a reflexão, e formação de conceitos científicos que segundo Vigotski (2001) é indispensável para o desenvolvimento do aluno. Além disso, os questionamentos feitos não se caracterizam questões relevantes para desencadear o aprendizado e conflitos cognitivos que são importantes para fazer o aluno ir à busca de respostas, pesquisando e refletindo sobre o que está sendo trabalhado.

As atividades experimentais (analisadas e/ou desenvolvidas nos artigos que fazem parte da amostra desta pesquisa) foram em geral, realizadas para comprar, verificar e validar teorias e leis, demonstrar fenômenos e algumas vezes investigar o objeto em estudo. Ou seja, percebeu-se diferentes tipos de atividades experimentais: comprobatória, demonstrativa e investigativa, que serão discutidas a seguir.

3.5.1 Tipos de atividade experimental

Quadro 5 – Tipos de atividades experimentais presentes nos artigos

Comprobatório	art6, art9, art12, art17, art20, art 21
Demonstração	art2, art4
Investigativo	art3, art5, art14, art18, art22

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

3.5.1.1 Atividade experimental comprobatória

Constatou-se características de atividades experimentais do tipo comprobatória nos artigos (art4, art9, art12, art20). A atividade experimental do tipo comprobatória busca comprovar algo já estabelecido, verificar leis e/ou teorias. É realizada para confirmar o que foi apresentado/discutido em momentos/aulas anteriores ou antecipar o que será exposto na teoria. Nesse tipo de experimento, os resultados geralmente são previsíveis, assim como as explicações para os fenômenos normalmente são conhecidas pelos alunos.

Em atividades experimentais de comprovação, o estudante executa a atividade a partir de um roteiro no qual o professor fiscaliza, diagnostica e corrige erros. O professor acompanha e fiscaliza as atividades experimentais desenvolvidas pelos alunos, tem objetiva a elaboração de explicações para os fenômenos por parte dos estudantes, permitindo ao docente verificar através de tais explicações se os conceitos abordados foram bem compreendidos (MORAIS; SANTOS, 2016).

Kafer e Marchi (2015) desenvolveram atividades experimentais para verificar fenômenos químicos e para isso disponibilizaram um roteiro pré-elaborado para execução do experimento.

Cada grupo elegeu um estudante para ser o coordenador, o qual orientava e tomava a frente do experimento. Para isso, cada grupo recebeu um roteiro pré-elaborado. Solicitou-se aos estudantes que analisassem o mesmo, pois este documento continha as orientações para a realização do experimento, e só depois deveriam iniciar a atividade experimental [...].

O primeiro grupo realizou o procedimento para verificação da solubilidade de gás em líquido. Nesta atividade, os estudantes puderam observar a diferença de solubilidade de um gás em um sistema aquecido e quando estava em temperatura ambiente. [...].

O segundo grupo realizou o experimento: 'solubilidade e concentração' formada por sólido e líquido, no qual o líquido se encontrava em diferentes temperaturas. O grupo, verificou a diferença de solubilidade de um sólido (CuSO₄) dissolvido em água. (KAFER; MARCHI, 2015, p. 547-548)

Receputi, Pereira e Rezende (2020) apontaram que na maioria das produções acadêmicas está presente nos sujeitos pesquisados uma compreensão de que o objetivo da prática científica é essencialmente obter verdades ou comprovar teorias.

Isto é, a maioria dos trabalhos analisados por estes autores estavam presentes atividades experimentais do tipo comprobatória.

Silva e Serra (2013) realizaram uma investigação com atividades experimentais no ensino de ciências para alunos de segunda série do ensino fundamental, para que os alunos comprovassem a existência do ar. Cada aluno deveria analisar um dispositivo desenvolvido para a demonstração da existência do ar.

Guerra *et al.* (2017), fizeram uso desse tipo de atividade para abordar os conceitos de ácidos, base e pH, em aulas de Química. O experimento envolveu a utilização de extratos de plantas para determinação do potencial indicador ácido-base dos pigmentos presentes em vegetais com alunos da Educação Básica. Os alunos deviam analisar o uso das flores da planta *Ixorachinensi*, como um indicador para ácidos-bases. Todavia, esse tipo de atividade experimental no qual o aluno participa como um executor de procedimentos e observador de fenômenos, não estimula o raciocínio, a reflexão crítica durante a atividade experimental, e não possibilita o aprofundamento conceitual do aluno.

As análises dos livros didáticos feitas por Deitos e Malacarne (2020) mostraram que as atividades experimentais de comprovação predominaram, com 15 atividades distribuídas em livros de 2º ao 5º ano. Nestas atividades, além de realizarem procedimentos estabelecidos, os alunos deviam formular hipótese e no final comprovar por meio do experimento.

Alves, Lucena e Lopes (2019) propuseram atividades experimentais de verificação em aula de química. O objetivo destas atividades era que os alunos verificassem os efeitos da temperatura e a quantidade de microrganismos presentes no solo. Foram utilizados roteiros como instrumentos auxiliares na observação dos fenômenos e aprofundamento dos conceitos após as observações. Na descrição da atividade experimental proposta aos alunos foi evidenciada a realização de experimento de verificação e demonstração, pois não envolveu análise e descoberta.

Araújo e Abib (2003) afirmam que ainda é comum em espaços de ensino práticas que se limitam a simples constatação, com o propósito de “verificar a validade de determinadas previsões teóricas” (*Idem.*, p. 181). Esse tipo de posicionamento não colabora para que os alunos possam desenvolver conhecimentos mais amplos do que simples constatações de “verdades” já estabelecidas, não gera reflexões, indagações, buscas investigativas.

Não é simplesmente pelo fato de o aluno participar de atividades práticas do tipo comprovação que possibilitará a ele a adquirir novas experiências e conhecimento sobre o objeto ou situação estudada. Na verdade, são as atividades problematizadoras e investigativas que permite a aquisição de novas experiência e conhecimentos. O conhecimento científico colabora para que o sujeito possa ter melhores condições psíquicas para governar sua vida.

Considera-se que pouco ou nada pode acrescentar do ponto de vista da aprendizagem de conceitos e não estimula a curiosidade, iniciativa dos estudantes. Integram-se às aulas expositivas, para despertar o interesse do aluno, ou término da aula, para relembrar os conteúdos apresentados. Para melhor elucidação apresenta-se os trechos em que os pesquisadores expõem tais ideias.

3.5.1.2 Atividade experimental de demonstração

As atividades experimentais de demonstração (encontradas nos art2, art4) são, geralmente, realizadas após a explicação do conteúdo e tendem a ter uma sequência de etapas mais fechada, sendo centradas no professor. Para Araújo e Abib (2003, p. 181) ela permite “ilustrar aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de proporcionar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas”.

Em atividades experimentais de demonstração, o professor é quem prepara e executa o experimento fornecendo as explicações para os fenômenos. Os estudantes observam o experimento para posteriormente sugerir prováveis explicações. Ela ocupa a posição de ilustração ou exposição de algum modelo. Essas atividades demandam pouco tempo (em relação a outros tipos, como a investigativa), e podem ser integradas à aula quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para realização de atividades experimentais (MORAIS; SANTOS, 2016).

Pereira *et al.* (2019) realizaram experimentos de demonstração para discutir conteúdos de física, conforme observa-se nos trechos:

O experimento consiste em demonstrar a ação da força gravitacional e da força magnética com o objetivo de equilibrar as moedas. [...].
Nesta atividade foi importante mostrar que a Terra é composta por uma camada de ar (composta por 78% de N₂, 21% de O₂, 1% de CO₂ e 0,03%

de gases nobres) que tem massa (peso), logo, exerce força sobre uma área denominada de pressão atmosférica e quando essa camada de ar (geralmente o O₂, comburente) reage com uma substância (o combustível, a vela) para liberar calor e luz. [...].

É mais um experimento clássico usado para explicar a inércia, que por ser ilustrativo facilita a compreensão do assunto. Colocou-se um copo e em cima uma folha de papel A4 e sobre a folha uma moeda. Pediu-se um voluntário da turma para demonstrar o experimento. [...].

Esta atividade teve início na explicação de que o ar ocupa espaço e na 3ª Lei de Newton sobre a 'ação e reação'. Os alunos formaram duplas e foram distribuídos os materiais: 1 balão, 1 canudinho, 1 pedaço de barbante e fita crepe. Com esses objetos foram desafiados a construir um protótipo de foguete movido a ar e que utilizasse a Lei da Ação e Reação para se movimentar. (PEREIRA *et al.*, 2019, p. 183-188)

Esse é um tipo de experimento que geralmente o professor é quem prepara e executa o experimento e os alunos observam os fenômenos ocorridos a partir dos quais são introduzidos conhecimentos físicos que estejam relacionado ao que está sendo observado. Algumas vezes os alunos são convidados para montagem dos experimentos que tem por finalidade demonstrar a teoria apresentada (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Os experimentos do tipo demonstrativo, são utilizados para ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos/fenômenos/teorias em que estão sendo estudados e despertar o interesse e a motivação para a participação dos alunos em aula (ARAÚJO; ABIB, 2003). Esse tipo de abordagem é aplicado geralmente em ocasiões onde não há disponível materiais para todos os alunos, espaço adequado para que os alunos possam manusear o experimento, e/ou tempo disponível para a execução da atividade.

Souza *et al.* (2015) realizaram um experimento demonstrativo para discutir o ensino de óptica. A atividade foi centralizada no professor que montou o experimento e explicou as etapas e materiais necessários para sua realização. E por fim, orientou os alunos para quais aspectos deveriam ficar atentos, a fim de perceberem o fenômeno/objeto em estudo.

Considera-se que esse tipo de experimentação não contribui para o desenvolvimento da criatividade, originalidade, pensamento reflexivo e outras capacidades psíquicas mais elaboradas já que os alunos apenas observam, não participam da elaboração, não há questionamentos sobre os processos e fenômenos envolvidos. Ao contrário, contribui para formar ideias e atitudes mecânicas, na qual o aluno limita seu esforço apenas em memorizar etapas/procedimentos/expressões/definições e/ou estabelecer relações diretas e

superficiais. As atividades experimentais devem ser realizadas para contribuir para o desenvolvimento de funções cognitivas de alto nível intelectual e não capacidades manuais ou técnicas instrumentais.

3.5.1.3 Atividade experimental investigativa

As características da AE investigativa foram contempladas nos artigos (art3, art5, art8, art16, art18, art22, art23, art24). Estas partiram de uma situação-problema relacionada com a vida do aluno de forma direta ou indiretamente. Em geral apresentam como objetivo levar os alunos à construção de conhecimento, desenvolver o pensamento crítico, capacidade de reflexão, e habilidades cognitivas (AZEVEDO, 2004).

Galiazzi *et al.* (2007) conceituam as atividades investigativas como aquelas que levam o aluno à busca do conhecimento, se tornando sujeito do processo de aprender, isto é, deixa de ser apenas ouvinte e reprodutor de informações repassadas pelo docente. Esse tipo de atividade contribui para que o estudante passe a refletir conscientemente sobre o que estuda, relacionando os conhecimentos aprendidos com situações reais de vida, incentiva a criatividade (FORTUNA; LEITE, 2021). Mas, sofre certa resistência por parte dos professores porque requer tempo para seu planejamento e execução, além de preparo acadêmico e experiência (MORAIS; SANTOS, 2016).

Rauber, Quartieri e Dullius (2017) realizaram pesquisa com atividades investigativas pelos alunos, com o objetivo foi explicitar o trabalho científico. Os autores realizaram experimentos de física, química e matemática com o objetivo de desafiar os discentes sobre alguns conceitos, incentivando-os a investigar e buscar respostas por meio da experimentação. Para realização dos experimentos foram organizados grupos com dois alunos, tendo participado também dois bolsistas de iniciação científica da graduação e um professor.

O experimento era discutido e socializado com o grande grupo no início do encontro seguinte. Havia apresentação de conceitos teóricos presentes nas atividades, relacionando-os com a prática e os fenômenos do cotidiano. Ao final, os alunos escreveram suas impressões e sentimentos sobre as atividades em um diário de campo, que foi utilizado como ferramenta de coleta de dados. Segundo os

autores, as atividades experimentais investigativas possibilitaram os alunos manipular, observar, prever, interpretar, investigar e analisar, levando-os adquirir novos conhecimentos.

As atividades experimentais investigativas realizadas por Evangelista e Chaves (2019) foram fundamentadas na perspectiva histórico-cultural. Para organização das atividades foram formados pequenos grupos que contaram com o auxílio do professor para explicação de dúvidas que surgiam do diálogo entre os discentes, e para instigar os alunos acerca dos assuntos estudados, visto que o docente foi considerado como o sujeito mais capaz.

A mediação era um fator evidenciado nas aulas, segundo os autores. Assim como o resgate de conhecimentos já adquirido pelos estudantes sobre o conteúdo Força, Pressão e Área. Os pesquisadores ao analisarem os dados da aula, perceberam que o esforço e a interação auxiliaram na superação dos obstáculos cognitivos, pois, mesmo os alunos que não concretizaram a tarefa, conseguiram avançar na interpretação das relações das grandezas Físicas envolvidas. Ou, seja, neste tipo de atividade há uma preocupação com fatores internos ao aluno, como o desenvolvimento cognitivo, a capacidade de interpretação (EVANGELISTA; CHAVES, 2019).

Apesar de apontarem preocupação com o desenvolvimento de fatores internos ao aluno, em outros momentos da pesquisa os autores revelam posturas incoerentes com as almejadas neste tipo de atividade (investigativa), como descritas em “os alunos tinham a tarefa de fazer o experimento funcionar de acordo com as instruções descritas no roteiro” (EVANGELISTA; CHAVES, 2019, p. 189).

Pensa-se que nesse tipo de atividade os alunos deveriam refletir, ir em busca de saber como fazer o experimento proposto (denominado tobogã de gás, cujo objetivo era apagar a chama de vela apenas com o gás formado pela mistura do vinagre e bicarbonato de sódio, fazendo com que o gás escorregasse pelo tobogã construído com garrafas pet, chegando à extremidade onde se encontrava a vela acesa) funcionar, e não receber um roteiro pronto para que os alunos executassem procedimentos. Além disso, esse tipo de objetivo pouco contribui para o desenvolvimento de capacidades de reflexão, formação de postura crítica, por exemplo.

Passoni *et al.* (2010, p. 32) pretenderam “conduzir o aluno a investigar e construir o conhecimento a partir da elaboração de hipóteses, de modo a encontrar

respostas a seus questionamentos utilizando-se da linguagem científica”. Os pesquisadores permitiram que os estudantes escolhessem o tema problematizador, que surgiu do interesse dos mesmos em investigar e aprender.

Ao final da etapa de problematização, os estudantes iniciaram uma pesquisa, isto é, uma busca pelos assuntos levantados na problematização, respondendo questões e confrontando hipóteses. Finalizada a etapa da problematização, foi planejada e elaborada uma atividade experimental para relacionar isolantes e condutores térmicos. A atividade experimental teve como objetivo viabilizar condições para os que estudantes verificassem a validade de suas hipóteses por meio de resultados mensuráveis obtidos através da experimentação. Para isso, foi elaborado um roteiro com intuito de ajudar na coleta de dados e direcionar as observações realizadas pelos estudantes.

Considera-se que a atividade experimental proposta por Passoni *et al.* (2010), também não tem como objetivo o desenvolvimento das funções psicológicas superiores dos alunos. A atividade de investigação realizada dessa forma e com esse tipo de objetivo não contribui para construção e/ou reconstrução de conceitos científicos e sua internalização, tão pouco estimula a criatividade, elementos importantes para o desenvolvimento do pensamento científico para Vigotsky e Davydov. Isso porque o que se exige dos alunos nesse tipo de atividade são atitudes simples, como observar, descrever, mensurar, isto é, capacidades muito elementares, que não demandam a necessidade de transcendência de aspectos externos, portanto não proporciona a aprendizagem do objeto em sua completude.

Gonçalves e Goi (2020) elaboraram blocos de experimentos investigativos para o Ensino de Química. Cada experimento era guiado por um a situação-problema, a exemplo da situação problema do experimento 1:

Na natureza, são encontrados muitos materiais e, a maioria deles, é a mistura de várias substâncias. Na cozinha de nossa casa, por exemplo, encontramos substâncias que são misturas, as quais podem ser agregadas a outras misturas, formando novas misturas. Tais misturas podem ser classificadas como homogêneas ou heterogêneas. Sendo assim, como poderíamos identificar os diferentes tipos de misturas? Demonstre experimentalmente como essa identificação pode ser realizada. (GONÇALVES; GOI, 2020, p. 227)

Esse tipo de situação problema tenta fazer uma aproximação de conhecimentos científicos com conceitos cotidianos, mas de uma maneira superficial,

com ênfase na demonstração, e não em levar os alunos problematizar, refletir e discutir, chegar à abstração das relações presentes no conceito, tendo em vista formar um conceito integral e, desse modo, impulsionar o desenvolvimento do pensamento do aluno, como propõem a concepção histórico-cultural e a do ensino desenvolvimental.

Brito e Fireman (2016), planejaram uma sequência didática como instrumento para verificar se o ensino de ciências por investigação é metodologia de ensino eficaz para o processo de alfabetização científica nos anos iniciais. A sequência contou com várias etapas. Segundo os pesquisadores se configurou em uma demonstração investigativa. Assim, foi proposto: colocar um recipiente de plástico transparente em frente a uma parede, uma cartolina ou um quadro branco. Mostrar aos alunos uma lanterna e propor o seguinte problema: como fazer para que um arco-íris apareça no quadro branco utilizando esses materiais? Estes autores ao longo das experimentações buscam fazer perguntas que estimulem o raciocínio, a curiosidade, o questionamento de evidências e situações controversas.

Segundo os pesquisadores, a experimentação investigativa percorreu o caminho do conhecimento do problema, a manipulação dos objetos, passando pela aquisição de consciência das ações, até a sistematização de ideias, para ajudar os alunos a progredirem nos conceitos que envolvem a ciência. Apesar de se aproximar um pouco de uma experimentação investigativa, ela não tem a preocupação na formação de conceitos científicos e no desenvolvimento integral do aluno (BRITO; FIREMAN, 2016).

Em atividades investigativas o docente é um mediador, aquele que incentiva e questiona as decisões dos estudantes que pesquisam, planejam e executam a atividade discutindo explicações. Ela pode apresentar ou não roteiro, mas quando tem é aberto ou não estruturado. Este tipo de atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.

O estudante participa ativamente, sendo instigado a ter criatividade. Apesar de aparecer com certa frequência na literatura, pouco são desenvolvidas no contexto escolar, porque requer planejamento, organização e, portanto, maior tempo de preparo e experiência dos professores que, normalmente não possuem suporte necessário na escola.

A realização desse tipo de atividade experimental pelos alunos também demanda maior tempo e supervisão. A concretização dessas atividades na rede

escolar demanda um currículo específico que contemple esse tipo de atividade, classes com menor número de alunos, formação inicial e continuada de professores voltados para essa perspectiva, programação flexível e formas de avaliação não tradicionais. Elas apresentam grande potencialidade para o desenvolvimento de funções psicológicas superiores pelos escolares.

Ao planejar atividades experimentais deve-se levar em consideração os objetivos que se deseja alcançar, e possibilitar aos escolares meios para o desenvolvimento de habilidades de investigação, com base em reflexões e diálogo constante entre professor e aprendiz. Percebe-se que mesmo as pesquisas que consideraram realizar atividades investigativas, depositam considerável valor na observação e experiência direta, ou seja, em uma perspectiva empirista de aprender ciências. Sob essa perspectiva essas atividades acabam limitando o processo de aquisição de novas estruturas para reinterpretar a experiência e transcender o pensamento de senso-comum (OLIVEIRA; CASSAB; SELLES, 2012).

As atividades experimentais de caráter investigativo, devem exigir do aprendiz o abandono de posturas passivas, como ser apenas um observador das aulas, geralmente expositivas. Os escolares devem argumentar, refletir, agir, interferir e a questionar, de modo que a experimentação contribua para aquisição de conhecimento e o desenvolvimento integral dos alunos. Sugere-se que essas atividades investigativas sejam desenvolvidas desde os anos iniciais de escolarização, para auxiliar no desenvolvimento cognitivo do aluno, elevando-o a níveis mais avançados de aprendizagem.

Apesar da importância das atividades experimentais mencionadas pelos pesquisadores ao longo deste estudo, discente, docentes e pesquisadores da área concordam que a experimentação raramente é realizada pela maioria dos professores, como revelaram pesquisas feitas por Galiazzi *et al.* (2001). Os motivos são diversos, falta de espaço adequado, capacitação par tal finalidade, apoio da escola, tempo para planejamento entre outros. Porém, são muitas as contribuições que as atividades experimentais proporcionam aos estudantes, professores e ao ensino de ciências apontadas conforme apresenta-se a seguir.

3.6 CONTRIBUIÇÕES ATRIBUÍDAS PELOS AUTORES ÀS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

O ensino de ciências, a partir da década de 1950, teve um componente metodológico comum em todas as suas abordagens: a experimentação, ainda que se apresente sob distintas concepções. A importância atribuída às atividades experimentais no ensino de Ciências é tema de muitas pesquisas tanto nacionais quanto internacionais. São relevantes os estudos que discutem e apontam propostas didáticas voltadas ao uso das atividades experimentais no ensino de Ciências. Porém, a ênfase das pesquisas ainda é mais frequente a estudos realizados no ensino médio, e com poucas pesquisas voltadas aos anos iniciais do ensino fundamental. Apenas recentemente, surgem artigos envolvendo a educação infantil (ROSA; DARROZ; ROSA, 2017).

Independentemente do nível de ensino ou da área da ciência, as atividades experimentais são apontadas como ferramenta didática de grande relevância para incrementar as aulas de ciências, podendo o docente usá-las para diversas finalidades, situações e conteúdo em razão de suas variadas formas de abordagens. Os artigos analisados apontam contribuições importantes que foram evidenciadas nos seus estudos a saber:

Taha *et al.* (2016) consideram que é uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais, com potencial de contextualizar e estimular questionamentos, a investigação, o senso crítico, oportunizando a construção de conhecimento que levam a mudança de atitudes e hábitos nos alunos.

Para Silva e Serra (2013) essas atividades estimulam a participação ativa do estudante, a motivação para aprendizagem dos conteúdos e o desenvolvimento cognitivo. O caráter lúdico da AE proporciona prazer e envolvimento do estudante, conduzindo a ressignificação dos conhecimentos prévios e apreensão de conceitos científicos. Torna as aulas dinâmicas favorecendo a aluno ampliar seus conhecimentos e compreender melhor o mundo. Rosa, Darroz e Rosa (2017) constataram em suas análises que:

[...] a proposta desenvolvida promoveu uma tomada de consciência da importância e da necessidade de realizar atividades experimentais desde as etapas iniciais de escolarização como forma de oportunizar questionamentos, reflexões e construções, baseadas nas experiências, na alfabetização científica a partir da relação teoria e prática, na mediação, no diálogo e no desenvolvimento cognitivo, favorecendo uma educação

autônoma e a apropriação de novas concepções metodológicas de ensino (ROSA; DARROZ; ROSA, 2017, p. 113).

Enfatizam também que os experimentos facilitaram a aquisição e a construção de novos conceitos e causaram mudanças nas concepções prévias dos estudantes. Portanto, desempenham um importante e decisivo papel no desenvolvimento e na aprendizagem dos alunos, melhorando suas formas de pensar, investigar, questionar e explicar o mundo em que vivem.

Rauber, Quartieri e Dullius (2017) revelam que a AE tem potencial para despertar a criatividade dos alunos, estimular o pensamento crítico, a argumentação, a formação de hipóteses, raciocínio lógico, elementos considerados relevantes para a construção do conhecimento do aluno. Consideram também através da manipulação, observação, análise e formulação de hipóteses, é possível estimular a criatividade, o trabalho em grupo e o raciocínio lógico dos discentes, levando-os a estabelecer conexões entre os elementos teóricos e práticos de cada conteúdo. E, acreditam que é possível contribuir para a formação de alunos investigadores, construtores ativos de seu próprio conhecimento.

Pires, Hennrich Júnior e Moreira (2018), destacaram a importância das aulas experimentais proporcionarem resolução de problemas que estimulem: a curiosidade dos estudantes, a identificação e exploração das ideias por meio do levantamento de hipóteses, a observação, a identificação de semelhança e diferença, a formulação de questões, a realização de comparações, o compartilhamento de ideias, o registro de observações livres, solucionar problemas, a verificação da validade das hipóteses, dos métodos utilizados e as implicações decorrentes na sua realidade individual e coletiva.

Consideram que dependendo do encaminhamento dado pelo professor no contexto escolar, a AE pode contribuir para aguçar a curiosidade, gerar questionamentos, discussões, argumentação, comunicação de resultados, fortalecendo a autonomia intelectual do discente. Contribui para o desenvolvimento de sua consciência crítica frente diversas questões (sociais, econômicas, ambientais, políticas, entre outras).

Pereira e Moreira (2017) em suas pesquisas sobre Atividades prático-experimentais no ensino de física revelaram que as atividades podem facilitar a compreensão de conceitos físicos, “encorajar a aprendizagem ativa, motivar, despertar o interesse”, desenvolver o raciocínio lógico, a comunicação, estimular a

capacidade de iniciativa e de trabalho em grupo, sendo também uma “estratégia didática que facilitaria a compreensão da ciência mutável, em construção, reflexo da produção humana” (*Idem.*, 2017, p. 273).

Considera-se que as atividades experimentais devam envolver questões da realidade dos alunos, que possam ser submetidas a conflitos cognitivos e levá-los ao desenvolvimento de funções psíquicas superiores. Assim, o ensino de Ciências, pode sim integrar teoria e prática, mas ir para além disso, proporcionando uma visão das ciências como atividade complexa, produzida socialmente, não havendo um procedimento universal para solução de todos os problemas, mas uma atividade dinâmica, participativa, uma constante interação de pensamento, ação e reflexão.

Oliveira, Cassab e Selles (2012) consideram que a experimentação possibilita o professor realizar problematizações junto aos seus alunos aspectos que cooperam para a construção do conhecimento científico. Em seus estudos, estes autores perceberam que quase metade das pesquisas inventariadas apontaram a experimentação como recurso capaz de auxiliar na construção e compreensão de conceitos científicos, devido à diversidade de abordagens que tais atividades apresentam. Para os pesquisadores, a experimentação coloca os alunos em posição central no processo de construção do conhecimento. E, considerando a perspectiva histórico-cultural, a AE se transforma em tarefa desafiadora, que faz novas exigências psíquicas ao estudante estimulando seu intelecto a evoluir para níveis cognitivos mais elevados.

Morais e Santos (2016) observaram que a atividade experimental nas aulas de Biologia contribuiu para aumentar a motivação dos estudantes e docente, facilitar o aprendizado, visto que tornou a linguagem dos estudantes mais rica, maior aprendizagem de conceitos biológicos, e avanço no desempenho da disciplina.

O caráter motivador atribuído a experimentação em muitos estudos é alvo de fortes críticas. Contudo, na perspectiva de Vigotsky (2003b), os aspectos afetivos que abrangem tanto as necessidades sociais de aprendizagem como a afetividade, não são desconsiderados no processo de ensino e aprendizagem. O desenvolvimento do pensamento conceitual é influenciado por desejos e emoções, da mesma forma que estes também são influenciados pelos conceitos internalizados ao longo da história individual e coletiva. Assim, a motivação nas aulas experimentais não pode ser desconsiderada, visto que é elemento que coopera para a aprendizagem.

É importante que os alunos gostem e sejam atraídos pelas atividades experimentais (como as que apresentam diversas transformações químicas envolvendo mudança de cores ou estados físicos, os materiais de laboratório, o uso de equipamentos para medir mudanças não perceptíveis no campo visual, dentre outros) e que elas despertem a dúvida, a curiosidade, o desejo de compreender o porquê dos fenômenos observados em estudo. Logo, a motivação contribui para facilitar a aprendizagem dos conceitos abordados no contexto da aula experimental. O não aproveitamento desse papel motivacional desempenhado pela atividade experimental como impulso para a aprendizagem, no entanto, significa um desperdício de oportunidade para promover o desenvolvimento dos alunos.

Guerra *et al.* (2017) compreendem que AE é um recurso metodológico complementar as aulas e indispensável no ensino de ciências, porque proporcionam formas de ensinar que auxiliam na construção da aprendizagem científica nos estudantes. Para eles, o ensino de química com experimentação pode favorecer a aprendizagem significativa, no sentido de Ausubel, e a transposição didática, no sentido de Chevallard (1991). Colaboram para tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso, e para a construção de conhecimentos científicos pelos alunos, ampliando sua visão de mundo e capacidades intelectuais.

Mas, para que o aluno consiga aprender não basta apenas a realização de experimentos, é necessário um ensino que valorize a criatividade que por vezes permeia o próprio fazer científico ao mesmo tempo em que instigue desafios cognitivos, se afastando, com isso, da ideia reducionistas.

Atividades experimentais ancorada na investigação, podem elevar a qualidade do ensino de ciências, ao considerar que pode viabilizar a relação entre aspectos teóricos e empíricos e facilitar, por exemplo, o domínio da linguagem científica (PEREIRA; MOREIRA, 2017). Os professores incentivem os alunos à percepção de conflitos cognitivos, que façam os alunos procurar resolver problemas, confrontar informações, questionar, ser ativos no processo de aprendizagem.

Gonçalves e Goi (2020) consideram que há várias razões para incentivar a experimentação no ensino de química nas escolas. A principal delas é porque contribui para mudança de comportamento durante as aulas, aumentando a participação no processo de aprendizagem, ou seja, os alunos se tornam mais ativos, movendo-os em busca de respostas para os conceitos que não conseguiram entender, levando a construção de novas representações ou novos procedimentos

para resolução de problema encontrado no experimento. Favorece também o aprimoramento da escrita e aquisição de confiança nas apresentações dos trabalhos.

Fortuna e Leite (2021), relataram que quando às atividades experimentais são propostas em sala de aula, estas fazem com que os estudantes busquem compreender e refletir sobre o conteúdo/fenômeno em estudo, podendo ampliar seus conhecimentos e possivelmente estabelecer relações com situações do dia a dia. As atividades experimentais em sala de aula proporcionam aos estudantes a oportunidade de compreender como se procede à construção do conhecimento científico, adquirindo assim percepção de como fazer ciência.

Oliveira (2010) considera que as contribuições atribuídas às aulas experimentais estão direta ou indiretamente relacionadas a: aprendizagem de conceitos científicos; aprimoramento da capacidade de observação e registro de informações; capacidade de analisar dados e propor hipóteses para os fenômenos; detecção e correção de erros conceituais. Outras contribuições das atividades experimentais estão ligadas a aspectos formativos, à preparação do estudante voltados a cidadania, tais como: desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo; o desenvolvimento da iniciativa pessoal e tomada de decisão; motivar e despertar a atenção e interesse; aprimoramento de habilidades manipulativas.

Pereira *et al.* (2019) enfatizam que AE torna a aula mais interessante, aguça a curiosidade, facilita o entendimento, contextualiza o conteúdo, permite relações entre teoria e prática, contribui para o aluno interagir e construir seu conhecimento, e para o seu desenvolvimento social e intelectual.

Oliveira (2010) sinalizou que as atividades experimentais colaboram para a divisão de tarefas, o confronto de ideias, a troca de experiências, oferecendo oportunidades para que os indivíduos se desenvolvam a partir dessas interações. Para estes pesquisadores, tais atividades podem favorecer não somente a abordagem fenomenológica do conhecimento que no caso da pesquisa do autor – químico, mas também a construção e reconstrução do conhecimento, e a internalização dos conceitos científicos envolvidos, com e pela linguagem.

Kafer e Marchi (2015) concordam que a AE colabora para despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo da disciplina, estimula a busca por conhecimento e favorece a aprendizagem do estudante. Afirmam que tais atividades podem ser uma ferramenta pedagógica de aproximação dos discentes aos saberes

que lhes são ensinados. Consideram que auxilia para transformar a visão deles para a relevância do ensino de química.

Evangelista e Chaves (2019) concordam que a atividade experimental facilita e gera interatividade, interferindo diretamente na relação sujeito-saber, estabelecendo relações que potencializam o direcionamento da atenção para o conteúdo por meio da prática. Consideram também que potencializa o entendimento e capacidade de relacionar o conteúdo estudando com o cotidiano do aluno. Creem que pode gerar motivação e engajamento durante a prática e após a realização da mesma, quando os alunos conseguem atribuir significado aos conceitos estudados.

Passoni *et al.* (2010) entendem que as atividades experimentais contribuem para que os estudantes façam uso de seus conhecimentos prévios de modo a estabelecer uma relação com sua realidade e com seus interesses. Colaboram também para compreensão de como o conhecimento científico é construído, e para reflexão de seu impacto para a sociedade.

Catelan e Rinaldi (2018, p. 313) consideraram as atividades experimentais ferramenta de aprendizagem capazes de “contribuir para o desenvolvimento do pensamento científico”. Sendo úteis também para compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimentos científicos, bem como estabelecer relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas ideias prévias de compreensão dos fenômenos estudados, instigando mudanças de comportamento pelos alunos em relação ao aprender e também de atitude docente quanto à sua prática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais são consideradas um importante recurso pedagógico para o ensino e aprendizagem de ciências como foi mostrado ao longo desta pesquisa. Por essa razão, tem sido alvo de investigações e debates apresentando pesquisas com foco diversos, sendo um forte indicativo da relevância deste tema tanto para a comunidade escolar quanto para os pesquisadores. Por outro lado, o conteúdo dos artigos analisados permitiu compreender que se trata de um tema complexo e carente de estudos profundos pela comunidade científica.

As inquietações que instigaram e deram origem ao presente estudo giraram em torno da questão sobre como a atividades experimentais no ensino de ciências naturais da educação básica tem sido abordada nos artigos científicos em periódicos no período de 2010 a 2020. Partindo de uma concepção de experimentação ancorada nas teorias histórico-cultural e do ensino desenvolvimental, foi realizada a revisão de literatura do tipo integrativa para possibilitar a compreensão do objeto de estudo.

A importância deste estudo reside entre outros aspectos, por levar a reflexão sobre a necessidade de melhorar o ensino de ciências naturais e as atividades experimentais na educação básica. Apresentando e discutindo alguns pressupostos teórico histórico-cultural e desenvolvimental que estimula e contribui para que os sujeitos do processo de ensino e aprendizagem possam ir além de uma formação empírica, para aquisição de capacidades e habilidades mínimas ao mercado. Mas que sejam preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea, fortalecer a democracia, oportunizando aos alunos e à população em geral melhores condições para participar dos debates sobre questões diversas que afetam a vida.

Assim, um dos objetivos desta pesquisa foi analisar e discutir como as atividades experimentais e/ou investigativas no ensino de ciências naturais têm sido abordadas nas políticas educacionais e em artigos científicos de periódicos nacionais. Em relação a este objetivo, os dados obtidos nos artigos da amostra permitem identificar que há uma diversidade de abordagens acerca das atividades experimentais.

Encontrou-se estudos direcionados a investigar as contribuições da AE no ensino de ciências, da física, química e biologia; pesquisas sobre a forma como essas atividades foram desenvolvidas pelos professores nos diferentes níveis de

ensino e seus objetivos; pesquisas para investigar concepções de professores e alunos sobre a experimentação; estudo que buscaram conhecer os limites e possibilidades das atividades experimentais; além de investigações dessas atividades em livros didáticos da educação básica.

A maior parte dos estudos se concentraram em analisar e/ou discutir atividades experimentais no âmbito do ensino médio, com abordagens de conteúdos e temas de ciências, física, química e apenas uma pesquisa voltou-se para a área de biologia, revelando-se um campo fecundo para estudos investigativos. Os autores que abordaram a experimentação em física discutiram temas como: óptica, hidrostática, eletromagnetismo, termodinâmica, leis de Newton, lei da gravitação universal, e questões referentes a suas contribuições como recurso pedagógico para o ensino.

Em química, os autores fizeram uso das atividades experimentais para abordar conteúdos como sobre: soluções e tipos de misturas, ácidos, bases, pH, a relação entre a química e o meio ambiente. Em ciências e biologia os autores em geral discutiam como desenvolver atividades experimentais para motivar os alunos e para aprendizagem de conteúdos pertencentes ao currículo escolar apresentando seus limites e possibilidades. Quanto ao ensino de ciências e as atividades experimentais nas políticas educacionais, percebeu-se que as transformações e sua finalidade estiveram historicamente a serviço de interesses do capital e sob influência de órgãos externos, internacionais, cujo principal objetivo era a formação de cidadãos que contribuíssem para o progresso do país.

Verificou-se que os estudos dedicados a investigar a relação entre as atividades experimentais e a aprendizagem em ciências naturais (física, química e biologia) estão em menor quantidade. Falta clareza nos artigos no que diz respeito a aspectos como concepções, referencial teórico e metodologia. Há uma carência de investigação sobre a temática no ensino fundamental II visto que as pesquisas se concentram mais no ensino médio.

Outro objetivo desta pesquisa era apresentar as teorias de Vigotsky e de Davydov, e discutir suas contribuições quanto ao papel dos conceitos científicos para o desenvolvimento dos alunos. Estes dois teóricos consideram que o desenvolvimento só acontece por meio da aprendizagem, sendo a aprendizagem de conceitos científicos fundamental para aluno nesse processo.

Assim, considera-se que as atividades experimentais fundamentadas nos pressupostos da teoria histórico-cultural podem contribuir para os processos de aprendizagem e desenvolvimento do aluno, pois possibilita superar visões distorcidas da ciência, do conhecimento científico, do aprender, pois possibilita ampliar suas capacidades, se apropriar de novas funções, mais sofisticadas, como a percepção, o pensamento conceitual, a consciência etc., levando o aluno a desenvolver-se plenamente.

Seguidamente, objetivou-se identificar as concepções de atividade experimental e/ou investigativa presentes nos artigos científicos e analisar à luz das teorias de Vigotsky e Davydov suas contribuições para o desenvolvimento dos alunos. A maioria dos autores não deixaram claro suas concepções e o referencial teórico, mas, supõem-se que houve uma prevalência de concepções de experimentação construtivista, e empirista-indutivista, no qual o professor organizava as atividades experimentais com foco na observação e realização de procedimentos por parte dos alunos, para apresentar, comprovar e verificar de leis, teorias, conceitos e fenômenos relacionados ao conteúdo/tema em estudo.

Apenas seis trabalhos informaram superficialmente sobre quais perspectivas teóricas suas pesquisas estavam fundamentadas, entre os citados apareceram Novak, Ausubel e Moreira para uso das ideias relacionadas a aprendizagem significativa; Paulo Freire e Vigotsky, no qual deste último usaram ideias relacionadas a (imitação, interação, mediação e linguagem) de forma rasa com a intenção de contextualizar o objeto de estudo.

As pesquisas apontaram que a experimentação é pouco frequente na formação docente e em suas práticas escolares. E, quando acontecem as finalidades são externas ao aluno, ou seja, não são desenvolvidas para leva-lo a refletir, questionar, problematizar, abstrair, generalizar, se apropriando das relações conceituais envolvidas no conhecimento objeto/tema/conteúdo em estudo.

Os tipos de experimentos mais realizados foram os para comprovação de leis, teorias relacionadas aos conteúdos em estudo. Mesmos os pesquisadores que afirmaram realizar atividades experimentais dentro de uma perspectiva construtivistas e investigativas desenvolveram atividades experimentais com ênfase na observação e execução de procedimentos. Apesar disso, percebe-se um avanço em relação a tentativas de realizar atividades investigativas.

O último objetivo desta pesquisa foi apontar as contribuições atribuídas as atividades experimentais. Quase todas as pesquisas analisadas concluíram que as atividades experimentais possuem o potencial de facilitar a compreensão de conteúdos, tornar as aulas mais interessantes, dinâmicas, aguçar a curiosidade, motivar os alunos em participar das aulas e interagir com a turma.

A partir da exploração e análise dos artigos, percebeu-se lacunas a serem preenchidas, estudadas e investigadas. Julgou-se como principais:

- Atividades experimentais que favoreçam o desenvolvimento cognitivo dos alunos sob uma óptica investigativa e crítica;
- Investigação sobre a temática no ensino fundamental séries iniciais e finais visto que as pesquisas se concentram mais no ensino médio e superior;
- Fomento às atividades experimentais no ensino de ciências situações didáticas problematizadoras e relacionadas ao contexto de vida dos alunos para que busquem construir seu conhecimento, tomando consciência de suas ações, refletindo, questionando e se aprofundando nos estudos;
- Falta clareza nos artigos no que diz respeito a aspectos como abordagem utilizada, metodologia e concepções.

Observou-se que os artigos da amostra não aprofundam discussões a respeito da formação de professores sob uma nova perspectiva teórica (sugere-se a histórico-cultural) e a realização de atividades experimentais como possibilidade para o enfrentamento de concepções empírico-indutivista. É necessária a mudança nas propostas metodológicas com relação a experimentação e sua frequência nas aulas, realizando mais atividades fundamentadas na THC para servir de referência e inspiração em busca de alternativas que possam contribuir para o desenvolvimento humano.

A análise do conteúdo mostrou também que a ênfase no ensino investigativo de ciências não chega a ultrapassar o nível empírico de pensamento dos alunos, não alcançando a compreensão da unidade entre aprendizagem de conceitos científicos e formação de suas funções mentais mais complexas. Desse modo, compreende-se que as atividades experimentais no ensino de ciências ainda precisam avançar em situações didáticas problematizadoras e relacionadas ao contexto de vida dos alunos, que busquem a aquisição de conhecimentos para o desenvolvimento do aluno em suas múltiplas dimensões (social, cultural, científica, política, ética), objetivando tornar os escolares conscientes de suas ações, refletindo,

questionando e se aprofundando nos estudos e decisões, isso é possível através de uma educação fundamentada nos pressupostos de Vigotsky e Davydov

Assim, sugere-se que o ensino de ciências naturais e as atividades experimentais sejam fundamentados nos princípios da concepção histórico-cultural do desenvolvimento humano, de Vygotsky, e na teoria do ensino desenvolvimental de Davydov, pois possuem potencial para contribuir na constituição de um tipo de ensino que leve o estudante a conquistar autonomia, adquirir conhecimento teórico e aprender a pensar cientificamente, promovendo mudanças em suas funções psíquicas e em sua capacidade de compreensão dos fenômenos da natureza em conexão com os fenômenos sociais, interpretando criticamente a realidade natural e social. Entretanto, como este estudo se limitou a uma análise documental e bibliográfica, são necessários novos estudos que realizem análises de dados empíricos acerca das contribuições destas teorias no ensino de ciências naturais.

Acredita-se que esta pesquisa contribuiu para despertar novos olhares para o ensino de conteúdos de ciências naturais com experimentação e investigação, gerando reflexões sobre outras possibilidades de abordagens capazes de promover aprendizagens e apropriação de conceitos científicos que possibilitam o desenvolvimento psíquico dos alunos.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. C. S.; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946-1966. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém, v. 5, n. 2, p. 469-489, maio-ago. 2010.
- ALVES, J. N.; LUCENA, D. M. R.; LOPES, B. L. R. Química e meio ambiente: investigação e desenvolvimento de abordagens experimentais. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ**, v. 3, n. 2, p. 1-13, 2019.
- AMARAL, I. A.; MEGID NETO, J. Qualidade do livro didático de Ciências: o que define e quem define? **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 2, p. 13-14, jun. 1997.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-193, 2003.
- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (UNESP), Bauru, v. 2, p. 14-24, 1996.
- AXT, R. o Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A. E. A. R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, p. 79-91, 1991.
- ARTUS, L. **Livro Didático e a experimentação no ensino de química**. 2018. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, Rio Grande do Sul, 2018.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.
- BARRA, V. M.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. **Ciência e Cultura**, v. 38, n. 12, p. 1970-1983, 1986.
- BARBOSA, T. A. P. **História e filosofia das ciências associadas à experimentação no ensino de ciências: perspectivas e tendências de pesquisas no Brasil de 1972 a 2018**. 2020. 230 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2020.
- BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BATISTA, I. C. S.; MORAES, R. R. História do ensino de Ciências na Educação Básica no Brasil (do Império até os dias atuais). **Revista Educação Pública**, v. 19, n. 26, out. 2019.

BENETTI, B.; RAMOS, E. M. de F. Professoras dos anos iniciais e ensino de Ciências: Desafios para a formação docente. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 12, 2013.

BERNARDINO, M. do R. F. **A importância do experimento no ensino de ciências nas séries iniciais no ensino fundamental**. 2014. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, 2014.

BERTERO, Carlos Osmar. Aspectos organizacionais da inovação educacional: o caso da FUNBEC - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. *Revista de Administração de Empresas*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 57-71, out.-dez. 1979.

BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ática, 2002.

BRANCO, E. P.; ZANATTA, S. C. BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ciências. **Revista Insignare Scientia**, v.4, n.3, 2021.

BRASIL. Lei n.º 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 dez. 1961. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4024.htm. Acesso em: 20 fev. 2022.

BRASIL. Lei n.º 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 ago. 1971. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5692.htm. Acesso em: 20 fev. 2022.

BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 27 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 12 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2. ed. Brasília: MEC, 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/bncc-2versao.revista.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. 3. ed. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf. Acesso em: 20 jan. 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais/ Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123-146, jan./abr. 2016.

CAMILLO, J.; MATTOS, C. Educação em ciências e a teoria da atividade cultural histórica: contribuições para a reflexão sobre tensões na prática educativa. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 1, p. 211-230, jan. 2014.

CAMPOS, E. S. Ensino para a formação de conceitos em ciências: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental de Davydov. 2019. 266 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para a implantação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: Carvalho, A. M. P. (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo, Cengage Learning, 2013.

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018.

CHADDAD, F. R. Análise Crítica da Elaboração, da Pedagogia e da Orientação dos PCNS. *Mimesis*, Bauru, v. 36, n. 1, p. 5-24, 2015.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHEVALLARD, Y. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Paris, França: LaPensee Sauvage, 1991.

COMPIANI, M. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item Ciências da Natureza. **Ciências em Foco**, v. 11, n. 1, p. 91-106, 2018.

COSTA, R.; MOLINA, A. A. Elaboração e implementação da BNCC (2015/2017) na educação pública brasileira: aproximações com o ideário político-ideológico da UNESCO. **Revista Cocar**, v. 14, n. 29, p. 477-497, maio/ago. 2020.

CUNHA, A. O. **As atividades investigativas e o ensino de ciências por investigação**: tendências da pesquisa acadêmica. 2020. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia, 2020.

CUNHA, M. B. O movimento Ciência/Tecnologia/ Sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 121-134, 2006.

DAHER, A. F. B.; MACHADO, V. M. Atividade Experimental Investigativa – uma possibilidade no ensino de Ciências nos anos iniciais. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...]**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 03 a 06 de julho de 2017.

D'AVILA, J. B. **As influências dos agentes públicos e privados no processo de elaboração da base nacional comum curricular**. 2018. 131 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2018.

DAVYDOV, V. V. Problems of developmental Teaching – The experience of the oretical and experimental psychological research. **Soviet Education**, v. 30, n. 8, ago. 1988.

DAVYDOV, V. V. **O que é a verdadeira atividade de aprendizagem?** Tradução de Cristina Pereira Furtado. 1999.

DEITOS, G. M. P.; MALACARNE, V. Experimentação no ensino de ciências: um olhar para os livros didáticos do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 1-16, jan./abr. 2020.

DEITOS, G. M. P.; STRIEDER, D. M.; Um olhar epistemológico para a experimentação no ensino de ciências. **Revista Olhar de professor**, Ponta Grossa, 21(2): 281-288, 2018.

DUARTE, N. VIGOTSKY e o “aprender a aprender”: críticas às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigostkiana. Campinas: Autores Associados, p. 296, 2001.

ESPINOZA, A. **Ciências na escola**: novas perspectivas para formação dos alunos. Tradução de Camila Bogéa. São Paulo: Ática, 2010.

EVANGELISTA, F. L.; CHAVES, L. T. Uma proposta experimental e tecnológica na perspectiva de Vigotsky para o ensino de física. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 177-200, 2019.

- FERNANDES, Florestan. Educação e Sociedade no Brasil, São Paulo: Dominus Ed., 1966.
- FARIA, F.P; CARNEIRO, M.C. O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NA HISTÓRIA DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL. Debates em Educação, Maceió, v. 12, n. 26, p. 36-51, 2020.
- FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 4. ed. Curitiba: Positivo, 2009.
- FERREIRA, L. H; HARTWIG, D. R; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- FONTES, F. F.; FALCÃO, J. T. da R.; ANDRADE, L. R. M. de; SOUSA, P. C. A. de; MARQUES JÚNIOR, J. A. Psicologia histórico-cultural, Perezhivanie e além: uma entrevista com Nikolai Veresov. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 40, p. 1-20, 2019.
- FORTUNA, C.; LEITE, R. F. Atividades experimentais de química nos livros didáticos de Ciências do 9º ano do PNL D 2017. **Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ**, v. 5, n. 2, p. 118-144, 2021.
- FREITAS, R. A. M. M. Aprendizagem e formação de conceitos na teoria de Vasili Davydov. In: LIBÂNEO, J. C.; SUANNO, M. V. R.; LIMONTA, S. V. (Orgs.). Concepções e práticas de ensino num mundo em mudança. Diferentes olhares para a Didática. Goiânia: CEPED/PUC GO, p. 71-84, 2011.
- FREITAS, R. A. M. M.; ROSA, S. V. L. Ensino Desenvolvimental: Contribuições à Superação do Dilema da Didática. Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 40, n. 2, p. 613-627, abr./jun. 2015.
- FREITAS, R. A. M. M. Artigo temático formação de conceitos na aprendizagem escolar e atividade de estudo como forma básica para a organização do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 388-418, maio/ago. 2016.
- GALIAN, C. V. A. Os PCN e a elaboração de propostas curriculares no Brasil. **Cadernos de Pesquisa**, v. 44, n. 153, p. 648-669, jul./set. 2014.
- GALIAZZI, M. C.; MARTINS, B. B.; NUNES, M. T. O.; RUFFATO, G. P.; MADEIRA, V. C. D.; BULHOSA, M. C. S. A experimentação na aula de química: uma aposta na abordagem histórico-cultural para a aprendizagem do discurso químico. In: GALIAZZI, M. C.; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (Orgs.). **Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências**: uma aposta de pesquisa na sala de aula. Ijuí, RS: Unijuí, 2007. p. 375-390.
- GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, L.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a

pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotsky. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005.

GIEST, H.; LOMPSCHER, J. Lehrstrategien. *In*: ROST, D. H.; SPARFELDT, J. R.; BUCH, S. R. (Eds.). **Handwörterbuch Pädagogische Psychologie**. 5. ed. Weinheim, Alemanha: Beltz, 2018. p. 408-416.

GIL-PÉREZ, D. La metodología y la enseñanza de las ciencias: unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciências**, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1996.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...]**, Valinhos, São Paulo, 01 a 04 de setembro de 1999.

GOLDBACH, T.; PAPOULA, N. R. P.; SARDINHA, R. C.; DYSARZ, F. P.; CAPILÉ, B. Atividades práticas em livros didáticos atuais de Biologia: investigações e reflexões. **Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 63-74, jan./jun. 2009.

GONÇALVES, F. P. **O texto de experimentação na Educação em Química: discursos pedagógicos e epistemológicos**. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Metodologia de experimentação como estratégia potencializadora para o ensino de química. **Comunicações**, v. 27, n. 1, p. 219-247, jan./abr. 2020.

GUERRA, M. H. F. S.; VASCONCELOS, A. K. P.; FIRMINO, E. S.; NOJOSA, A. C. A. B.; SALDANHA, G. C. B.; SAMPAIO, C. G. Uma abordagem das atividades experimentais no ensino de química: uso da Flor Ixora Chinensi como indicador ácido-base. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 834-847, 2017.

HEDEGAARD, M. A zona de desenvolvimento proximal com base para a instrução. *In*: MOLL, L. C. (Org.). **Vigotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sóciohistórica**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012.

HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratório. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

KAFER, G. A.; MARCHI, M. I. Aprendizagem sobre soluções por meio de atividades experimentais e construção de mapas conceituais. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 544-553, jan./abr. 2015.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão. **Em Aberto**, Brasília, v. 7, n. 40, p. 55-60, 1988.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino de ciências. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. Ensino de Ciências e Cidadania. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2007.

LABURÚ, C. E. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

LEITE, B. S. A. Experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos Livros Didáticos. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 61-78, 2018.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia y personalidad**. Havana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1983.

LIBÂNEO, J. C. **Docência universitária**: formação do pensamento teóricocientífico e atuação nos motivos dos alunos. Ser professor na contemporaneidade: desafios, ludicidade e protagonismo. Curitiba: CRV, 2009.

LIBÂNEO, José Carlos. Educação, Pedagogia e Didática. O Campo Investigativo da Pedagogia e da Didática no Brasil: esboço histórico e buscas de identidade epistemológica e profissional. In: PIMENTA, Selma Garrido (Org.). Didática e Formação de Professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal. São Paulo: Cortez, p. 77-129, 2011.

LIBÂNEO, J. C.; ALVES, N. **Temas de Pedagogia**: diálogos entre didática e currículo. São Paulo: Cortez, 2012.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Vasily Vasilyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Ensino desenvolvimental**: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Uberlândia, MG: UFU, p. 315-350, 2015.

LIBÂNEO, J. C. A Teoria do Ensino para o Desenvolvimento Humano e o Planejamento de Ensino. *Educativa*, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 353-387, 2016.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. M. Abstração, generalização e formação de conceitos no processo de ensino aprendizagem. In: LONGAREZI, A. M.; PUENTES,

R. V. (Orgs.). **Ensino desenvolvimental: sistema Elkonin-Davídov-Repkin.** Uberlândia, MG: Edufu, 2019.

LIMA, K. E. C.; TEIXEIRA, F. M. **A epistemologia e a história do conceito experimento/experimentação e seu uso em artigos científicos sobre ensino das ciências.** 2012. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiiienpec/resumos/R0355-1.pdf. Acesso em: 12 jan. 2022.

LIMONTA, S. V. Teoria histórico-cultural e teoria do ensino desenvolvimental: bases para uma epistemologia psicólogo-didática do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 419-448, maio/ago. 2016.

LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Ensino Desenvolvimental: Vida e obra dos principais representantes russos.** Uberlândia, MG: EDUFU, 2013.

MACEDO, E. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: uma visão cultural do currículo de ciências. *In*: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Orgs.). **Currículo de ciências em debate.** Campinas, SP: Papirus, p. 119-153, 2004.

MACEDO, E. Base nacional curricular comum: a falsa oposição entre conhecimento para fazer algo e conhecimento em si. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 32, n.02, p. 45-67, abr./jun. 2016.

MACIEL, J. C. de A.; PAIVA, V. V. da S.; TREVISAN, I. Análise da experimentação no ensino de ciências e biologia de 2000 a 2018. I Simpósio Sul-Americano de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Anais [...]**, Universidade Federal da Fronteira do Sul, Rio Grande do Sul, 28 a 30 de outubro de 2020.

MACHADO, V. F; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2012.

MALHEIRO, J. M. da S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, jul./dez. 2016.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, A. F. P. Sem carroça e sem bois: breves reflexões sobre o processo de elaboração de “uma” BNCC. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 689-701, dez. 2018.

MASSABNI, V. G. O construtivismo na prática de professores de ciências: realidade ou utopia? **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 104-114, 2007.

MATSUMOTO, F. M. **Empirismo Indutivista**. 2011. Disponível em: http://www.quimica.ufpr.br/fmatsumo/antigo/2011_CQ155_EmpirismoIndutivista.pdf. Acesso em: 01 fev. 2022.

MATOS, P. C. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agrônomas - Câmpus de Bocatú. **Tipos de revisão de literatura**. 2015.

MENDES, M. F. A. Uma perspectiva histórica da divulgação científica: a atuação do cientista-divulgador José Reis (1948-1958). 2006. 256 f. Tese (Doutorado em História das Ciências e da Saúde) - Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, Rio de Janeiro, 2006.

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto – Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, out./dez. 2008.

MENEZES, M.C.F.; SILVA, R.M.L. A Realidade da Educação Científica atual e algumas estratégias para a mudança. *In*: NOBREGA, D.S.; SANTOS, L. F. (Orgs). Ciências em ação: perspectivas distintas para o ensino e aprendizagem de ciências, p. 22-33, Científica digital, 2021.

MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: o caso do ensino de Ciências. *In*: BORGES, Regina Maria Rabello; MORAES, Roque. Educação em ciências nas séries iniciais. Porto Alegre: Sagra-Luzatto, p.29-45, 1998.

MORAIS, V. C. S.; SANTOS, A. B. Implicações do uso de atividades experimentais no ensino de biologia na escola pública. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 166-181, abr. 2016.

MOREIRA, M. C. A.; LOPES, F. P. Os termos “atividade de laboratório”, “atividade experimental” e “atividade prática” nos enunciados de mestrados em ensino de ciências. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais [...]**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 03 a 06 de julho de 2017.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p 20-39, 1996.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR Online**, Campinas, n. 39, p. 225-249, set. 2010.

NERI, S. F.; COSTA, A. P.; MOREIRA, A. WebQDA: Software de Apoio à Análise Qualitativa. In: CONFERÊNCIA IBÉRICA DE SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO (5ª), CISTI'. 2010, Santiago de Compostela, Espanha. Anais [...]. Santiago de Compostela, 2010.

OLIVEIRA, A. A. Q.; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de ciências e biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 183-209, 2012.

OLIVEIRA, J. R. S. A Perspectiva sócio-histórica de Vigotsky e suas relações com a prática da experimentação no ensino de química. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, p. 25-45, nov. 2010.

PASSONI, S.; MAYER, N.; SILVA, J. B.; BRINATTI, A. M.; SILVA, S. L. R. Contribuição para o ensino de ciências por meio de uma atividade experimental de condutividade térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 3, n. 3, p. 32-48, set./dez. 2010.

PEREIRA, J. R.; MOTA, G. V. S.; NERO, J. D.; SILVA, C. A. B. J. Ensinando ciências físicas com experimentos simples no 5º ano do ensino fundamental da educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 12, n. 1, p. 175-197, jan./abr. 2019.

PEREIRA, M. V.; MOREIRA, M. C. A. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, abr. 2017.

PICCININI, C. L.; ANDRADE, M. C. P. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 11, n. 2, p. 34-50, 2018.

PIETROCOLA, M. **Parecer sobre a Ciências Naturais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. 2016. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/Mauricio_Pietrocola_CIENCIAS.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.

PIRES, E. A. C.; HENNRICH JÚNIOR, E. J.; MOREIRA, A. L. O. R. O desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental: uma reflexão a partir das atividades experimentais. **Revista Valore**, Volta Redonda, v. 3, edição especial, p. 152-164, 2018.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO – PUC-RIO. **O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico**. 2018. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/11290/11290_4.PDF. Acesso em: 15 jan. 2022.

PRESTES, Z.; TUNES, E.; NASCIMENTO, R. Lev Semionovitch Vigotsky: um estudo da vida e da obra do criador da psicologia histórico-cultural. *In*: LONGAREZI, A. M.; PUENTES, R. V. (Orgs.). **Ensino Desenvolvimental: Vida e obra dos principais representantes russos**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2013. p. 47-65.

PUENTES, R. V.; CARDOSO, C. G. C.; AMORIM, P. A. P. (Orgs.). **Teoria da Atividade de estudo: contribuições de D. B. Elkinin, V. V. DAVYDOV e V. V Repkin**. 2. ed. Curitiba: CRV, 2020.

RAMOS, L. S.; ANTUNES, F.; SILVA, L. H. A. Concepções de professores de Ciências sobre o ensino de Ciências. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, n. 3, p. 1666-1674, out. 2010.

RAUBER, A. G.; QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M. Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 1-12, jan./abr. 2017.

RECEPUTI, C. C.; PEREIRA, T. M.; REZENDE, D. B. Experimentação no ensino de ciências: relação entre concepções de estudantes e professores sobre ciências e atividades experimentais. **Crítica Educativa**, Sorocaba-SP, v. 6, p. 1-25, 2020.

RIBEIRO, M. E. M.; RAMOS, M. G. A pesquisa em sala de aula no âmbito do ensino de Ciências: a perspectiva da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental. *In*: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 37., 2017. Anais [...]. Rio Grande do Sul: FURG, 2017.

RONAN, C. A. **História ilustrada da ciência: das origens à Grécia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987.

ROSA, C. T. W.; DARROZ, L. M.; ROSA, A. B. Ensino em Ciências nos anos iniciais mediado pelas atividades experimentais: discussões envolvendo estudos na área. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 17, n. 35, p. 105-118, dez. 2017.

ROSA, C. T. W.; ROSA, Á. B. R. Discutindo as concepções epistemológicas a partir da metodologia utilizada no laboratório didático de Física. **Revista Iberoamericana de Educação**, v. 52, n. 6, p. 1-11, 2010.

ROSA, C. W.; ROSA, A. B. R. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Ibero-americana de Educação**, n. 58, fev. 2012.

ROSA, S. V. L.; SYLVIO, M. C. Teoria Histórico-Cultural e Teoria do Ensino Desenvolvimental: Bases para uma epistemologia psicológico-didática do ensino. **Educativa**, Goiânia, v. 19, n. 2, p. 419-448, maio/ago. 2016.

ROSITO, B. O ensino de ciências e a experimentação. *In*: MORAES, R. (Ed.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 195-208.

RUBTSOV, V. A atividade de aprendizagem e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. *In*: GARNIER, C.; BEDNARZ, N.; ULANOVSKAYA, I. (Orgs.). **Após Vygotsky e Piaget**: perspectiva social e construtivista. Escola russa e ocidental. Tradução de Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SANTANA, R. S.; CAPECCHI, M.C.V.M.; FRANZOLIN, F. O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais: possibilidades na implementação de atividades investigativas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 3, 2018.

SANTOS, E. I. **Ciências nos anos finais do ensino fundamental**: produção de atividades em uma perspectiva sócio-histórica. São Paulo: Anzol, 2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. *Revista Ensaio*, 2015.

SÁ, E. F.; PAULA, H.; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Florianópolis- SC, 2007.

SANTOS, I. S. F.; PRESTES, R. I.; VALE, A. M. Brasil 1930-1961: Escola Nova, LDB e disputa entre escola pública e escola privada. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 22, p. 131-149, jun. 2006.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SFORNI, M. S. de F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino**: contribuições da teoria da atividade. Araraquara, SP: JM, 2004.

SILVA, A. F.; FERREIRA, J.H.; VIEIRA, C.A. O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. **Revista Exitus**, Santarém-PA, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.

SILVA, C. H.; HERMEL, E. E. S. As concepções de experimentação no ensino básico: um estudo em periódicos da área do ensino de ciências no Brasil. VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia. **Anais [...]**, Santo Ângelo, Rio Grande do Sul, 22 a 24 de maio de 2013.

SILVA, D. P. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química**: reflexões de um grupo de

professores. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – área Ensino de Química) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, L. J. **Reflexões sobre práticas experimentais no ensino de ciências**. Secretaria de Estado da Educação, Universidade Estadual de Londrina, 2012.

SILVA, E. C.; MARIN, Y. A. O. Concepções sobre experimentação de alunos do Ensino Fundamental: Motivando a aprendizagem das ciências. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais** [...], Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 03 a 06 de julho de 2017.

SILVA, I. F.; ALVES NETO, H. F. O processo de elaboração da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil e a Sociologia (2014 a 2018). **Revista Espaço do Currículo**, João Pessoa, v. 13, n. 2, p. 262-284, maio/ago. 2020.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. *In*: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba, SP: CAPES/UNIMEP, 2000. p. 120-153.

SILVA, O. B.; QUEIROZ, S. L. Mapeamento da pesquisa no campo da formação de professores de química no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 62-93, 2016.

SILVA, S. M.; SERRA, H. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 9-23, 2013.

SIRGADO, A. P. O social e o cultural na obra de Vigotsky. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 21, n. 71, p. 45-78, 2000.

SOUZA, L. A.; SILVA, L.; HUGUENIN, J. A. O.; BALTHAZAR, W. F. Discutindo a natureza ondulatória da luz e o modelo da óptica geométrica através de uma atividade experimental de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4311-4316, 2015.

TAHA, M. S.; LOPES, C. S. C.; SOARES, E. L.; FOLMER, V. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003.

TEIXEIRA, B. B. Parâmetros Curriculares Nacionais, Plano Nacional de Educação e a autonomia da escola. UFJF, 2000.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. O estado da arte da pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: um panorama baseado na análise de dissertações e teses. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 273-297, 2012.

VIEIRA, L. D.; NICOLODI, J. C.; DARROZ, L. M. A área de Ciências da Natureza nos PCNs e na BNCC. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 5, p. 105-122, ago. 2021.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 2003a.

VIGOTSKI, L. S. **Psicologia Pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2003b.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, Lev S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: VIGOTSKI, Lev S.; LURIA, Alexander R.; LEONTIEV, Aleksei N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 11 ed. São Paulo: Ícone, 2010.

WALDHELM, M.C.V. COMO APRENDEU CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA QUEM HOJE PRODUZ CIÊNCIA? O papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais. 2007. 244 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.