



Renovação epistemológica no Ensino de Ciências: um levantamento do estado da arte

Elemar Kleber Favreto

Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil

Josie Agatha Parrilha da Silva

Universidade Estadual de Maringá - UEM / Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, Brasil

Marcos Cesar Danhoni Neves

Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil

RESUMO

A epistemologia é essencial na Educação, ligando-se ao conhecimento científico e sua relação com a Tecnologia e a sociedade. As renovações epistemológicas são cruciais no Ensino de Ciências, detectando distorções e impulsionando novos processos epistêmicos. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as percepções acerca da relação entre as renovações epistemológicas e o desenvolvimento de novos processos epistêmicos no Ensino de Ciências, a partir de um levantamento do estado da arte de 2001 a 2022. A metodologia empregada foi desenvolvida a partir de um levantamento, onde foram utilizadas as palavras-chave "renovação epistemológica" e "ensino de ciências" na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. Foram encontrados vinte e um trabalhos, dos quais nove foram selecionados, com base em critérios qualitativos, para uma análise textual discursiva. Os resultados indicam que as renovações epistemológicas exercem um papel significativo na evolução dos processos epistêmicos no Ensino de Ciências, reforçando a necessidade de integrar essas perspectivas na formação docente.

PALAVRAS-CHAVE: ciência; epistemologia; educação científica; estratégias; século XXI.

EPISTEMOLOGICAL RENEWAL IN SCIENCE TEACHING: A STATE OF THE ART SURVEY

ABSTRACT

Epistemology is essential in Education, connecting with scientific knowledge and its relationship with Technology and society. Epistemological renewals are crucial in Science Teaching, detecting distortions and driving new epistemic processes. This research aims to analyze the perceptions about the relationship between epistemological renewals and the development of new epistemic processes in Science Teaching, based on a survey of the state of the art from 2001 to 2022. The methodology employed was developed from a survey, where the keywords "epistemological renewal" and "science teaching" were used in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations. Twenty-one works were found, of which nine were

selected, based on qualitative criteria, for a discursive textual analysis. The results indicate that epistemological renewals play a significant role in the evolution of epistemic processes in Science Teaching, reinforcing the need to integrate these perspectives in teacher training.

Keywords: science; epistemology; scientific education; strategies; XXI century.

RENOVAÇÃO EPISTEMOLÓGICA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS: UNA ENCUESTA SOBRE EL ESTADO DEL ARTE

RESUMEN

La Epistemología es esencial en la Educación, vinculándose al conocimiento científico y su relación con la Tecnología y la sociedad. Las renovaciones epistemológicas son cruciales en la enseñanza de las ciencias, detectando distorsiones e impulsando nuevos procesos epistémicos. Esta investigación tiene como objetivo analizar las percepciones sobre la relación entre las renovaciones epistemológicas y el desarrollo de nuevos procesos epistémicos en la enseñanza de las ciencias, con base en un levantamiento del estado del arte de 2001 a 2022. La metodología utilizada se desarrolló a partir de un levantamiento, donde se utilizaron las palabras clave “renovación epistemológica” y “enseñanza de las ciencias” en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones. Se encontraron veintiún obras, de las cuales nueve fueron seleccionadas, con base en criterios cualitativos, para un análisis textual discursivo. Los resultados indican que las renovaciones epistemológicas juegan un papel significativo en la evolución de los procesos epistémicos en la Enseñanza de las Ciencias, reforzando la necesidad de integrar estas perspectivas en la formación docente.

PALABRAS-CLAVE: ciência; epistemologia; educación científica; estratégias; século XXI.

1 INTRODUÇÃO

A epistemologia sempre desempenhou um papel fundamental na educação, de modo geral, e no ensino, de modo específico, e mais ainda no Ensino de Ciências, por ser uma área que está envolvida diretamente com o entendimento acerca do *modus operandi* da Ciência e do ofício do cientista. Entender a natureza do conhecimento científico é essencial para se compreender melhor os propósitos e desígnios do fazer científico e de como a Ciência está diretamente ligada à Tecnologia e à sociedade em geral. Isso se evidencia na forma como o Ensino de Ciências sofreu modificações ao longo do século XX, passando de um ensino pautado essencialmente na transmissão de leis, conceitos e generalizações, tratando os alunos como tábulas rasas, para um ensino mais voltado à investigação e à relação entre diferentes tipos de conhecimento, concebendo os estudantes como pertencentes a uma sociedade e uma cultura (Carvalho, 2013). Essa transformação no ensino se deve, em parte, às teorias epistêmicas da psicologia da educação, de autores como Jean Piaget e Lev Vygotsky, e à atmosfera epistemológica do século XX, onde filósofos como Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, entre outros modificaram a forma de conceber a natureza da Ciência, ao mostrar que ela

não produz um conhecimento neutro, atemporal e absoluto (Carvalho, 2013; Garcia; Deitos; Strieder, 2020).

As novas correntes epistemológicas que começaram a surgir a partir da década de 1920, por exemplo, colocaram em xeque as principais ideias do positivismo lógico, ajudando a ampliar a concepção de Ciência, mostrando que o conhecimento científico é construído por seres humanos (é social), em um tempo histórico (é temporal), e gera respostas que podem ser revistas (não é absoluto) (Ariza; Harres, 2002). Essa nova concepção de Ciência, portanto, auxiliou no processo de transformação do modo como se ensina esse tipo de conhecimento (Garcia *et al.*, 2020).

No século XXI, em meio ao acelerado avanço das *Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação* (TDICs), novos desafios surgiram no processo de compreensão do papel da Ciência e da natureza do conhecimento científico, pois a Tecnologia, como campo de conhecimento independente, acabou se aproximando da Ciência a ponto de fundar uma simbiose indissolúvel, dando origem, por exemplo, ao conceito de *Tecnociência*¹, cunhado por Gilbert Hottois. Tal conceito aponta uma rede de relações intrinsecamente constituídas entre a produção científica e o desenvolvimento técnico e tecnológico, não se tratando apenas de uma mera submissão da Técnica/Tecnologia à Ciência, mas de um conhecimento unificado. O conceito de *tecnociência*, entretanto, em muito se equipara ao de *Fenomenotécnica*², formulado

¹ O conceito de *tecnociência* foi, inicialmente, cunhado por Hottois nas décadas de 1970 e 1980, para denotar a estreita conexão entre Ciência e Técnica/Tecnologia. Segundo Hottois (1984, p. 60), a *tecnociência* pode ser definida pela “[...] l’indissolubilité des deux pôles théorique et technique-opérateur; le primat ultime de la technique sur la théorie” (em uma tradução livre: “[...] indissolubilidade dos dois polos teórico e técnico-operacional; a primazia final da tecnologia sobre a teoria”), o que deu a entender que haveria uma ruptura na epistemologia da ciência moderna, dada pelo avanço da técnica e da tecnologia do último século. Assim, o termo *tecnociência*, ao demonstrar a indissociabilidade entre Ciência e Tecnologia (como duas faces da mesma moeda), mostra que o conhecimento científico avançou enormemente a partir dos sistemas tecnológicos que permitiram diversas descobertas científicas. Dessa forma, é extremamente difícil separar o conhecimento teórico dos avanços técnicos e tecnológicos que formam o campo prático e operacional dessa mesma ciência, pois há uma validação mútua entre ambas (Hottois, 1984). O termo evoluiu consideravelmente desde a década de 1980, abrangendo uma ampla gama de interpretações e implicações, de modo que a noção de *tecnociência* tornou-se, atualmente, um vasto campo de estudo multidisciplinar, mas que ainda continua centrado na exploração da intrínseca interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, bem como nas implicações dessa interação para o futuro da humanidade.

² O conceito de *fenomenotécnica*, para Bachelard (1996), vai além da simples relação Ciência e Técnica/Tecnologia, pois diz respeito ao modo como a Ciência constrói o fenômeno, buscando validar aquilo que ela já postulou como teoria. Nesse sentido, a aplicação da teoria já é uma construção técnica da realidade, onde a Ciência necessita da Técnica/Tecnologia para moldar as peças da realidade conforme o modelo por ela imaginado: “Na experiência, procura ocasiões para *complicar* o conceito, para *aplicá-lo*, apesar da resistência desse conceito, para realizar as condições de aplicação que a realidade não reúne. É então que se percebe que a ciência *constrói* seus objetos, que nunca ela os encontra prontos. A fenomenotécnica *prolonga* a fenomenologia. Um conceito torna-se científico na proporção em que se torna técnico, em que está acompanhado de uma técnica de realização” (Bachelard, 1996, p. 77). Dessa forma, segundo Bachelard (1996), a *fenomenotécnica* mostra a intrínseca relação de dependência entre a Ciência e a Técnica/Tecnologia, mostrando que não se produz conhecimento científico sem que o fenômeno seja tratado de um modo técnico, sem que o conceito seja aplicado na construção de uma determinada realidade científica.

por Bachelard no início do século XX, possuindo também uma forte relação ao binômio (muito mais conhecido no Brasil) Ciência e Tecnologia (C&T), comumente utilizado na literatura sobre Ensino de Ciências (Angotti; Auth, 2001).

Compreender a natureza da Ciência no século XXI exige, portanto, uma nova transformação epistemológica, de modo a abarcar essa atual construção e validação do conhecimento científico em sua profunda relação com a Tecnologia (Garcia *et al.*, 2020). Da mesma forma, o Ensino de Ciências, que tem por função introduzir os jovens na cultura científica, também precisa de uma renovação epistêmica, a ponto de facilitar a sua ressignificação: “Esta análise do ensino das ciências, tem mostrado entre outras coisas, graves discordâncias da natureza da ciência que justificam, em grande medida, tanto o fracasso de um bom número de estudantes, como a sua recusa à ciência” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 38). Isso exige também uma nova postura epistemológica por parte dos professores: “Compreendeu-se [...] que o melhoramento da educação científica exige como requisito iniludível, modificar a imagem da natureza da ciência que nós os professores temos e transmitimos” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 38).

É necessário, dessa forma, encarar alguns desafios para superar a concepção tradicional de Ciência, que, embora a epistemologia pós-positivista e as correntes epistemológicas da psicologia da educação do século XX tenham tentado superar, ainda persistem no ambiente escolar, a ponto de deslocar a teoria da prática, dissociando a pesquisa básica da pesquisa aplicada e também a pesquisa científica da Técnica e da Tecnologia que a acompanha. Esses desafios podem ser equiparados ao que Cachapuz e seus colaboradores (2005, p. 37) denominaram de “superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia”, o que culminou, para os autores, em sete deformações³.

É imprescindível compreender que o combate às visões deformadas de Ciência e Tecnologia não implica dizer que exista uma visão universal e verdadeira de Ciência e Tecnologia, pelo contrário, o conhecimento científico e tecnológico avança ainda mais na diversidade de posicionamentos e na ampliação das visões de mundo dos pesquisadores e, em consequência, dos professores e alunos de Ciência. Entretanto, é necessário “[...] um esforço consciente para evitar simplismos e deformações claramente contrárias ao que se pode compreender, no sentido amplo, como ‘aproximação científica do tratamento de problemas’” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 39). Nesse sentido, é conveniente a discussão a respeito dessas

³ As sete visões deformadas de Ciência e Tecnologia são, para Cachapuz e seus colaboradores (2005), as seguintes: 1) Visão descontextualizada, 2) Concepção individualista e elitista, 3) Concepção empírico-indutivista e ateuca, 4) Visão rígida, algorítmica e infalível, 5) Visão aproblemática (acabada) e ahistórica (dogmática), 6) Visão exclusivamente analítica, e 7) Visão acumulativa e de crescimento lineal. Veremos com mais detalhes cada uma delas nos próximos tópicos deste trabalho.

deformações, pois elas “[...] expressam, no seu conjunto, uma imagem ingênua [sic] profundamente afastada do que supõe a construção dos conhecimentos científicos, mas que se foi consolidando até se converter num estereótipo socialmente aceito que, insistimos, a própria educação científica reforça por acção [sic] ou omissão” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 40).

Considerando esses desafios epistemológicos no ensino de Ciências, é fundamental que novas teorias e práticas sejam desenvolvidas no ambiente escolar, buscando soluções que promovam uma renovação epistemológica contínua dos seus principais atores, os professores. Dessa forma, ao enfrentar esses desafios, é importante compreender como essa renovação epistemológica pode ser reconhecida e efetivada dentro da área da educação científica, de modo a auxiliar no desenvolvimento do próprio processo de ensino-aprendizagem.

A presente pesquisa, dessa forma, parte da seguinte questão-problema: quais são as principais percepções de teses e dissertações, produzidas no Brasil desde o início do século XXI, que se dedicam a estabelecer conexões entre as renovações epistemológicas e seu impacto no desenvolvimento de novos processos epistêmicos no Ensino de Ciências?

O objetivo principal deste trabalho é, portanto, analisar as percepções acerca da relação entre as renovações epistemológicas e o desenvolvimento de novos processos epistêmicos no Ensino de Ciências, a partir de um levantamento do estado da arte desde o início do século XXI (2001 a 2022).

Já os objetivos específicos são:

- 1) identificar pesquisas brasileiras, realizadas a partir do ano 2001, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertação (BDTD), cujos temas contenham os descritores “Renovação Epistemológica” e “Ensino de Ciências”;
- 2) sistematizar os trabalhos encontrados e selecionados (a partir de critérios qualitativos), identificando como seus autores delimitam a renovação epistemológica e como a relacionam com a área de Ensino de Ciências;
- 3) relacionar as concepções de renovação epistemológica, e sua influência no Ensino de Ciências, encontradas nos estudos selecionados, com os principais desafios e enfrentamentos estipulados por Cachapuz e seus colaboradores (2005).

O principal postulado de pesquisa é: as renovações epistemológicas possuem forte influência no desenvolvimento de novos processos no Ensino de Ciências, sejam eles epistêmicos ou didático-metodológicos, podendo fornecer contribuições significativas para a evolução da concepção de Ciência na atualidade. Já a metodologia empregada revela que o

estudo se trata de uma pesquisa básica, com objetivos exploratórios e procedimentos bibliográficos, procurando desenvolver um levantamento, em teses e dissertações, utilizando-se as palavras-chave "renovação epistemológica" e "ensino de ciências", na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações.

Este trabalho está dividido em cinco tópicos, da seguinte forma: o primeiro consiste nesta introdução sobre o tema; o segundo versará sobre uma breve fundamentação teórica do tema e do problema de pesquisa, refletindo sobre as renovações epistemológicas desde um ponto de vista dos desafios para o Ensino de Ciências no século XXI; o terceiro, por sua vez, trará a delimitação metodológica da pesquisa, apresentando os critérios de inclusão e exclusão de trabalhos a serem analisados; o quarto apresentará as discussões e resultados encontrados na análise das teses e dissertações selecionadas, buscando delimitar a renovação epistemológica no Ensino de Ciências e aproximá-la dos principais desafios e enfrentamentos estipulados por Cachapuz e seus colaboradores (2005); já o quinto e último tópico, a título de considerações finais, mostrará se o objetivo geral foi alcançado e o problema de pesquisa respondido.

2 UMA RENOVAÇÃO EPISTEMOLÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

A sociedade exige, cada vez mais, uma renovação dos parâmetros escolares, possibilitando que os alunos criem “[...] oportunidades para a formação de competências básicas, tanto no exercício da cidadania como no desenvolvimento de atividades profissionais” (Pinheiro; Matos; Bazzo, 2007, p. 148). Entretanto, renovar a escola, possibilitando que ela cumpra o que rege o artigo 205 da *Carta Magna Brasileira* (Brasil, 1988), não é apenas uma questão estrutural, curricular ou metodológica, mas, essencialmente, a renovação na forma de pensar a escola e o próprio conhecimento científico que nela é ensinado, ou seja, um conhecimento que represente uma renovação epistêmica de seus atores (gestores, professores, alunos, etc.), de modo a interagir com a complexidade do novo milênio (Félix, 2017).

As constantes tentativas de reestruturação do ensino em todo o país nas últimas décadas vêm mostrando a busca por uma renovação escolar, entretanto, tais renovações ainda se encontram na superfície de todo o problema, ou seja, são tentativas de reestruturação no âmbito pedagógico e/ou metodológico, e não nos seus reais fundamentos (Félix, 2017). Chegar a estes fundamentos exige uma mudança epistêmica, uma mudança na forma de pensar, isto é, uma transformação epistemológica acentuada (Becker, 1993). Para tanto, é preciso compreender os desafios epistemológicos do ensino na atualidade, principalmente aquele direcionado ao conhecimento científico, o Ensino de Ciências, que, por vezes, colabora para a deturpação da própria visão de Ciência dos estudantes, fazendo com que eles não se interessem pelo processo

de ensino-aprendizagem ou pela própria Ciência (Cachapuz *et al.*, 2005). Isso não só pode levar o futuro cidadão a não compreender a sua importância na sociedade, como deixa-lo mais propenso a acreditar e aceitar discursos contrários ao conhecimento científico, ou ainda a tomar como verdadeiros argumentos pseudocientíficos (Cachapuz *et al.*, 2005). Além disso, esse ensino, amparado em uma epistemologia tradicional do século XX, também não consegue evidenciar toda a rede de relações existentes entre a Ciência e a Tecnologia, e entre estas e a sociedade e o ambiente (Farias; Miranda; Pereira Filho, 2012). Para que se possa pensar alternativas a esse tipo de educação científica, é preciso antes identificar a forma como os próprios professores compreendem a Ciência, ou seja, a sua visão de Ciência e Tecnologia (Becker, 1993).

Cachapuz e seus colaboradores (2005), nesse sentido, identificaram, como dito anteriormente, sete visões deturpadas de Ciência e Tecnologia junto à literatura sobre o tema e às pesquisas que realizaram ao longo dos anos com docentes de Ciências, são elas:

1. *Visão descontextualizada*: desconsidera o importante papel da Tecnologia, da sociedade e do ambiente no desenvolvimento do conhecimento científico. A contextualização torna-se fundamental para que o aluno, enquanto cidadão, tome consciência do *modus operandi* da Ciência e de quais são as suas relações com a Tecnologia, a sociedade e o ambiente, formando o que se conhece por Ensino de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).
2. *Concepção individualista e elitista*: essa concepção distorce a atividade científica, ignorando a colaboração e o esforço coletivo dos técnicos no desenvolvimento do conhecimento científico. A Ciência é um esforço conjunto, sem preconceitos, contrapondo a visão elitista que retrata cientistas como gênios masculinos, brancos e isolados em laboratórios. Essa perspectiva desconsidera o questionamento sistemático e a integração de conhecimento, um trabalho coletivo que envolve pessoas de diversas origens e gêneros, participando em ambientes variados.
3. *Concepção empírico-indutivista e atórica*: essa visão de Ensino de Ciências sugere que o conhecimento científico surge apenas da observação e experimentação neutra, ignorando a teoria subjacente à experimentação e à formulação de hipóteses. Ao mesmo tempo que a experimentação é colocada no topo do método científico, ela é excluída do processo de ensino-aprendizagem, fazendo com que as habilidades de pesquisa experimental não sejam desenvolvidas nos estudantes. Isso separa

novamente a Ciência da Técnica e da Tecnologia envolvida no desenvolvimento do próprio conhecimento científico.

4. *Visão rígida, algorítmica e infalível*: apresenta o método científico como único, como se fosse uma receita que levaria o pesquisador à “verdade”. Isto é, que o método empírico-indutivo é capaz de gerar conhecimento verdadeiro a respeito da natureza, bastando aplicá-lo. Isso se mostra incorreto, já que o método científico exige a construção de um problema, a formulação de hipóteses, o uso de instrumentos e experimentos que possam levar o cientista a uma resposta aceitável, mas não definitiva sobre o problema levantado. Essa visão faz com que o professor e seus estudantes não construam o conhecimento a partir da investigação, mas o recebam como algo pronto e acabado, vindo dos livros didáticos e/ou de outras fontes.
5. *Visão aproblemática (acabada) e ahistórica (dogmática)*: concebe a investigação científica como se ela não fosse a busca de respostas a problemas estabelecidos pelos pesquisadores. A percepção da Ciência como um conhecimento universal, sem que as respostas que ela gera estejam vinculadas a problemas específicos de investigação, fazem com que professores e alunos não percebam a evolução das ideias e teorias ao longo da história humana, considerando-as como se tivessem sido geradas de modo uniforme. A inclusão desses problemas e suas respectivas respostas na história da Ciência e da humanidade podem mostrar a importância de se compreender a profunda relação entre Ciência e Tecnologia, quebrando o dogmatismo presente na concepção empírico-indutivista do método científico.
6. *Visão exclusivamente analítica*: estabelece à Ciência uma rigorosa simplificação e artificialidade, impondo-lhe uma hiperespecialização capaz de distorcer a sua busca por respostas a problemas reais da sociedade e da humanidade. Ou seja, faz com que professores e alunos não consigam perceber as relações das teorias com os problemas que lhes deram origem. Problemas estes que estão ligados a hipóteses (algumas que foram validadas e outras que foram descartadas ao longo do processo), bem como a outros problemas e a outras hipóteses, formando uma complexa rede de conhecimentos que necessitam uns dos outros e que se desdobram em novos.
7. *Visão acumulativa e de crescimento linear*: outorga à Ciência uma acumulação de conhecimentos válidos e universais, como se não houvessem reformulações de teorias, validações transitórias, hipóteses *ad hoc*, entre outros processos de reconfiguração dentro das Ciências. A Ciência não é apenas um acúmulo de

conhecimentos válidos universalmente, com crescimento linear, pelo contrário, é um emaranhado de problemas e hipóteses, sendo que algumas delas se transformam em respostas válidas temporariamente e outras ainda permanecem em aberto. Isso não só possibilita novas pesquisas ou outros campos de investigação, mas também mostra que o progresso científico também é feito através de rupturas epistemológicas.

A partir destas sete visões deturpadas de Ciência e Tecnologia, difundidas através do Ensino de Ciências, e amplamente exposta por Cachapuz e seus colaboradores (2005), decidimos agrupá-las em três operadores epistemológicos diferentes, de modo a evidenciar a epistemologia que ainda se encontra nas bases do Ensino de Ciências da atualidade. Isso nos permitirá uma análise mais apurada dos trabalhos selecionados, bem como uma discussão mais profícua sobre uma renovação mais eficaz no Ensino de Ciências, uma que realmente alcance os pilares da epistemologia que a sustenta. Os operadores epistemológicos são:

- I. *Método*: que agrupa as visões 3, 4 e 6, pois estão mais direcionadas à forma como o conhecimento científico é validado através de procedimentos e etapas a serem seguidas ao longo de um planejamento de pesquisa. O método, para essas visões deturpadas de Ciência, seria: a) essencialmente analítico, fazendo com que o cientista necessite de um aprofundamento exacerbado (torne-se um hiperespecialista); b) empírico-indutivista, dando maior importância à observação e experimentação do que à formulação de hipóteses (ateórico); c) rígido e neutro, não podendo ser modificado, sendo desenvolvido de modo imparcial, sem pré-conceitos e pré-juízos, e se mostrando sempre válido e verdadeiro; e d) algorítmico e infalível, bastando ser seguido de modo acrítico para que ele produza resultados sempre verdadeiros.
- II. *Modelo*: que agrupa as visões 2, 3 e 7, já que estas dizem respeito ao modo como a realidade é representada através do discurso científico, possibilitando a produção de uma “ideia” de mundo que dá sustentabilidade ao desenvolvimento da pesquisa. O modelo de Ciência, para essas visões deturpadas, se apresentaria da seguinte forma: a) individualista, onde tem-se a ideia de que a Ciência é desenvolvida por cientistas isolados em seus laboratórios; b) elitista, onde poucas pessoas, com inteligência superior, poderiam desenvolver o conhecimento científico, geralmente homens brancos e plenamente dedicados à Ciência; c) empírico-indutivista, maior

importância à observação e experimentação e menor à formulação de hipóteses (ateórica); e d) acumulativa e de crescimento linear, a Ciência progride através da acumulação de conhecimentos sempre válidos e verdadeiros, não havendo rupturas e quadros transitórios.

- III. *Vinculação*: que agrupa as visões 1, 5 e 7, que estão ligadas ao modo como esse discurso científico (que representa uma realidade), amparado pelos procedimentos, se relaciona com outros conhecimentos, procedimentos, técnicas e representações da realidade, possibilitando a justificação da pesquisa e a abertura a novas abordagens teórico-práticas. Portanto, a vinculação da Ciência, para essas visões deturpadas, seria: a) descontextualizada, não há relação substancial da Ciência com outras formas de conhecimento, nem mesmo com a Tecnologia, a sociedade e o ambiente em que ela é produzida; b) aproblemática (acabada), não considera os problemas como parte significativa do processo de construção do conhecimento, fazendo com que os vínculos que o problema poderia operar sejam igualmente desconsiderados; c) ahistórica (dogmática), não vincula o conhecimento científico à sua construção histórica, seja na história da Ciência específica e das Ciências em geral, ou mesmo da humanidade como um todo; e d) acumulativa e de crescimento linear, a Ciência progride através da acumulação de conhecimentos sempre válidos e verdadeiros, não havendo rupturas e quadros transitórios.

O agrupamento ora proposto das sete visões deturpadas de Ciência e Tecnologia em três operadores epistemológicos visa possibilitar que a epistemologia que embasa essa deturpação ainda é aquela que foi desenvolvida amplamente pelo positivismo lógico do início do século XX. Percebe-se, portanto, que ela ainda tem grande predomínio na cultura popular, pois permeia o Ensino de Ciências de modo geral, fomentando a constituição de cidadãos que não conseguem ter uma visão clara do papel da Ciência na sociedade do século XXI, bem como a profunda relação que ela possui com a Tecnologia.

Esse panorama mostra, mais uma vez, que a mudança no Ensino de Ciências não deve ser apenas de âmbito pedagógico e/ou metodológico, mas essencialmente epistemológico. Isso exige não só uma compreensão da influência que a epistemologia desenvolvida pelo positivismo lógico, no início do século XX, desempenhou na constituição da visão de Ciência de grande parte dos professores (Cachapuz *et al.*, 2005), mas também como as renovações epistemológicas pós-positivismo foram e ainda estão sendo implementadas nesse arcabouço epistêmico, possibilitando também uma renovação no Ensino de Ciências.

A análise que faremos nas próximas seções será realizada a partir de uma revisão da literatura, para melhor ilustrar o estado da arte que envolve a renovação epistemológica no Ensino de Ciências.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o postulado da pesquisa, elegeu-se como parâmetro operacional para o seu desenvolvimento as abordagens que as teses e dissertações produzidas ao longo do século XXI fazem sobre a influência das renovações epistemológicas na transformação dos processos epistêmicos do Ensino de Ciências.

3.1 Delineamento da pesquisa

Este estudo se apresenta como uma pesquisa básica, com abordagem qualitativa, com objetivos exploratórios e procedimentos bibliográficos. Já a análise dos dados coletados foi desenvolvida a partir da análise textual discursiva.

Segundo Gil (2002, p. 41), a pesquisa básica permite ao pesquisador a geração de conhecimentos mais gerais sobre determinado fenômeno, possibilitando o avanço científico na sua forma mais pura, enquanto que a abordagem qualitativa lhe proporciona uma abstração dos dados coletados, sem que eles precisem ser ordenados de modo estatístico. Gil (2002, p. 41) salienta também que a pesquisa exploratória “[...] têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito [...]”, já a pesquisa bibliográfica “[...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (Gil, 2002, p. 44). Com relação à análise textual discursiva, Moraes e Galiazzi (2016, p. 13) dizem se tratar de uma “[...] metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos”. Dessa forma, essa análise, realizada a partir da bibliografia pesquisada, permitirá a exploração das concepções de renovação epistemológica capazes de servir de base para a compreensão da transformação epistêmica necessária para o Ensino de Ciências do século XXI.

O universo da pesquisa são as publicações brasileiras de teses e dissertações, realizadas a partir do ano 2001, que versem sobre as renovações epistemológicas no Ensino de Ciências. Para reduzir a busca por trabalhos nesse universo, utilizamos apenas do banco de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertação (BDTD), desenvolvido e mantido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBCTI). Os trabalhos apresentados na plataforma formam, pois, a amostra da presente pesquisa.

Para a busca dos textos na base de dados, empregamos as as palavras-chave *renovação epistemológica* e “*ensino de ciências*”, com a utilização de aspas nesta terminologia, para que a busca fosse realizada apenas em trabalhos que verssem sobre o Ensino de Ciências. Além disso, também utilizamos o operador booleano “AND”, para que o termo *renovação epistemológico* estivesse vinculado diretamente ao termo *ensino de ciências*. Aplicadas as palavras-chave para a busca, foram encontrados 21 (vinte e um) trabalhos ao todo, sendo 13 (treze) dissertações e 8 (oito) teses.

Como critérios qualitativos de inclusão dos trabalhos foi determinada a relevância dos mesmos em relação à questão-problema deste estudo, bem como o seu marco temporal e espacial. Da mesma forma, foram definidos critérios de exclusão, para deixar mais evidente quais trabalhos seriam irrelevantes e não seriam analisados para os fins desta investigação. Os critérios de inclusão e exclusão encontram-se detalhados no Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios de Inclusão e Exclusão de Trabalhos

Critérios de Inclusão	Critérios de Exclusão
Trabalhos que atendam os termos de busca e que verssem sobre pesquisas ou atividades desenvolvidas na área de Ensino de Ciências da Natureza.	Trabalhos que não apresentam os termos de busca no título, resumo ou palavras-chave ou que não estejam vinculados à área de Ensino de Ciências da Natureza.
Dissertações e teses (empíricas ou teóricas).	Trabalhos com pesquisa realizadas fora do Brasil.
Pesquisas defendidas entre 2001 e 2022.	Pesquisas defendidas antes do ano 2001.
Trabalhos com pesquisa realizadas no Brasil.	Trabalhos similares ou duplicados.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Após a aplicação dos critérios qualitativos de inclusão e exclusão, verificamos a necessidade de exclusão de 12 (doze) trabalhos dos 21 (vinte e um) encontrados no banco de dados, sendo 7 (sete) dissertações e 5 (cinco) teses. Isso nos fez chegar, portanto, a um total de 9 (nove) trabalhos que foram analisados, possibilitando, assim, a compreensão de como essas pesquisas identificaram as renovações epistemológicas e a sua influência no Ensino de Ciências. Desses 9 (nove) trabalhos, 6 (seis) são dissertações e 3 (três) são teses, conforme pode ser observado no Quadro 2.⁴

Quadro 2 – Teses e dissertações com o tema *Renovação Epistemológica no Ensino de Ciências* (BDTD)

Nº	Título	Autor(a)	Programa	Universidade	Local/Ano
D1	Diálogos interdisciplinares construídos a partir da aproximação entre a Engenharia Civil e o Ensino de Ciências em um Núcleo de Pesquisa (Dissertação).	César Augusto Paiva Gonçalves	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.	Universidade Federal de Goiás – UFG.	Goiânia – GO, 2009.

⁴ Numeramos as dissertações como D seguida do número (de 1 a 6) e as teses como T seguida do número (de 1 a 3), facilitando o trabalho de apresentação, discussão e análise das pesquisas.

D2	PISA e o movimento de renovação do Ensino de Ciências: Indícios de uma aproximação? (Dissertação).	Danillo Deus Castilho.	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática.	Universidade Federal de Goiás – UFG.	Goiânia – GO, 2015.
D3	A relação interdisciplinar entre Física e Filosofia no terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública na cidade de Manaus (Dissertação).	Wanilce do Socorro Pimentel do Carmo.	Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia.	Universidade do Estado do Amazonas – UEA.	Manaus – AM, 2016.
D4	Obstáculos Epistemológicos no processo de Alfabetização Científica: Um estudo para a formação do professor das séries iniciais do Ensino Fundamental (Dissertação).	Caroindes Julia Corrêa Gomes.	Programa de Pós-Graduação em Química.	Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.	São Carlos – SP, 2016.
D5	Epistemologia e currículo: Reflexões sobre a Ciência Contemporânea em busca de um outro olhar para a Física de Partículas Elementares (Dissertação).	Renan Milnitsky.	Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências.	Universidade de São Paulo – USP.	São Paulo – SP, 2018.
D6	Concepções de professores dos anos iniciais sobre alfabetização e letramento científico (Dissertação).	Valéria Gomes Campos da Silva.	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências.	Universidade Cruzeiro do Sul.	São Paulo – SP, 2019.
T1	A contribuição da epistemologia de Gaston Bachelard para o Ensino de Ciências: Uma razão aberta para a formação do novo espírito científico - O exemplo na Astronomia (Tese).	Vitérico Jabur Maluf.	Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar.	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP.	São Paulo – SP, 2006.
T2	Experiências docentes no Clube de Ciências da UFPA: Contribuições à renovação do Ensino de Ciências (Tese).	Cristhian Corrêa da Paixão.	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas.	Universidade Federal do Pará – UFPA.	Belém – PA, 2016.
T3	Formando espíritos científicos: Epistemologia bachelardiana aplicada ao Ensino de Ciências na Educação Básica de Florianópolis – SC (Tese).	Cleise Helen Botelho Koeppel.	Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências.	Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.	Porto Alegre – RS, 2020.

Fonte: Elaboração própria (2023).

3.2 Procedimentos de análise

Como foi apresentado na seção anterior, os trabalhos selecionados significam uma pequena amostra do universo de pesquisas sobre o tema, dando um direcionamento para a nossa análise. Nesse sentido, após a realização de uma leitura flutuante dos 9 (nove) trabalhos, dividimos o exame posterior, conforme a análise textual discursiva de Moraes e Galiazzi

(2016), em 3 (três) categorias distintas, de modo a detalhar as principais concepções encontradas nos trabalhos. As descrições dessas categorias podem ser observadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Categorias de Análise

Nº	Categoria	Descrição
I	Concepção de Ciência	Caracterização das concepções de Ciência encontradas nas dissertações e teses analisadas, podendo ser direcionada: à natureza da Ciência, ao método científico ou ao modo como a pesquisa científica foi, em geral, conduzida.
II	Concepção de Ensino de Ciências	Caracterização das concepções de Ensino de Ciências encontradas nas dissertações e teses analisadas, podendo ser direcionada: ao tipo de formação, à relação entre os saberes ou ao modo como a construção de conhecimentos foi desenvolvida.
III	Renovação Epistemológica no Ensino de Ciências	Caracterização das propostas das dissertações e teses sobre a necessidade de uma transformação epistemológica do Ensino de Ciências, podendo ser direcionada: às aproximações epistêmicas entre disciplinas/áreas/técnicas, ao currículo, ao conteúdo, à avaliação, aos obstáculos ou à linguagem e objetividade da Ciência.

Fonte: Elaboração própria (2023).

Cada categoria procura estabelecer conexões entre os textos selecionados, mostrando suas concepções de Ciência e Ensino de Ciências, além de suas propostas de renovação epistemológica para a área. Além disso, a partir da categorização dos textos foi possível compreender melhor o percurso e a argumentação de cada pesquisa, o que nos levou a distinguir também as unidades de sentido presentes nas categorias criadas para a análise dos trabalhos. As unidades de sentido devem ser entendidas como as abordagens apresentadas nas pesquisas analisadas que possibilitam, ao mesmo tempo, discernir e agrupar concepções divergentes e comuns. Nesse sentido, apesar de cada trabalho mostrar uma singularidade epistemológica, já que defende posicionamentos que, embora possam ser agrupados em uma única forma de pensar, são diferentes uns dos outros, bem como dos textos e teorias que serviram de base para o seu desenvolvimento. As unidades de sentido são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Unidades de Sentido

Nº	Categoria	Unidades de Sentido
I	Concepção de Ciência	1) <i>Ciência Complexa e Autocrítica</i> (D1, D3, D6 e T2); e 2) <i>Ciência Histórica e Reconstitutiva</i> (D2, D4, D5, T1 e T3).
II	Concepção de Ensino de Ciências	1) <i>Contra o Método</i> (D6, T1 e T2); 2) <i>Contra o Modelo</i> (D4 e D5); e 3) <i>Pró-Vinculação</i> (D1, D2, D3 e T3).
III	Renovação Epistemológica no Ensino de Ciências	1) <i>Renovação Interdisciplinar Integrativa</i> (D1 e D3); 2) <i>Renovação Racional Histórica</i> (D4, D5, T1 e T3); e 3) <i>Renovação Experimental de Leitura de Mundo</i> (D2, D6 e T2).

Fonte: Elaboração própria (2023).

A categorização não apenas possibilitou a identificação de padrões e tendências na produção acadêmica, mas também viabilizou a realização de descrições das abordagens propostas, como serão apresentadas na seção 4.1. Além disso, permitiu uma discussão aprofundada sobre essas abordagens e a relação com cada unidade de sentido, que serão melhor desenvolvidas na seção 4.2, possibilitando uma análise crítica e comparativa dos principais aspectos investigados.

4 PERCEPÇÕES DAS CONEXÕES ENTRE RENOVAÇÕES EPISTEMOLÓGICAS E PROCESSOS EPISTÊMICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

As renovações epistemológicas ocorridas no interior do conhecimento científico ampliaram a capacidade humana de, por um lado, compreender e, por outro lado, manipular a natureza. Entretanto, percebe-se que nem todas as renovações epistemológicas ocorridas na Ciência são rapidamente absorvidas pelo seu ensino, causando uma divergência entre a prática científica e o entendimento dessa prática pela maioria da população, que não segue carreira na Ciência. Isso gerou alguns desafios para o Ensino de Ciências no século XXI, como pudemos perceber a partir da leitura de Cachapuz e seus colaboradores (2005), que, como vimos, dividimos em três principais operadores epistemológicos, que estariam por trás dos problemas enfrentados nesse tipo de ensino: *Método*, *Modelo* e *Vinculação*.

4.1 Apresentação dos resultados

Para que possamos compreender melhor as principais percepções das pesquisas brasileiras em nível *stricto sensu*, realizadas no século XXI, sobre as renovações epistemológicas e a sua influência no desenvolvimento de novos processos epistêmicos no Ensino de Ciências, tomamos a amostra de 9 (nove) trabalhos, apresentados na seção 3.2, que possuem relação com o problema de pesquisa formulado e a hipótese levantada, encontrados a partir dos termos de busca e do banco de dados escolhido. Lembrando que desses 9 (nove) trabalhos, 6 (seis) são dissertações e 3 (três) são teses.

Dentre as dissertações, o trabalho de D1 examinou os vínculos epistêmicos e pedagógicos que poderiam haver entre professores e especialistas de diferentes áreas (que atuam em um núcleo de pesquisa de uma universidade federal), principalmente do Ensino de Ciências e da Engenharia Civil. Segundo o autor, a intenção foi a “[...] compreensão do caminho epistemológico de construção da interdisciplinaridade nesse espaço de formação” (Gonçalves, 2009, p. 12). Isso mostra não só que o trabalho se enquadra nos critérios qualitativos que elencamos, mas também que a percepção da renovação epistêmica no Ensino das Ciências e de

profissões mais técnicas deve levar em consideração a interdisciplinaridade existente no espaço formativo.

O estudo de D2 apresentou “[...] os indícios que sugerem uma aproximação/relação entre as compreensões dos organismos reguladores do sistema educacional e os pressupostos educacionais que fundamentam a proposta de renovação do Ensino de Ciências” (Castilho, 2015, p. 23). Ou seja, a possibilidade de conexão entre o movimento de renovação do Ensino de Ciências, desenvolvido por Cachapuz e seus colaboradores (2005) e Cachapuz, Praia e Jorge (2004), e a avaliação desenvolvida pelo Programa Internacional para Avaliação de Estudantes (PISA). Este trabalho, além de tratar de alguns pontos importantes que já abordamos nesta investigação, também discute a constituição de uma Educação em Ciências que supere os problemas impostos pela alienação capitalista, necessitando de uma modificação nos parâmetros de avaliação do PISA (Castilho, 2015). Esse tipo de Educação em Ciências, portanto, também se remete a uma mudança de postura epistemológica, isto é, uma renovação epistemológica no Ensino de Ciências e na forma como ele é avaliado internacionalmente.

A interdisciplinaridade como proposta de renovação epistemológica volta à cena com o trabalho realizado por D3, onde podemos observar uma atuação mais prática por parte da pesquisadora. O estudo apresenta como objetivo geral: “Analisar as concepções dos alunos e dos professores sobre o trabalho interdisciplinar das disciplinas Física e Filosofia” (Carmo, 2016, p. 16), ocorrendo em uma escola pública na cidade de Manaus/AM. Apesar de mostrar as dificuldades dos professores e alunos em estabelecer as conexões entre as disciplinas (Carmo, 2016), é importante entender que a prática interdisciplinar se traduz como uma iniciativa de integração entre os saberes, exercendo grande influência no processo de renovação epistemológica, não só do ensino, mas também da prática científica.

Na pesquisa de D4 discute-se a alfabetização científica, desde as séries iniciais, como um pressuposto para o processo de formação integral do ser humano, pensando-o como um cidadão crítico e consciente do mundo em que vive. Nesse sentido, o trabalho também tem como um dos principais referenciais a pesquisa de Gil-Pérez, que foi ampliada na obra de Cachapuz e seus colaboradores (2005), abordando as visões deturpadas de Ciência e Tecnologia. Entretanto, a autora, ao relacionar estas visões com o conceito de “obstáculos epistemológicos”, de Bachelard, propõe que elas fazem parte do próprio contexto acadêmico dos professores de pedagogia que trabalham com a disciplina de Ciências nas séries iniciais, mostrando que os obstáculos para a formação integral do ser humano está na base da própria formação dos professores (Gomes, 2016).

A pesquisa realizada em D5 procurou “[...] identificar as características que definem essa hegemonia epistemológica e metodológica que a física clássica vem exercendo nos

currículos escolares da educação básica” (Milnitsky, 2018, p. 41). Percebe-se, portanto, que a investigação se propõe a compreender melhor o processo de renovação epistemológica para que possa haver também uma reformulação no currículo e na metodologia do Ensino de Física. Essa exacerbada dependência do Ensino de Física em suas bases modernas (mecânica clássica) mostra apenas que ela ainda está alicerçada em bases epistemológicas alinhadas ao positivismo lógico, que possui uma visão de Ciência empírico-indutivista (Milnitsky, 2018), tornando-se, portanto, um obstáculo epistemológico para o desenvolvimento de conhecimentos ligados à Física contemporânea.

O trabalho desenvolvido em D6 também apresenta algumas reflexões sobre a alfabetização científica e o letramento científico nas séries iniciais da educação básica, entretanto, está mais preocupado com as concepções que os professores possuem desses conceitos. A pesquisa evidencia que a formação desses professores está muito mais direcionada à alfabetização da língua do que à científica (Silva, 2019), o que dificulta ainda mais a formação de cidadãos críticos e conscientes e amplia o leque de concepções deturpadas de Ciência.

Passando agora para as teses, o trabalho de T1 estabelece uma concepção de Ciência contemporânea, focando-se na Astronomia, a partir da epistemologia de Bachelard, identificando a sua produção com o conceito de *fenomenotécnica* (Maluf, 2006). Nesse sentido, o autor do estudo aponta a dificuldade do Ensino de Ciências em fugir de um ensino puramente descritivo, por estar pautado em um currículo que valoriza a Ciência do cotidiano e que separa os procedimentos do objeto da Ciência, fazendo dela algo distinta da própria condução científica (Maluf, 2006). Percebe-se, portanto, que este trabalho possui muitos pontos em comum com os apontamentos levantados até o momento na nossa pesquisa, pois não só apresenta a necessidade de uma renovação epistemológica no Ensino de Ciências, como também na própria maneira de se compreender a relação entre Ciência e Tecnologia.

Em T2 é evidenciada a profunda relação entre a transformação epistemológica, que nesse caso foi percebida em professores participantes do Clube de Ciências da Universidade Federal do Pará (UFPA), e a renovação no Ensino de Ciências manifestada por esses professores, evidenciando que isso lhes proporcionou uma reorientação de suas respectivas metodologias de ensino e práticas didático-pedagógicas. Para promover essa reflexão, o autor utilizou-se da abordagem narrativa de pesquisa e do ensino com pesquisa como fontes de interação entre a epistemologia do professor e o Ensino de Ciências (Paixão, 2016).

Por fim, a pesquisa de T3 “[...] propõe analisar, refletir e superar possíveis influências histórico-epistemológicas na práxis docente do ensino de conceitos científicos, associando os preceitos bachelardianos às epistemologias mais populares, para sua implementação no

cotidiano escolar” (Koeppe, 2020, p. 25). Ou seja, nessa investigação aparece novamente a filosofia de Bachelard como proposta de superação de uma epistemologia científica positivista, auxiliando no processo de ensino-aprendizagem de Ciências na Educação Básica (Koeppe, 2020). A renovação epistemológica é um dos temas de maior relevância desse estudo, possibilitando que os professores possam desenvolver novas metodologias e práticas de ensino.

Essas nove pesquisas apresentam um importante panorama acerca das renovações epistemológicas e de sua relação com o Ensino de Ciências, desde o final do século XX até o início do século XXI. Compreender esse movimento epistemológico das últimas décadas é importante para que possamos entender melhor não só as origens de muitas concepções que ainda temos hoje, mas também a possibilidade de sua transformação.

4.2 Análise e discussão dos resultados

A análise dos resultados possibilitou a categorização das principais percepções identificadas nas teses e dissertações, estabelecendo conexões entre esses trabalhos e unidades de sentido. Essa vinculação permitiu compreender padrões e tendências presentes na produção acadêmica, permitindo aproximações epistemológicas e metodológicas entre os estudos analisados.

4.2.1 Categoria I: Concepção de Ciência

Apesar da singularidade de cada pesquisa, analisaremos a visão de Ciência presente em cada investigação a partir de duas unidades de sentido distintas. Embora as unidades de sentido tenham elementos em comum, pois partem da mesma base epistemológica, a epistemologia pós-positivista, cada uma delas busca superar características diferentes da visão tradicional de Ciência. As duas unidades de sentido que utilizaremos são: *Ciência Complexa e Autocrítica* (D1, D3, D6 e T2) e *Ciência Histórica e Reconstitutiva* (D2, D4, D5, T1 e T3).

A concepção de *Ciência Complexa e Autocrítica* apresenta o conhecimento como algo múltiplo, com várias facetas, não sendo possível, portanto, chegar a uma “verdade”, pelo contrário, é função do conhecimento científico “[...] desfazer verdades [...], legitima-se, reconhecidamente, num universo que prima pela coerência de suas ideias [sic], pela consistência de suas teorias e pela busca incessante de objetivação” (Gonçalves, 2009, p. 15). E, nesse sentido, há uma integração intensa “[...] entre as ciências naturais, sociais e técnicas [...]”. O que antes era um conjunto de episódios isolados, hoje se manifesta como processo contínuo, afetando [...] suas conexões com a prática e a vida humana” (Carmo, 2016, p. 29).

Percebe-se, portanto, que este tipo de concepção de Ciência busca superar o reducionismo da visão tradicional, caracterizando-se como uma nova “[...] linguagem construída pelos homens e mulheres para explicar o nosso mundo natural” (Chassot, 2008 *apud* Silva, 2019, p. 21). A vertente epistemológica desta concepção está ligada ao conceito de “pensamento complexo”, de Edgar Morin (2006), e de interdisciplinaridade, que podem ser observados em Hilton Japiassu (2006) e Ivani Fazenda (2000), combatendo, além do reducionismo, a característica dogmática (verdade única, indubitabilidade) da Ciência positivista, pois é vista como “[...] uma atividade de utilidade reconhecida, que ocorre em uma comunidade de expressão crítica e que, por essa razão, preserva um caráter público e necessita da criação de espaços locais de comunicação de resultados” (Paixão, 2016, p. 32). Tais locais não necessariamente são os espaços formais de Ensino de Ciências, mas todos os espaços em que uma comunidade científica possa se expressar e trocar experiências, instrumentos e ideias.

A concepção de *Ciência Histórica e Reconstitutiva*, por sua vez, mostra que o conhecimento científico deve ser compreendido dentro de seu panorama histórico e filosófico, de modo a evidenciar que ele não é infalível, neutro e puramente objetivo (Castilho, 2015). Centrado fortemente na epistemologia de Gaston Bachelard (1996), esta visão de Ciência busca compreender o conhecimento como um movimento contínuo na história humana, se reconstruindo a todo instante, seja a partir de novas descobertas, ou dos próprios erros e obstáculos superados. Assim, um “[...] novo conhecimento origina-se a partir da reconstrução de um conhecimento antigo, destruindo conceitos mal estabelecidos e rompendo com as acomodações causadas por aquilo que já se conhece, uma vez que a ciência é a busca incessante por novas perguntas” (Gomes, 2016, p. 17).

Uma característica em comum com a outra concepção é a relação entre os conhecimentos teóricos da Ciência com os instrumentos práticos da técnica, de modo que “[...] as teorias antecipam os instrumentos a serem produzidos para comprovar determinado evento e, por outro lado, o instrumento cria novos objetos de estudo que não se encontravam definidos pela teoria. Com isso, há uma retroação entre a teoria e os instrumentos” (Maluf, 2006, p. 98), formando o que Bachelard chamou de *fenomenotécnica*. Entretanto, o que se percebe é que essa forma de compreender o conhecimento científico torna a Ciência muito mais “[...] dinâmica, epistemologicamente descontínua, [...] não cumulativa, ainda que histórica, (re)construída, (re)dialetizada, (re)imaginada e racionalizada” (Koeppe, 2020, p. 128). Portanto, “[...] fazer ciência é uma condição da existência no mundo. É a ação de não se deixar alienar pelas primeiras impressões que a experiência imediata e cotidiana nos passa e construir contínuos movimentos de retificação e de novas formas de conceber a realidade” (Milnitsky, 2018, p. 21).

Essas duas concepções de Ciência nos encaminham a outras três concepções de Ensino de Ciências nos trabalhos ora analisados, se opondo às concepções de ensino tradicionais amplamente estabelecidas.

4.2.2 Categoria II: Concepção de Ensino de Ciências

Para a análise desta categoria, utilizaremos os três operadores epistemológicos que elaboramos no tópico 2 (*Método, Modelo e Vinculação*), baseados nas sete visões deturpadas de Ciência e Tecnologia de Cachapuz e seus colaboradores (2005), para corresponder às unidades de sentido desta categoria, correspondendo às visões de Ensino de Ciências que os trabalhos analisados procuram estabelecer: *Contra o Método* (D6, T1 e T2), *Contra o Modelo* (D4 e D5) e *Pró-Vinculação* (D1, D2, D3 e T3).

A primeira unidade de sentido, *Contra o Método*, está vinculada a uma concepção de Ensino de Ciências que se coloca contrária ao método tradicional, estruturado pelo positivismo lógico, como forma de se desenvolver o conhecimento científico e, conseqüentemente, de amparar a epistemologia do professor de Ciências, afetando não só a sua visão de Ciência, mas também a forma como ele organiza a sua prática didático-metodológica. Assim, os trabalhos analisados estipulam não só uma concepção de método científico distinta da visão positivista – que pode ser pensado, a partir de Cachapuz e seus colaboradores (2005), exclusivamente como: empírico-indutivista, algorítmico, infalível, analítico, rígido e neutro –, mas também uma concepção de ensino que possibilite a revisão desse tipo de método para a Ciência.

Estas pesquisas, portanto, estão direcionadas a desenvolver uma “[...] proposição de Ensino de Ciências que encontre na escola um espaço de firmação do materialismo racional e do racionalismo técnico [...]” (Maluf, 2006, p. 13), próprios de uma metodologia pós-positivista; como em T1, que concebe o Ensino de Ciências como “[...] um espaço de renovação da experiência comum, [...] de identificação de obstáculos que impeçam o acesso ao conhecimento científico, um espaço [...] que se preocupa com a formação de uma razão aberta” (Maluf, 2006, p. 13).

Podemos perceber isso também na investigação de T2, que busca explicitar o ensino com pesquisa como uma forma de organização didático-metodológica que melhor contribui para a superação de visões deturpadas de Ciência, estipulando os seguintes princípios para a Ciência e para a Educação Científica:

[...] formação integral do sujeito e a cidadania; compromisso social da ciência; desenvolvimento do pensamento crítico e espírito científico; discussão, argumentação e elaboração própria, em detrimento de reprodução; diversidade metodológica no ensino; sistematização de ações e pesquisa (Paixão, 2016, p. 40).

Já a pesquisa de D6, que também possui relação com essa unidade de sentido, postula o Ensino de Ciências como uma “[...] linguagem que facilite o entendimento do mundo pelos estudantes e que os tornem conscientes de seu papel como cidadãos [...]” (Silva, 2019, p. 21), devendo ter como principais objetivos: “[...] contribuir para que esses homens e mulheres possam compreender o mundo com um olhar mais crítico; [...] desenvolver independência de pensamento e capacidade crítica” (Silva, 2019, p. 21). Isso poderá auxiliar os alunos a desenvolverem competências que lhes possibilitem tomar melhores decisões na sociedade.

A segunda unidade de sentido, denominada *Contra o Modelo*, apresenta uma concepção de Ensino de Ciências capaz de mostrar os limites do modelo de Ciência positivista, que induzem a pensa-la exclusivamente, a partir de Cachapuz e seus colaboradores (2005), como: individualista, elitista, empírico-indutivista, acumulativa e de crescimento linear. Esse modelo de Ciência induz, de maneira equivalente, a pensar que o modelo de educação científica também deve estar pautado nessa mesma vertente. Entretanto, os trabalhos ora analisados nos mostram, através do movimento pela renovação da Ciência, que o Ensino de Ciências deve ser muito mais colaborativo, democrático, plural e aberto, apresentando um conhecimento científico que se constrói de maneira não-linear, com acertos e erros que conduzem a uma aprendizagem muito mais saudável e significativa. Essa visão de Ensino de Ciências pode ser observada em D4: “Não há de se esperar profundos conhecimentos conceituais, afinal o objetivo não é formar cientistas, mas sim preparar os alunos para exercerem sua cidadania através da abordagem da cultura científica e dos elementos que a compõe” (Gomes, 2016, p. 3-4), nesse sentido, é essencial desenvolver neles atitudes como: “[...] a curiosidade, o desejo pelo saber e pela descoberta, a comunicação, o trabalho em equipe, o pensamento lógico, a tomada de decisões, e tantas outras habilidades importantes que os posicionem frente às complexas situações vivenciadas na sociedade” (Gomes, 2016, p. 3-4). E também em D5:

A educação científica, assim como toda a educação, deve estar voltada para a formação do cidadão, viabilizando sua inserção no mundo e capacitando-o a reconhecer como as questões científicas podem ser compreendidas nas mais diferentes dimensões da sociedade e até mesmo nos mais diversos dilemas do intelecto humano. [...] pensar a educação científica sobre essa perspectiva não se restringe a apreensão de conceitos e teorias, deve-se situar a ciência em sua história, identificar nela os aspectos que a constitui como construção humana, impregnada de visões de mundo e de influências que, muitas vezes, extrapolam os muros da comunidade científica (Milnitsky, 2018, p. 21).

A terceira unidade de sentido, *Pró-Vinculação*, por sua vez, procura estabelecer conexões entre os saberes, afirmando um posicionamento epistemológico que se distancia da visão positivista que procura o desenvolvimento da hiperespecialização, ou seja, uma visão de Ciência tão específica que faria com que o cientista ficasse alheio ao todo, muitas vezes alheio

até mesmo ao problema que o levou a realizar a pesquisa. Essa concepção desvinculada de qualquer outro saber ou técnica nos remete, a partir de Cachapuz e seus colaboradores (2005), a uma visão: descontextualizada, aproblemática, ahistórica, acumulativa e de crescimento linear. Os trabalhos que buscam estabelecer vínculos entre saberes e técnicas, pelo contrário, concebem o Ensino de Ciências de uma forma contextualizada, problemática, histórica, cíclica e aberta, pois, ao estarem centrados em autores como Morin (2006), Japiassu (2006) e Fazenda (2000), estabelecem que a educação científica se faz através da relação interdisciplinar e da compreensão do pensamento complexo.

Em D1, podemos perceber essas características quando o autor elenca os avanços, identificados por Vasconcellos (2007 *apud* Gonçalves, 2009, p. 27), nas dimensões epistemológicas das Ciências, que estão diretamente ligados à renovação epistemológica no Ensino de Ciências: “O primeiro seria o avanço do pressuposto da simplicidade para o pressuposto da complexidade. [...] O segundo avanço refere-se à mudança do pressuposto da estabilidade para a instabilidade do mundo. [...] Por último, o avanço do pressuposto da objetividade para o pressuposto da intersubjetividade”. Nesse sentido, a postura do autor é de que a nova concepção de Ensino de Ciências deve levar em consideração: a complexidade, a instabilidade e a intersubjetividade. Isto é, uma relação entre saberes (complexidade) e pessoas (intersubjetividade), além de uma incerteza sobre as coisas do mundo (instabilidade). Na mesma vertente, a proposta de D2 sugere que a educação científica busca estabelecer novas conexões entre os saberes, se mostrando como uma unidade indivisível, fazendo com que qualquer modificação em sua estrutura modifique também as outras áreas do saber, tornando-a “[...] uma unidade dinâmica, indivisível e complexa [...] qualquer transformação em um ponto da estrutura termina por possibilitar uma transformação no restante dela” (Castilho, 2015, p. 49).

Percebe-se, portanto, que um Ensino de Ciências que busque a sua renovação epistêmica precisa se preocupar não só com a integração entre os diversos conhecimentos, mas também a intrínseca correlação existente entre eles, onde cada saber singular, ao fazer parte de um todo, está ligado aos outros e os transforma à medida em que são transformados.

Por sua vez, as pesquisas de D3 e T3 expressam a interdisciplinaridade presente na concepção de Educação em Ciências voltada para a sua renovação epistemológica, estabelecendo relações capazes de ultrapassar tanto o conhecimento fragmentado, imposto por um ensino tradicional hiperespecializado, quanto a crença na neutralidade e infalibilidade da Ciência, próprios de uma educação científica de linha positivista:

D3: A integração do conhecimento é o fundamento que possibilita a interdisciplinaridade, ou seja, estabelece a correlação sem a fragmentação do saber. Esta interação é a percepção de escolas, professores e alunos em assimilar tal ligação destes eixos de integração, transformando em um conhecimento inovador que amplia o saber e completa o pensamento fragmentado (Carmo, 2016, p. 21).

T3: [...]a interdisciplinaridade pode se constituir em uma importante estratégia para [...] superar, em uma ação conjunta, obstáculos que interfiram tanto na prática docente das diversas disciplinas envolvidas, como na formação pedagógica dos alunos. [...] A proposta de um trabalho genuinamente interdisciplinar coloca em questionamento e movimento concepções estagnadas tanto dos alunos quanto dos professores, e se constrói pautada pelo diálogo, pela humildade e pelo respeito às contribuições de todos os envolvidos (Koeppel, 2020, p. 129).

A análise dos trabalhos a partir dessas unidades de sentido apresenta uma compreensão de Ciência e seu ensino que vai além da epistemologia tradicional de cunho puramente empirista, mostrando o alinhamento das pesquisas na direção de propostas que possam transcender os limites da educação científica tradicional.

4.2.3 Categoria III: Renovação Epistemológica no Ensino de Ciências

Para a análise desta categoria, dividimos os trabalhos em três unidades de sentido, facilitando a compreensão de suas propostas e a relação conceitual de seus referenciais. Essas unidades de sentido apresentam apenas um agrupamento das singularidades de cada investigação, tentando reunir as hipóteses transformadas em respostas às questões formuladas em cada um dos trabalhos. As três unidades de sentido são: *Renovação Interdisciplinar Integrativa* (D1 e D3), *Renovação Racional Histórica* (D4, D5, T1 e T3) e *Renovação Experimental de Leitura de Mundo* (D2, D6 e T2).

A primeira unidade de sentido, *Renovação Interdisciplinar Integrativa*, tem por base teórica as obras de Morin (2006), Japiassu (2006) e Fazenda (2000), pois suas propostas de renovação epistemológica no Ensino de Ciências que procuram integrar os saberes, dando maior autonomia para que os alunos possam realizar as conexões necessárias para a compreensão da realidade complexa. As pesquisas de D1 e D3, portanto, expressam melhor esse tipo de renovação, como podemos perceber nas citações abaixo:

D1: Como toda pesquisa, a de natureza interdisciplinar tem o intuito de reelaborar conhecimentos, em virtude da necessidade de serem encontradas soluções para os questionamentos postos sobre o objeto investigado. Nesse movimento, novos construtos teóricos surgem com as contribuições vindas das diferentes disciplinas ou ciências demandadas (Gonçalves, 2009, p. 51).

D3: Ao buscarmos entender, quais as contribuições oriundas da relação entre as disciplinas Física e Filosofia, percebemos que todas as disciplinas podem se relacionar dentro de um contexto sócio-histórico cultural, dando significativo elementar no que tange o conhecimento, pois o aluno certamente saberá lidar com esse eixo integrador que é a interdisciplinaridade, fazendo também com que o professor passe a ter um olhar que não seja somente da disciplina dele, mas sim de todas (Carmo, 2016, p. 102).

A integração entre os diversos conhecimentos disciplinares, formando um conjunto interdisciplinar, que podem ser percebidos em D1 e D3, favorece a construção teórica dos alunos. Essa relação, no entanto, não beneficia apenas o aluno, mas a própria prática docente, à medida em que o professor consegue perceber que determinado conhecimento pode ser revisitado com outra forma de experimentá-lo. Não há conhecimento isolado, todo saber é relacional e passível de integração (Morin, 2006).

A segunda unidade de sentido, *Renovação Racional Histórica*, por sua vez, embora também admita uma integração entre os saberes, está mais preocupada em estabelecer relações entre os conflitos e obstáculos epistemológicos ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Tendo como base a obra de Bachelard (1996), estes trabalhos percebem a história da Ciência como um dos principais pontos de contextualização dos conflitos e obstáculos, oportunizando assim uma curva de aprendizado. Dessa forma, eles procuram mostrar que “[...] o erro caracterizou-se como problematizador, a criatividade como mediadora e a imaginação como mobilizadora ao longo de todo o processo [...]” (Koeppel, 2020, p. 203). A renovação epistemológica do Ensino de Ciências, portanto, passar por uma formação do espírito científico (Bachelard, 1996). As seguintes citações expressam melhor esse panorama:

D4: [...] o conhecimento dos obstáculos epistemológicos poderia propiciar mudanças nas práticas pedagógicas para que alguns problemas pudessem ser superados (Gomes, 2016, p. 89).

D5: [...] a necessidade de se construir um olhar cuidadoso sobre os conflitos epistemológicos envolvidos no processo de construção curricular, uma vez que acreditamos que ele seja de fundamental importância para que o problema seja enfrentado (Milnitsky, 2018, p. 229).

T1: [...] o fazer e ensinar ciências em Bachelard não é reproduzir os experimentos protocolares que servem para referendar uma determinada teoria quando trabalhados a posteriori, ou quando são trabalhados a priori, tem seus resultados validados pela teoria, também não é para implantar a fenomenotécnica, mas para que o Ensino de Ciências seja um momento de renovação, de formação de espírito científico para o novo: a formação de uma razão aberta (Maluf, 2016, p. 157).

T3: Cabe ao professor compreender a complexidade da Ciência, trazer em suas transposições didáticas, problematizações e a certeza de que a mesma não é uma simples interpretação perceptiva dos fenômenos. Na ânsia de simplificá-la, para transformá-la em compreensível ao estudante, a maioria dos professores engendra obstáculos epistemológicos para si e seus estudantes. Compete então, ao professor, consciente de seu papel educativo, proporcionar instrumentos e técnicas, bem como incitar questionamentos e dúvidas capazes de conduzir o estudante à curiosidade ativa [...] (Koeppel, 2020, p. 203).

A constante renovação do espírito científico, observado em D4, D5, T1 e T3, é fundamental para que a Ciência permaneça sempre viva nos corações dos jovens, facilitando o processo de ensino-aprendizagem da Ciência, mas também de renovação da própria

comunidade científica, afinal, a Ciência permanecerá após a passagem dos cientistas, necessitando de novos iniciados nesse processo de descoberta e redescoberta (Bachelard, 1996).

Por fim, a terceira e última unidade de sentido, *Renovação Experimental de Leitura de Mundo*, aborda, de modo direto ou indireto, o movimento pela renovação do Ensino de Ciências, empreendido por Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia, Vilches, entre outros. Nesse sentido, as pesquisas agrupadas nessa unidade se baseiam especialmente na obra de Cachapuz e seus colaboradores (2005), já amplamente discutida em nossa investigação. As propostas destes trabalhos, portanto, estão de acordo com aquilo que é desenvolvido pelo movimento, estabelecendo renovações nos conteúdos, nas avaliações, nos currículos e nas práticas didático-metodológicas da educação científica em geral. Além disso, essa renovação do Ensino de Ciências também está alicerçada no desenvolvimento da cidadania, possibilitando que os alunos possam, a partir do momento em que estão alfabetizados cientificamente, compreender melhor o mundo e a realidade em que estão inseridos (Cachapuz *et al.*, 2005). As citações abaixo apresentam melhor o entendimento de cada uma das três propostas aqui agrupadas:

D2: [...] se acreditarmos na superação da sociedade capitalista, na existência de uma sociedade na qual o ser humano deixe de ser tratado como coisa, é inestimável que esse trabalho possa evidenciar alguns aspectos que venham a contribuir para reconhecermos o caminho que a educação científica está seguindo. Em primeiro lugar, para analisar o desenvolvimento do campo da Educação em Ciências é imprescindível conhecermos os pressupostos educacionais que se fazem presentes nele. Em segundo lugar, ao analisarmos o PISA 2006 propiciamos *insights* que permitam ampliar a reflexão sobre como avaliar o conhecimento científico sem que tal avaliação inviabilize o desenvolvimento total do potencial de cada ser humano, pois se avaliações como essa continuarem a cobrar um fragmento do conhecimento científico dificilmente será possível superar os limites que foram apresentados (Castilho, 2015, p. 107-108).

D6: O professor deve buscar novos conhecimentos, tendo consciência do seu papel na sociedade, com independência de pensamento e capacidade crítica formando alunos que saibam ler melhor o mundo em que vivem, comparando com a realidade de cada um. AC [Alfabetização Científica] e o LC [Letramento Científico] são importantes para que os alunos(as) se tornem [*sic*] cidadãos(ãs) mais críticos, buscando a formação da cidadania (Silva, 2019, p. 54, acréscimo nosso).

T2: [...] as experiências docentes desenvolvidas no Clube de Ciências da UFPA constituem contribuições à renovação do ensino de ciências, em termos de uma transformação epistemológica do sujeito-professor e reorientação didático-metodológica de sua prática, no sentido de organização do ensino com pesquisa (Paixão, 2016, p. 144).

Percebe-se que os três trabalhos, apesar de suas particularidades, desenvolvem propostas alinhadas com o movimento de renovação do Ensino de Ciências: D2 procura mostrar a necessidade de renovação na forma de avaliação internacional desse tipo de ensino; D6

apresenta a necessidade da alfabetização científica e do letramento científico para a formação de cidadãos mais críticos; e T2 estabelece o ensino com pesquisa como melhor organização didático-metodológica para a renovação epistemológica em um ambiente não formal de ensino.

As unidades de sentido desta categoria possibilitaram uma ampliação do conceito de renovação epistemológica no Ensino de Ciências, apresentando propostas que nos direcionam a diferentes abordagens epistemológicas pós-positivistas, desde a visão bachelardiana sobre os obstáculos epistemológicos, até a concepção de alfabetismo científico abordado pelo movimento pela renovação do Ensino de Ciências, passando pelos conceitos de complexidade e interdisciplinaridade. Nesse sentido, é importante refletir sobre essas abordagens à luz de outro conceito importante para a renovação epistemológica no Ensino de Ciências, o conceito de construtivismo.

4.2.4 O Construtivismo e a Renovação Epistemológica no Ensino de Ciências

Antes de tratarmos sobre o conceito de construtivismo e a sua relação com a renovação epistemológica no Ensino de Ciências, faz-se necessário um fechamento da análise das categorias elencadas e a sua vinculação com cada um dos trabalhos selecionados. O resumo das categorias analisadas nos trabalhos é apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Resumo das Categorias Analisadas nos Trabalhos

Nº	Categoria I	Categoria II	Categoria III	Base Teórica
D1	Ciência Complexa e Autocrítica	Pró-Vinculação	Renovação Interdisciplinar Integrativa	Morin, Japiassu, Fazenda, Vasconcellos
D2	Ciência Histórica e Reconstitutiva	Pró-Vinculação	Renovação Experimental de Leitura de Mundo	Cachapuz, Gil-Pérez, Maturana, OCDE
D3	Ciência Complexa e Autocrítica	Pró-Vinculação	Renovação Interdisciplinar Integrativa	Lück, Japiassu, Fazenda, Paviani
D4	Ciência Histórica e Reconstitutiva	Contra o Modelo	Renovação Racional Histórica	Cachapuz, Gil-Pérez, Bachelard, Praia
D5	Ciência Histórica e Reconstitutiva	Contra o Modelo	Renovação Racional Histórica	Einstein, Bachelard, Forquin, Gell-Mann
D6	Ciência Complexa e Autocrítica	Contra o Método	Renovação Experimental de Leitura de Mundo	Carvalho, Chassot, BNCC, Lorenzetti
T1	Ciência Histórica e Reconstitutiva	Contra o Método	Renovação Racional Histórica	Gil-Pérez, Bachelard, Nardi, Heisenberg
T2	Ciência Complexa e Autocrítica	Contra o Método	Renovação Experimental de Leitura de Mundo	Cachapuz, Nóvoa, Stenhouse, Nardi
T3	Ciência Histórica e Reconstitutiva	Pró-Vinculação	Renovação Racional Histórica	Bachelard, Fazenda, Freire, PCNs

Fonte: Elaboração própria (2023).

Com relação ao construtivismo no Ensino de Ciências e o seu papel na sua renovação epistemológica, precisamos compreender que não estamos falando de qualquer construtivismo⁵, mas de “[...] uma proposta que contempla a participação activa [sic] dos estudantes na construção do conhecimento e não a simples reconstrução pessoal do conhecimento previamente adquirido, através do professor ou do livro escolar” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 114). Assim, quando aproximamos as propostas dos trabalhos analisados com a ideia de construtivismo, é nesse aspecto que o fazemos.

Cachapuz e seus colaboradores (2005, p. 116) chamam a atenção ao fato de que “[...] não é possível mudar o que normalmente os professores fazem na sala de aula (a simples transmissão de saberes já elaborados) sem transformar a sua epistemologia, as suas concepções acerca de como o conhecimento científico é construído, ou seja, as suas ideias sobre a Ciência”. Nesse sentido, eles afirmam que: “[...] a epistemologia espontânea dos professores inclui muitas distorções e reduções adquiridas acriticamente pela impregnação social, o que impede uma orientação correta [sic] do ensino das Ciências [...]” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 116).

Percebe-se que este foi o ponto de partida da maioria dos trabalhos analisados, mostrar que a mudança na prática do professor exige uma renovação epistemológica das suas concepções de Ciência, ou seja, não é possível mudar um modo de fazer (uma prática), sem que se modifique os fundamentos (teóricos) que guiam esse fazer. Embora nem todos os textos tenham como base teórica a obra de Cachapuz e seus colaboradores (2005), podemos perceber as conexões que a epistemologia que os embasa está, de alguma forma, explícita nos trabalhos analisados, como, por exemplo, o conceito de obstáculo epistemológico, de Bachelard.

Uma postura construtivista, nesse sentido, não segue uma receita pronta, já que isso poderia levar o professor a induzir novamente seus alunos a uma transmissão de conhecimentos, embora, realizado de forma diferenciada. No entanto, é possível traçar diretrizes que possam estabelecer parâmetros construtivistas para a atividade com os alunos, mostrando que, segundo Cachapuz e seus colaboradores (2005, p. 119, grifo nosso), “[...] a estratégia de ensino que nos parece mais consistente com as características do pensamento científico, é que coloca a aprendizagem como um *tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos*

⁵ Como apontam Cachapuz e seus colaboradores (2005), é preciso compreender que a área de Ensino de Ciências como investigação científica é muito recente, sendo preciso tomar cuidado ao se remeter ao construtivismo dentro dela. Assim, o conceito de construtivismo não pode ser entendido como o é na História da Ciência ou na Filosofia da Educação, ou mesmo nas definições das receitas prontas que se dizem construtivistas. O conceito adotado pelos autores, e que aqui seguimos, é aquela que se direciona ao “[...] envolvimento de alunos e professores na (re)construção do conhecimento – superando a ineficaz transmissão/recepção desse conhecimento [...]” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 121).

*puedan considerar de interés*⁶ [...]”. Nesse sentido, tal estratégia “[...] baseia-se fundamentalmente no envolvimento dos alunos na construção do conhecimento, aproximando a atividade [sic] dos mesmos da riqueza do tratamento científico dos problemas [...]” (Cachapuz *et al.*, 2005, p. 119).

A estratégia construtivista dos autores, que serve de diretrizes, portanto, indicaria: a proposição de situações de interesse dos alunos, a delimitação de problemas concretos a partir de estudos qualitativos, o lançamento de hipóteses que possam ser testadas, a confrontação dos resultados obtidos com os demais resultados (dos outros alunos e da comunidade científica) e a aplicação do conhecimento produzido em diversas situações, em especial aquelas com vistas às relações CTSA (Cachapuz *et al.*, 2005).

Muitas dessas diretrizes também estão presentes nos trabalhos analisados, senão na proposta final (resultado), como em D2, D4, D6, T1, T2 e T3, por indicarem caminhos para que os professores possam renovar a sua prática a partir da sua transformação epistemológica; ao menos na execução da pesquisa (metodologia delineada), como em D1, D3 e D5, por serem pesquisas científicas que construíram novos conhecimentos para o Ensino de Ciências.

Os resultados revelaram que há uma profunda relação entre as renovações epistemológicas no ambiente filosófico e científico, percebido principalmente nas obras dos epistemólogos clássicos e na forma como a Ciência é conduzida na atualidade, e as renovações epistêmicas na área do Ensino de Ciências, principalmente no campo de pesquisa dessa área.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A renovação epistemológica é um tema amplamente discutido na Filosofia, tendo autores como Bachelard, Popper, Kuhn, Lakatos, Feyerabend, Toulmin, entre outros, como seus principais articuladores. Além disso, possui uma abordagem crescente na área de Ensino de Ciências – como pudemos perceber diante das obras de Angotti, Ariza, Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Pinheiro, entre outros –, sendo de suma importância compreender as transformações na concepção de Ciência ao longo do desenvolvimento do próprio conhecimento científico e também na área de educação científica. Nesse sentido, é perceptível que algumas renovações epistemológicas, desenvolvidas ao longo da história, se apresentem como fonte de inspiração para as renovações dos processos epistêmicos na área de Ensino de Ciências. Entretanto, ainda assim grande parte dos professores da educação científica, ao transporem didaticamente os

⁶ Numa tradução livre: “tratamento de situações problemáticas abertas que os alunos possam considerar de interesse”.

conhecimentos da Ciência, acabam induzindo seus alunos a produzirem visões deturpadas acerca do conhecimento científico e tecnológico.

Esta pesquisa apresentou como objetivo geral a análise das percepções acerca da relação entre as renovações epistemológicas e o desenvolvimento de novos processos epistêmicos no Ensino de Ciências, a partir de um levantamento do estado da arte desde o início do século XXI (2001 a 2022). Este objetivo pode ter sido alcançado devido às seguintes evidências aqui sintetizadas:

- 1) A literatura pesquisada apresentou o papel fundamental da epistemologia no desenvolvimento de novas concepções sobre o Ensino de Ciências, mostrando a sua influência sobre as atuais mudanças nas concepções de Ciência dentro da área de educação científica, combatendo as visões deturpadas de Ciência;
- 2) Os trabalhos analisados apresentam-se como propostas que se baseiam tanto na epistemologia contemporânea quanto nos teóricos do movimento pela renovação do Ensino de Ciências, no entanto, também podem ser vistos como unidades de sentido singulares, que outorgam, em si mesmos, novas ressignificações epistemológicas à área.

Estas evidências nos direcionam à resposta ao problema formulado inicialmente: As principais percepções do levantamento em pesquisas brasileiras de teses e dissertações produzidas no século XXI mostram que as renovações epistemológicas apresentam grande influência no desenvolvimento de novos processos epistêmicos na área de Ensino de Ciências. Isto é, os trabalhos analisados apresentam com clareza a influência da epistemologia sobre o processo de renovação epistêmica da educação científica no século XXI. Essa resposta, por sua vez, confirma o nosso postulado, ao evidenciar o seu parâmetro operacional, onde é possível verificar o alto grau de percepção que as teses e dissertações, ora analisadas, possuem acerca da influência das renovações epistemológicas sobre a transformação dos processos epistêmicos no Ensino de Ciências. Isso se constata no referencial teórico dessas pesquisas, que utilizaram autores clássicos da epistemologia contemporânea (principalmente Bachelard) e/ou pesquisadores da área de Ensino de Ciências (como Cachapuz, Carvalho, Chassot, Gil-Pérez, entre outros), que, por sua vez, tomam como base as concepções desses epistemólogos.

A pesquisa evidencia a importância da análise de teses e dissertações disponibilizadas para acesso em bancos de dados. Estudos futuros poderão analisar outros bancos de dados de pesquisa, tais como o Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o portal de Periódicos da CAPES e o Google Acadêmico, fazendo emergir novas evidências em favor da compreensão das renovações epistemológicas no Ensino de Ciências. O estudo ainda evidencia outras lacunas para pesquisas

futuras, como, por exemplo: uma revisão história do conceito de renovação epistemológica, possibilitando uma melhor compreensão da evolução da epistemologia ao longo da história humana e das diferenças existentes no próprio conceito, facilitando o desenvolvimento de processos epistêmicos no trabalho prático dos professores de Ciências.

Essa revisão da literatura, desenvolvida na forma de um levantamento do estado da arte, mostrou-se, portanto, relevante para uma delimitação e atualização da renovação epistemológica necessária na educação científica. Podendo auxiliar professores e pesquisadores da área no processo de compreensão da natureza da Ciência na atualidade e a sua profunda relação com a Tecnologia, além de contribuir para a construção de novas metodologias e estratégias pedagógicas.

REFERÊNCIAS

ANGOTTI, J.A.P.; AUTH, M.A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

ARIZA, R. P.; HARRES, J. B. S. A epistemologia evolucionista de Stephen Toulmin e o ensino de ciência. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 19, n. Especial: 70 p. 70-83, jun. 2002.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos S. Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BECKER, F. *A epistemologia do professor*: O cotidiano da escola. Petrópolis: Vozes, 1993.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidente da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 01 ago. 2023.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciênc. educ.* (Bauru). 2004, v. 10, n. 3, p. 363-381. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132004000300005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 12 nov. 2020.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. de; PRAIA, J.; VILCHES, A. (org.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CARMO, W. do S.P. do. *A relação interdisciplinar entre física e filosofia no terceiro ano do ensino médio em uma escola pública na cidade de Manaus*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) – Universidade do Estado do Amazonas. Manaus: UEA, 2016.

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

- CASTILHO, D. D. *PISA e o movimento de renovação do ensino de ciências: indícios de uma aproximação?* Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia: UFG, 2015.
- FARIAS, L. N.; MIRANDA, W. S.; PEREIRA FILHO, S. C. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 9, n. 17, jul. p. 63-75, dez/2012.
- FAZENDA, I.C. A. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas: Papirus, 2000.
- FÉLIX, D. V. Sombras da educação brasileira: uma abordagem filosófica do sentido e o alcance do artigo 205 da Constituição Federal. *Revista Espaço Acadêmico*, v. 17, n. 199, p. 22-34, dez./2017.
- GARCIA, S. D; DEITOS, G. M. P; STRIEDER, D. M. Aspectos epistemológicos da experimentação no ensino de ciências. *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*. Mossoró, v. 6, n. 16, 2020.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOMES, C.J.C. *Obstáculos epistemológicos no processo de alfabetização científica: um estudo para a formação do professor das séries iniciais do ensino fundamental*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Química) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2016.
- GONÇALVES, C. A. P. *Diálogos interdisciplinares construídos a partir da aproximação entre a engenharia civil e o ensino de ciências em um núcleo de pesquisa*. Dissertação de mestrado (Programa de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia: UFG, 2009.
- HOTTOIS, G. *Le signe et la technique: La philosophie à l'épreuve de la technique*. Paris: Aubier/Montaigne, 1984.
- JAPIASSU, H. *O sonho transdisciplinar: e as razões da filosofia*. Rio de Janeiro: Imago, 2006.
- KOEPPE, C. H. B. *Formando espíritos científicos: epistemologia bachelardiana aplicada ao ensino de ciências na educação básica de Florianópolis – SC*. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 2020.
- MALUF, V. J. *A contribuição da epistemologia de Gaston Bachelard para o ensino de ciências: Uma razão aberta para a formação do novo espírito científico - O exemplo na Astronomia*. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São Paulo: UNESP, 2006.
- MILNITSKY, R. *Epistemologia e currículo: Reflexões sobre a Ciência Contemporânea em busca de um outro olhar para a Física de Partículas Elementares*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2018.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. *Análise textual discursiva*. 3. ed. rev. e ampl. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016. (Coleção educação em ciências).

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Porto Alegre: Sulina, 2006.

PAIXÃO, C. C. da. *Experiências docentes no Clube de Ciências da UFPA: Contribuições à renovação do Ensino de Ciências*. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas) – Universidade Federal do Pará. Belém: UFPA, 2016.

PINHEIRO, N. A. M.; MATOS, E. A. S. A. de; BAZZO, W. A. Refletindo acerca da Ciências, Tecnologia e Sociedade: Enfocando o Ensino Médio. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 44, p. 147-165, 2007.

SILVA, V. G. C. da. *Concepções de professores dos anos iniciais sobre alfabetização e letramento científico*. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo: Uni. Cruzeiro do Sul, 2019.

SOBRE OS AUTORES

Elemar Kleber Favreto possui bacharelado, licenciatura em mestrado em Filosofia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), licenciado em Física pelo Instituto Federal do Amazonas (IFAM), doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), professor efetivo da Universidade Estadual de Roraima (UERR).

Email: elemarfavreto@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3010-4372>

Josie Agatha Parrilha da Silva possui licenciatura em Pedagogia pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e em Artes Visuais pelo Centro de Ensino Superior de Maringá (CESUMAR), mestre em Educação e doutora em Educação para Ciência pela UEM, professora associada do departamento de Artes da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e professora do Programa de Pós Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da UEM.

Email: japsilva@uepg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8778-6792>

Marcos Cesar Danhoni Neves possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), mestre em Física e doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), professor Titular do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática pela UEM.

Email: macedane@yahoo.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3724-5373>

Recebido em 12 de dez de 2023.

Aprovado em 13 de mar. de 2025.

Publicado em 08 de maio de 2025.