

DOI: <https://doi.org/10.48075/ReBECeM.2024.v.8.n.2.31197>

NATUREZA DA CIÊNCIA E CONTROVÉRSIAS SOCIOCIENTÍFICAS: UM ESTUDO EM PERIÓDICOS NACIONAIS DA ÁREA DE ENSINO DE CIÊNCIAS

NATURE OF SCIENCE AND SOCIOSCIENTIFIC CONTROVERSIES: A STUDY IN NATIONAL JOURNALS IN THE AREA OF SCIENCE TEACHING

Paulo Junior Moraes Amorim¹

Joanez Aparecida Aires²

Resumo: A incorporação da Natureza da Ciência (NdC) e das Controvérsias Sociocientíficas (CSC) no Ensino de Ciências pode contribuir significativamente para fomentar uma compreensão holística da ciência, englobando tanto seus aspectos de compreensão coletiva e humana quanto aos contextos que a moldam. Com essa premissa, o presente estudo tem como propósito analisar o estado atual do conhecimento sobre as temáticas NdC e CSC nos periódicos nacionais de Ensino de Ciências. Para tal análise, adotou-se a abordagem da Análise Textual Discursiva (ATD) conforme proposta por Moraes e Galiuzzi (2007). Os resultados evidenciam a escassez dessas abordagens no cenário brasileiro, destacando também sua limitada aplicação na educação básica. Contudo, identificou-se o potencial para integrar essas abordagens de modo abrangente, visando à formação de cidadãos críticos capazes de compreender não apenas as atividades científicas em si, mas também os contextos que as influenciam.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Controvérsias Sociocientíficas; Ensino de Ciências.

Abstract: Incorporating the Nature of Science (NS) and Socioscientific Controversies (SSC) into Science Teaching can significantly contribute to fostering a holistic understanding of science, encompassing both its aspects of collective and human understanding and the contexts that shape it. With this in mind, the purpose of this study is to analyze the current state of knowledge on the topics of NC and SSC in national science teaching journals. For this analysis, the Textual Discourse Analysis (TDA) approach was adopted, as proposed by Moraes and Galiuzzi (2007). The results highlight the scarcity of these approaches in the Brazilian scenario, as well as their limited application in basic education. However, the potential for integrating these approaches in a comprehensive way was identified, with a view to training critical citizens capable of understanding not only scientific activities themselves, but also the contexts that influence them.

Keywords: Nature of Science; Socioscientific Controversies; Science Education.

¹ Mestre em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: paulojrmoraes1@gmail.com.

² Doutora em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. E-mail: joanez.ufpr@gmail.com.

1 Introdução

O uso metodológico das Controvérsias Sociocientíficas (CSC), bem como a reflexão sobre Natureza da Ciência (NdC), têm como objetivo preparar os estudantes para cidadania, de modo a terem uma compreensão crítica das atividades científicas e tecnológicas.

As CSC têm como propósito refletir sobre questões ambientais, políticas, econômicas, científicas, tecnológicas e suas relações com a sociedade. No que se refere à NdC, o foco está na construção da ciência e todos os fatores que influenciam essa construção.

A literatura sobre o assunto (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lederman, 1992; McComas, 2002; Allchin, 2011; Irzik; Nola, 2011; Moura, 2014) afirma que a compreensão sobre NdC pode permitir visões menos simplistas sobre a atividade científica. Nesse sentido, a NdC se propõe a promover reflexões acerca da atividade científica a partir de seus contextos. Isso se justifica pela necessidade de entender a Ciência de maneira integral, considerando questões culturais, políticas e econômicas. Tal visão nos permite compreender o processo de construção da ciência de maneira humanizada e suas intencionalidades, as quais emergem de acordo com o contexto histórico, bem como entender que a ciência é uma construção humana, a qual é influenciada por fatores internos e externos a esta.

No que se refere às CSC, sua utilização como recurso metodológico pode permitir que os cidadãos apresentem argumentos fundamentados que possam potencializar o processo argumentativo no debate, provocando uma percepção mais crítica e reflexiva destes, tornando-os mais atuantes na sociedade.

Tendo por base tais argumentos, foi investigado como as pesquisas desenvolvidas no Brasil tratam as CSC e a NdC. Para isso, foi utilizada a seguinte pergunta norteadora: “O que apontam as pesquisas que abordam as temáticas CSC e NdC em periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências?”

O objetivo deste estudo consiste em analisar o estado do conhecimento sobre as temáticas NdC e CSC nos periódicos nacionais da área de Ensino de Ciências; por desdobramento, os objetivos específicos foram: a) conceituar a Natureza das Ciências e Controvérsias Sociocientíficas; b) mapear o que vem sendo publicado sobre a NdC e as CSC em artigos da área de Ensino de Ciências; e c) analisar as tendências e as abordagens da NdC nas pesquisas sobre CSC.

2 As Controvérsias Sociocientíficas e a Natureza da Ciência no Ensino de Ciências

Professores pesquisadores, como Kolsto (2001), Reis (2004), Sadler (2004), Martínez (2012), entre outros, reforçam as potencialidades de se trabalhar com controvérsias sociocientíficas (CSC) no Ensino de Ciências, pois essas discussões surgem da necessidade de formar cidadãos ativos e críticos para que atuem em processos de decisões.

Com esse intuito, as CSC têm como objetivo não apenas as

[...] disputas acadêmicas internas e restritas à comunidade científica consistindo, isso sim, em questões relativas às interações entre ciência, tecnologia e sociedade (nomeadamente, as polémicas despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas), que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, e para as quais diferentes grupos de cidadãos propõem explicações e tentativas de resolução incompatíveis, baseadas em valores alternativos (Reis, 2009, p.10).

Dessa forma, as CSC têm como objetivo proporcionar aos estudantes debates e estudos de contextos que estejam vinculados a questões científicas e tecnológicas, e como isso pode impactar na sociedade, ou seja, possibilitando ao estudante compreender que a atividade científica é um construto social, carregada de valores e influências (Zeidler; Nichols, 2009). Isto é, essas discussões têm como proposta levantar questões éticas e morais (Sadler, 2004).

Com base nesses pressupostos, as discussões que tangem as CSC necessitam de bases argumentativas vinculadas à compreensão da ciência de forma integral, ou seja, seus aspectos políticos, sociais, culturais, entre outros fatores. Sendo assim, se faz necessário entender aspectos do enfoque da NdC para o enriquecimento dessas discussões.

A Ciência vem sendo discutida com diversos enfoques, como por exemplo, História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC), com o objetivo de promover uma discussão que humanize mais o conhecimento científico. Pesquisadores como McComas (2007), Lederman (2007), Irzik e Nola (2011), Allchin (2011) e Moura (2014), entre outros, buscam não apenas falar de Ciências, mas também sobre Ciências e, para isso, buscam abordar o aspecto 'Natureza da Ciência' (NdC).

Moura (2014), define a NdC como

[...] um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões

internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (Moura, 2014, p. 32).

A partir do exposto, entende-se que, ao falar sobre NdC, estaremos debatendo que o conhecimento científico é uma atividade humana e que teorias são carregadas de interesses e influências. Essa abordagem tem alguns tipos de vertentes que são defendidas por seus pesquisadores, das quais emergem possíveis divergências quanto à forma de defender o aspecto da NdC, seja ela consensual, semelhança familiar ou contextual. Nesse trabalho, iremos nos pautar na NdC contextual, pois, tem ocupado espaço de destaque nas discussões acerca do tema, através da qual se defende uma visão total da ciência, a qual busca articular os contextos de produção da ciência.

A NdC necessita de uma discussão para além do enfoque da construção do conhecimento científico, ou seja, necessita que os contextos das atividades científicas sejam problematizados (Allchin, 2011). Essas problematizações precisam partir de questões que possam fazer o aluno refletir a partir de perguntas como “A experiência pode ser confiável, especialmente quando especialistas parecem discordar? Que formas de comunicar as descobertas científicas ao público são credíveis? Como os cientistas gerenciam os dados?” (Allchin, 2011, p. 519). Assim, defende-se que essas abordagens podem se tornar mais eficazes e funcionais para auxiliar nas discussões da NdC (Allchin, 2011).

Essas discussões vêm enviesadas em relação à confiabilidade no conhecimento científico. Assim, diversas problematizações que se referem a episódios históricos da ciência, como assuntos atuais, podem promover inquietações nos estudantes, estimulando seu entendimento do conhecimento científico.

Ao denominar as dimensões da confiabilidade da atividade científica, Allchin (2011) utiliza a expressão ‘*Whole Science*’ para caracterizar a NdC, integralizando a Ciência e seus contextos, utilizando múltiplas facetas da NdC para discussões epistêmicas.

Dessa maneira, o termo ‘*Whole Science*’ pretende

[...] lembrar a todos os envolvidos no empreendimento científico, seja uma construção, seja em sua divulgação ou ensino, que se trata de um esforço de congregação de características essenciais da ciência que devem fazer parte da nossa compreensão mais completa e holística da ciência como um todo (Bejarano; Bravo; Bonfim, 2019, p. 973).

Por conseguinte, busca-se temas de confiabilidade, abordando a ciência de forma integral, “como alimentos inteiros, não excluindo ingredientes essenciais [...]

metaforicamente, os educadores devem desencorajar uma dieta de ‘Ciências escolares’ refinadas e altamente processadas” (Allchin, 2011, p. 524, tradução nossa).

A ‘confiabilidade’ abordada aqui tem o objetivo de que os estudantes interpretem a ciência como um todo. Isso pode ser feito a partir de histórias ou questões atuais, como por exemplo: “Há interesses políticos no processo de desmatamento e como isso pode influenciar regiões próximas? Também podem influenciar a biodiversidade?” (Allchin, 2017). Ou seja, o objetivo é propor ao estudante que reflita de maneira crítica a partir de diversas situações de seu próprio contexto, seja político e/ou ambiental, por exemplo. Dessa forma, essa “diversidade convida a uma compreensão sólida de como a ciência trabalha para produzir as reivindicações e quais fatores são importantes na avaliação de sua confiabilidade” (Allchin, 2017, p. 19, tradução nossa).

A NdC contextual, vista sob a perspectiva da ‘*Whole Science*’ (como uma ciência inteira), oferece uma ampla visão sobre como abordar questões científicas no ensino. Isto é, uma abordagem em potencial que vai, ainda, ao encontro de outras discussões como Controvérsias Sociocientíficas, Alfabetização Científica, História, Filosofia e Sociologia da Ciência. Assim, essas discussões promovem “um ensino de ciências engajado com a formação de sujeitos capazes de lidar de forma crítica e responsável com informações científicas” (Almeida, 2019, p.6).

Entretanto, para que essas discussões sejam efetivamente implementadas na sala de aula, é crucial promover uma formação sólida dos professores sobre esses temas. A falta desse apoio pode deixar lacunas no Ensino de Ciências. Martínez (2012), afirma que nas aulas de Ciências, nota-se, ainda, que essas lacunas estão sendo trabalhadas de maneira superficial, deixando de proporcionar aos estudantes uma compreensão crítica da ciência, incluindo seus aspectos sociais, culturais e históricos.

As QSC apresentam para o ensino de Ciências importantes possibilidades para trabalhar aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos da Ciência contemporânea. Assim, aspectos com natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica e ações adjacentes às interações CTSA poderiam ser trabalhados pelos professores de Ciências em suas aulas por meio da estruturação e do desenvolvimento de questões controversas. (Martínez, 2012, p. 58-59).

As controvérsias Sociocientíficas (CSC) têm como propósito, de acordo com a visão de Zeidler e Nichols (2009), proporcionar aos alunos debates e estudos de contextos por meio do conhecimento científico. No entanto, o professor, atuando como mediador, deve estar atento à forma de abordar o enfoque da NdC junto ao recurso

metodológico das CSC em sala de aula. Não é uma tarefa simples, mas o docente embasado em seus conhecimentos pode contemplá-los de diferentes formas e níveis na educação básica. Portanto, deve-se buscar uma educação capaz de propiciar diferentes estilos de conhecimentos e reconhecer a relevância científica e social

[...] os alunos precisam de conselhos, críticas e apoio nos seus esforços para conectar elementos de informação dentro e através de textos, avaliar a validade e a confiabilidade de toda a informação utilizada, pesar os méritos das alternativas rivais, avaliar consistências e inconsistências e procurar resolver inconsistências, recolhendo mais informações (Hodson, 2018, p. 31).

Nessa perspectiva, é fundamental que o estudante compreenda as diversas óticas da ciência, considerando a relevância de diferentes saberes em seus argumentos (Santos, Mortimer, Scott, 2011). Por conseguinte, torna-se necessário levantar questões que possibilitem melhorar a argumentação dos estudantes, assim, “permitindo desenvolver o espírito de análise na escolha com mais confiança entre as diferentes alternativas, a partir das várias fontes de informações e dos vários modelos explicativos para o processo envolvido” (Santos, Mortimer, Scott, 2011, p. 2).

3 Metodologia

A natureza da pesquisa é qualitativo-quantitativa. As pesquisas qualitativas e quantitativas podem ser constituídas pela triangulação dos dados, os quais, a partir de um conjunto de dados (quali-quantitativa), realçam o caso único (Flick, 2009). O método utilizado foi o estado do conhecimento, o qual considera o conhecimento já elaborado, a fim de apontar os temas mais pesquisados e as lacunas existentes (Romanowski; Ens, 2006).

Para constituição dos dados, foram selecionadas 15 (quinze) revistas da área de Ensino de Ciências, com base nas suas representatividades e potencialidades de divulgação nessa área de ensino. Para compor o corpus, foram escolhidos periódicos de qualis A1, A2, B1 e B2 da CAPES (2013), considerando a área de avaliação ‘Ensino’. Para realizar a análise desta pesquisa, nos pautamos na análise textual discursiva (ATD). Os autores Moraes e Galiuzzi (2007) evidenciam os três principais elementos para constituir esta análise. São elas:

Desmontagem dos textos: também denominado de processo de unitarização;
[...] Estabelecimento de relações: esse processo denominado de categorização envolve construir relações entre as unidades de base; [...] Captando o novo

emergente: a intensa impregnação nos materiais da análise desencadeada nos dois focos anteriores possibilita a emergência de uma compreensão renovada do todo (Moraes; Galiuzzi, 2007, p.11-12).

Desse modo, a partir do momento em que identificamos o agrupamento dos artigos que serão analisados, inicia-se a desmontagem desses textos, a qual chamamos de unitarização. Em seguida, temos a categorização, na qual alinhamos esses conjuntos de acordos com as suas semelhanças. Por fim, a partir da análise aprofundada, temos as categorias emergentes, possibilitando a elaboração dos descritores, os quais serão especificados e explorados a seguir.

As revistas selecionadas da área de Ensino de Ciências para análise foram:

Revista	Qualis Capes Ensino 2013
Ciência & Educação	A1
Ensaio: Pesquisa em Educação Em Ciências	A1
Alexandria	A2
Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática	A2
Revista Acta Scientae	A2
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2
Investigações em Ensino de Ciências	A2
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2
Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	A2
Revista de Educação, Ciência e Matemática	A2
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	B1
Experiência em Ensino de Ciências	B1
Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica	B1
Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia	B1
Actio: Docência em Ciências	B2

Quadro 1: Revistas da Área do Ensino de Ciências
Fonte: Os autores (2020)

O recorte temporal das revistas selecionadas abrange desde a sua primeira publicação até o final do ano de 2019. Após selecionar os periódicos para a pesquisa, foram examinados os títulos a partir dos termos de busca, que remetem às abordagens NdC e CSC. Os termos de busca considerados foram: *Controvérsias Sociocientíficas*, *Questões Sociocientíficas*, *Assuntos Controversos*, *Assuntos Controvertidos*, *Temas Controversos*, *Aspectos Sociocientíficos*, *Discussões Sociocientíficas*, *Temas*

Sociocientíficos, Natureza das Ciências, Visões de Ciências e Concepções sobre Ciências, Concepção de Ciências. Sendo assim, o artigo publicado nas revistas deveria conter, em seu título, pelo menos um dos termos citados para ser selecionado para este estudo.

4 NDC e CSC: Um panorâmico dos periódicos no contexto brasileiro

Neste tópico, será exposta uma visão ampla dos trabalhos que foram analisados. Nesse primeiro momento, apresentamos os números de trabalhos por revista de uma forma macro, evidenciando o total dos trabalhos de cada revista e a quantidade de artigos selecionados em cada periódico a partir dos termos de busca que tratam de Ndc e CSC no Ensino e Educação em Ciências, conforme apresentamos no Gráfico 1.

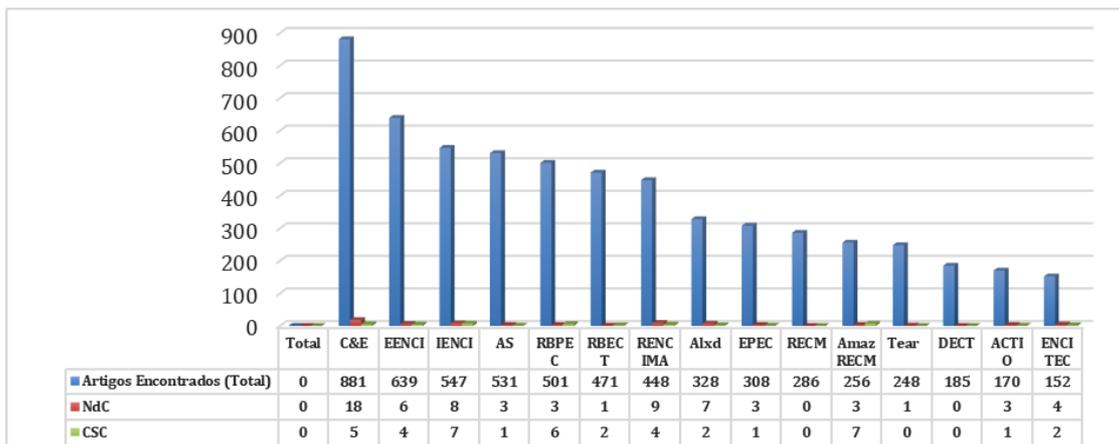


Gráfico 1 – Número total de trabalhos por revistas e os artigos encontrados sobre NDC e CSC
Fonte: Os autores (2020)

Em relação ao número total dos trabalhos que abordam Ndc e CSC, nota-se um pequeno número de artigos localizados por revista. Dentre esses, há um número maior de trabalhos que abordam Ndc do que CSC. Foram considerados 5951 artigos de um total de 15 revistas selecionadas. Desse total, aproximadamente 1,12% corresponde à Ndc, ou seja, 69 trabalhos e 0,7% corresponde à CSC, no qual corresponde 42 artigos.

Esses valores nos permitem refletir sobre quais seriam as razões para números tão baixos, tendo em vista que cada vez mais temos maior consciência da necessidade de cidadãos com formação crítica para atuar em seus contextos.

Uma possível justificativa para ainda haver poucas discussões em torno desses enfoques reside nos nossos vestibulares. Em estudo recente realizado por Krupczak, Ferrarini e Aires (2019), o qual buscou analisar se e como as relações CTSA são

abordadas nas questões de química do vestibular da Universidade Federal do Paraná, os autores encontraram resultados preocupantes. Estes resultados indicam que tal exame ainda é essencialmente conteudista e descontextualizado, apresentando poucas questões que buscam refletir sobre tais relações.

Portanto, consideramos que, se as relações CTSA estiverem mais presentes nas provas, essas podem, por sua vez, influenciar mais fortemente os currículos no sentido de inclusão da Educação CTSA na Educação básica, bem como na formação de professores e, conseqüentemente, teríamos mais pesquisas a respeito.

Entre outros fatores, também existe a questão da formação de professores, com baixos incentivos. Segundo Saviani (2011), em seu artigo ‘Formação de professores no Brasil: Dilemas e perspectivas’, evidencia que há ainda uma precariedade nas políticas formativas, além de jornadas de trabalho exaustivas e baixos salários, dentre outros motivos.

Outro aspecto deve-se ao âmbito curricular, que por sua vez traz alguns indícios de abordagens contextualizadas em currículos escolares. Entretanto, como havia e há uma deficiência na formação de professores, até mesmo pelas heranças do ensino tradicional, essas abordagens são negligenciadas. Dado que “as políticas curriculares brasileiras já contemplam há mais de uma década concepções de ciências e tecnologia como práticas humanas, construídas social e historicamente” (Almeida; Farias, 2011, p. 474), percebe-se que já havia discussões sobre questões que envolvem os aspectos que influenciam o desenvolvimento científico. Porém, pouco se discute sobre isso em ambientes de educação básica, com alguns motivos podendo ser apontados como a precariedade nessa profissão e baixos incentivos.

Percebe-se que essas discussões sobre os enfoques NdC e CSC vêm aumentando, mas ainda de maneira tímida. Por mais que haja algumas décadas de pesquisas sobre NdC, nota-se que há poucos trabalhos debatidos, e os pesquisadores nacionais sempre acabam recorrendo a pesquisadores de outros países, ocorrendo o mesmo com as CSC, as quais “no ensino de ciências não é relativamente nova na literatura internacional; todavia, no Brasil, é bastante recente” (Santos; Silva; Silva, 2018, p.427).

A partir dos trabalhos levantados, foram delineados os objetivos que esses artigos suscitaram em suas pesquisas. Assim, definimos uma ideia centralizada em comum desses trabalhos, elaborando a categoria ‘Objetivos de pesquisas’, a qual será discutida em seguida.

5 As Controvérsias Sociocientíficas no Ensino de Ciências

Neste tópico, apresentamos os objetivos de pesquisa dos trabalhos analisados. Para isso, elaborou-se o ‘Quadro 2’, onde foram organizados os artigos sobre CSC. Nessa construção, separamos os trabalhos por objetivos semelhantes:

OBJETIVOS DE PESQUISA	CÓDIGO DOS ARTIGOS	NÚMERO/ PORCENTAGEM
Avaliar e identificar o potencial das discussões de temáticas que abordam CSC como uma nova estratégia de ensino.	A24, A40, A42, A45, A51, A59, A28, A55, A56, A65, A92, A77, A88 e A98 e A101.	15 / 36%
Analisar como os estudantes e/ou professores interpretam situações relacionadas às CSC.	A9, A10, A12, A14, A32, A46, A61, A64, A68, A74, A81, A102, A104, A90.	14 / 33%
Analisar pesquisas publicadas em eventos e/ou periódicos para identificar possíveis lacunas e/ou as tendências das produções científicas.	A23, A54, A62, A70, A83, A93 e A109.	7 / 17%
Promover discussões com docentes sobre CSC.	A37, A38, A39, A58 e A80.	5 / 12%
Analisar o potencial de temas nos livros didáticos para o uso das CSC.	A50	1 / 2%

Quadro 2 – Objetivo de pesquisa nos artigos de CSC
Fonte: Os autores (2020)

No Quadro 2, nota-se que os objetivos de pesquisa com maior representatividade (36%) tiveram por objetivo identificar as potencialidades de temas controversos para incluir discussões de temáticas que abordam CSC como uma nova estratégia de ensino, bem como avaliar o quanto esses debates podem contribuir para o aprendizado. Essas discussões em torno das CSC, “articulada aos conteúdos científicos e aos contextos, é fundamental, pois propicia que os alunos compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade (Santos, 2007, p.7).

Em seguida, 33% dos trabalhos, tiveram como objetivo analisar essas pesquisas nos quais buscaram conhecer como os estudantes compreendem assuntos controversos, por meio de problematizações do conhecimento a partir de seus contextos.

Posteriormente, a terceira categoria, com 17% dos trabalhos, teve como objetivo analisar as pesquisas publicadas em eventos e/ou periódicos para identificar as possíveis

lacunas e/ou as tendências das produções científicas. É importante apontar que nem todos os trabalhos tiveram por finalidade realizar um levantamento sobre CSC de forma direta. Ou seja, houve trabalhos que propuseram analisar caminhos que evidenciem o quanto o Princípio da Precaução pode contribuir para as discussões das CSC.

A quarta categoria, com 12% dos artigos, teve como objetivo promover discussões entre docentes sobre o uso metodológico das CSC. Nesses trabalhos, foi observado que, para que haja impacto dessas discussões em salas de aulas, é fundamental formar os professores para tal. Outro aspecto necessário apontado nos artigos analisados é a elaboração de propostas didáticas que abordem CSC, pois, por serem ainda recentes nas discussões no âmbito educacional, ainda há escassez de material. Esses trabalhos corroboram, portanto, a argumentação de que se deve “investir na formação de professores para que essa, primeiramente, seja compreendida, para então passar a incorporar as atividades didáticas nas salas de aula” (Krupczak; Aires; Reis, 2020, p. 96).

Finalmente, na última categoria do Quadro 2, encontramos apenas um trabalho que teve como objetivo analisar um livro didático do Ensino Fundamental II (A50), buscando examinar seus conteúdos e suas possibilidades para discussão das CSC. Essa análise permitiu avaliar o potencial dos livros didáticos como possíveis materiais que suscitem discussões em torno das CSC.

Como consequência das análises realizadas, exteriorizamos os resultados e contribuições dos 42 artigos. Para isso, buscamos avaliar os possíveis benefícios que essas pesquisas trouxeram para a área da Educação e/ou Ensino de Ciências.

No que se refere ao uso da abordagem das CSC na prática do Ensino de Ciências, pode-se observar que os trabalhos mais recorrentes foram os que analisaram como professores e/ou estudantes desenvolvem argumentação, bem como sua criticidade, que são incitadas pelas discussões em torno dos temas controversos.

Essas discussões no âmbito das CSC podem gerar algumas polêmicas e diferentes perspectivas, pois o contexto social em que os estudantes estão inseridos influencia sua forma de pensar, ou seja, a “cultura implica normas, valores, crenças e expectativas de um grupo determinado” (Martínez, 2012, p.85). Todavia, essa é a ideia na utilização dessas abordagens: promover uma prática reflexiva nos estudantes, potencializando sua criticidade enquanto cidadão.

Para o enriquecimento dessas discussões, fica evidente a necessidade de compreender o processo construtivo da atividade científica. Nesse sentido, trabalhar

com o enfoque NdC junto da abordagem das CSC “pode propiciar a formação de cidadãos mais críticos, conscientes e atuantes no mundo em que vivem” (Aires; Reis, 2020, p.296).

Tendo por base a necessidade de discutir assuntos controversos com os estudantes, pode-se afirmar que, para realizar essas práticas sugestivas, há uma necessidade de preparar os professores. A partir das pesquisas, notou-se que os professores têm sua importância na condução desses debates, pois a “formação do professor torna-se fator determinante para o desenvolvimento das ações e inserções de temas não consensuais nas escolas e na perspectiva da educação crítica” (Watanabe; Reis, 2019, p. 207).

Ou seja, para que essa prática de ensino ocorra, necessita-se de uma formação sólida de professores, a qual,

[...] requer um conjunto de habilidades que não podem ser exclusivamente desencadeadas em curtos períodos de tempo e requer uma estrutura colaborativa, razoavelmente extensa para efetivar a inserção das controvérsias sociocientíficas nas salas de aula (Watanabe; Reis, 2019, p. 207).

Dessa forma, esse recurso metodológico poderá ser incorporado às aulas dos docentes.

6 A Natureza da Ciência no Ensino de Ciências

Para análise dos trabalhos com enfoque na NdC, realizou-se o estudo dos 69 trabalhos, cujo propósito foi conhecer o objetivo de pesquisa dos artigos. Dessa forma, organizamos os trabalhos com suas características de objetivos semelhantes, como exposto no Quadro 3.

OBJETIVOS DAS PESQUISAS	CÓDIGOS DOS ARTIGOS	QUANTIDADE	TOTAL / PORCENTAGEM
Analisar Concepções de Ciências de estudantes e/ou professores.	Estudantes: A4, A7, A11, A15, A25, A33, A35, A47, A52, A63, A71, A72, A73, A82, A95 e A105.	16	23 / 33%
	Professores: A8, A13, A18, A19, A60, A96 e A107.	7	
Analisar percepções sobre NdC e como essas podem contribuir para o ensino, utilizando textos de divulgação científica, filmes, livros literários e didáticos, desenho animado, textos jornalísticos e <i>YouTube</i> .	Textos de revistas de divulgação científica: A48, A36 e A87.	3	15 / 22%
	Livros didáticos: A22, A29 e A66.	3	
	Filmes: A49 e A91.	2	
	Recortes históricos para abordar NdC: A99 e A89.	2	
	Textos jornalísticos: A31.	1	
	Livros literários: A27.	1	
	Desenho animado: A5.	1	
	<i>YouTube</i> : A111.	1	
	Proposta Curricular: A78.	1	
Analisar e/ou elaborar propostas didáticas como recursos para compreensão da NdC.	A20, A41, A75, A76, A79, A86, A94, A97, A100, A103 e A106	11	11 / 16%
Analisar concepções da Ciência, a partir de reflexões epistemológicas.	A1, A2, A3, A6, A17, A26, A30, A34, A67 e A110.	10	10 / 15%
Analisar periódicos ou eventos que tratam de NdC.	A16, A43, A44, A57 e A108.	5	5 / 7%
Formação inicial e continuada de professores.	A21, A53, A69, A84 e A85.	5	5 / 7%

Quadro 3 – Objetivos das pesquisas sobre NDC

Fonte: Os autores (2020)

No Quadro 3, a categoria com maior representatividade (33%) buscou analisar as concepções de ciências de estudantes e/ou professores. Isso demonstra uma preocupação da parte dos pesquisadores em analisar quais visões esses docentes e alunos têm do conhecimento científico. A literatura, (Gil-Perez *et al.*, 2001) relata que há uma preocupação em torno das concepções que os estudantes apresentam sobre a ciência. Cabe ressaltar que esses estudos, de maneira geral, apontam que ainda há visões equivocadas da ciência, e que a desmistificação dessas visões pode ocorrer com

abordagens que contemplem a NdC, ou seja, esse trabalho da contextualização das ciências precisa ocorrer no processo da problematização da NdC (Allchin, 2011).

Na segunda categoria, com 22% de incidência, observou-se os trabalhos que tiveram como objetivo analisar percepções sobre NdC e como essas podem contribuir para o ensino, utilizando textos de divulgação científica, filmes, livros literários e didáticos, desenho animado, textos jornalísticos, *YouTube* e proposta curricular. Essas pesquisas têm como objetivos em comum analisar quais as visões de ciências que esses materiais trazem, se há visões equivocadas e descontextualizadas e como isso está representado nesses materiais. Ressaltamos que essas pesquisas também evidenciaram as potencialidades desses objetos de pesquisas para possíveis usos na contextualização NdC.

A terceira categoria com maior representatividade teve como objetivo analisar e/ou elaborar propostas didáticas como recursos para compreensão da NdC, com 16% de incidência. Cabe ressaltar aqui que essas práticas relacionadas ao do enfoque NdC auxiliam os professores a terem uma base de como abordar essa perspectiva em suas aulas. Porém, observa-se que essas abordagens na educação básica ainda são pouco exploradas.

Em seguida, a quarta categoria teve como objetivo analisar concepções de ciências a partir de reflexões epistemológicas, com incidência de 15%. Esses trabalhos trazem estudos em torno de teorias filosóficas, por determinadas linhas teóricas para discussão do construto da ciência. Nota-se que esses debates sobre a atividade científica partem de epistemólogos que se dedicaram a explicar as ciências de forma contextual, explicitando a não neutralidade e desmistificando outros processos de perspectiva positivista. Assim, ao defenderem e discutirem sobre o enfoque NdC, esses autores geralmente se posicionam e se apoiam em epistemologias que corroboram para sua discussão. Nesse sentido, Artega e El-Hani (2013), Matthews, (1994); McComas, (2000); Lederman, (2007); Praia; Gil Perez & Vilches, (2007) defendem a necessidade de abordagens de questões socioculturais, filosóficas, históricas e epistemológicas na educação científica dos estudantes, pois essas, ao possibilitarem reflexões sobre NdC, contribuem para a sua criticidade em relação ao seu contexto.

Em seguida, na quinta categoria, com 7% de incidência, estão os trabalhos que objetivaram analisar periódicos ou eventos relacionados à NdC. Esses artigos realizam o levantamento e se preocupam em mapeá-los e analisá-los, geralmente oferecendo um panorama das pesquisas sobre o tema. Ao apresentar uma visão ampla, contribuem para

uma compreensão mais abrangente do assunto, identificando lacunas e explorando o tema de forma mais aprofundada (Silva; Souza; Vasconcellos, 2020).

Por fim, na sexta categoria, também com 7 % de incidência, estão os artigos que objetivaram pesquisar a formação inicial e continuada de professores. Estes trabalhos propuseram analisar as atividades formativas realizadas com os docentes, as quais têm grande relevância para a formação, embora sejam pouco exploradas, ou seja,

[...] pouco é encontrado a respeito da abordagem da Natureza da Ciência na Formação Inicial, mesmo que os dados apresentados neste trabalho pareçam expressivos, acreditamos que ainda tem muito a ser estudado, revisado e abordado na Formação Inicial, ou continuada, sabendo que uma visão adequada a respeito da NdC possibilita aos professores a não propagação de visões estereotipadas e inadequadas na construção do conhecimento científico e auxilia o professor a uma maior autonomia em sala de aula para combater as pseudociências que estão cada vez mais presentes em nossa sociedade (Cardoso; Neves; Batista, 2021, p. 703).

Dessa maneira, evidencia-se a necessidade de impactar a formação desses docentes para que, de fato, esses professores tenham apropriação dos enfoques debatidos.

Após a análise dos objetivos de pesquisas, buscou-se analisar os resultados e contribuições dos trabalhos, identificando as possíveis influências e potencialidades que essas pesquisas trouxeram para o Ensino de Ciências.

A partir da análise das pesquisas, fica evidente que a história, a filosofia, e a sociologia da ciência, bem como a compreensão desses aspectos epistemológicos contribuem para uma visão menos ingênua. Essa abordagem retira “o cidadão do lugar ingênuo, favorecendo o surgimento de uma posição crítica em relação à ciências e a tecnologia na sociedade do conhecimento contemporânea e globalizada” (Santos; Oliosi, 2013, p.202).

Entretanto, visões ingênuas de ciência ainda são identificadas em professores e/ou alunos. Por isso, há uma preocupação dos pesquisadores em identificar e analisar quais visões de ciência estão presentes no imaginário de estudantes, professores, desenhos, livros, entre outros. Cabe ressaltar que, em alguns trabalhos, é relatado a resistência por parte dos docentes em adotar uma perspectiva mais contextual da atividade científica em suas aulas.

Uma forma de auxiliar esses docentes a compreenderem a NdC para que isso chegue no ensino básico é promover formações e propor recursos didáticos como maneira de demonstrar como podem ser abordados em sala. A partir do nosso

levantamento, observaram-se alguns trabalhos que sugerem ou relatam essas propostas didáticas, até mesmo tendo como objetivo analisar sua eficiência.

Quanto às atividades formativas para professores, essas devem ocorrer de forma contínua, pois de certa forma, esses impactos no processo de desconstrução de visões equivocadas da ciência não ocorrem em passes de mágica. Esse processo de compreender e empreender o enfoque sobre NdC pode ocorrer em menor intensidade, bem como em maior intensidade, a depender de fatores que serão trabalhados e como serão abordados. Ou seja, se o professor precisa assumir essa responsabilidade de trabalhar com seus estudantes os aspectos da NdC de forma contínua, não é um único momento desse processo que fará essa mudança. “Assim, se as mudanças não são levadas adiante, se não são exploradas em outros contextos além desse, não é possível garantir que, a longo prazo, essas irão se perpetuar” (Nascimento; Campos; Almeida, 2015, p.31).

7 O que esses trabalhos discutiam sobre as abordagens de CSC?

Durante os levantamentos mencionados anteriormente, apontamos as tendências que foram abordadas nesses trabalhos, estabelecendo classificações de temas mais recorrentes. Essa análise resultou na elaboração do Quadro 4, que apresenta as temáticas discutidas em cada artigo. Salientamos ainda que os trabalhos que foram caracterizados no Quadro 4 contabilizam 19 artigos, não correspondendo à totalidade dos 42 trabalhos empíricos selecionados para análise. Isso se deve ao fato que os demais correspondem a trabalhos teóricos ou que abordaram vários temas num mesmo artigo. Cabe lembrar ainda que alguns temas são abordados em mais de um trabalho:

Tema	Código dos artigos	Quantidade / porcentagem	Temáticas abordadas	Discute CSC E NdC juntas
Ambiental	A10, A32, A38, A55, A56, A80, A81, A90, A101	9 / 21%	Construção de uma hidroelétrica; aquecimento global e efeito estufa; agrotóxico; faturamento hidráulico; resíduos sólidos; agricultura em espaço formal (horta escolar) e usinas nucleares.	A10
Alimentação e Saúde	A12 e A98	2 / 5%	Alimentação e vida saudável; leite.	-
Saúde	A46 e A74	2 / 5%	Eutanásia; resistência bacteriana.	-
Biotecnologia	A9 e A59	2 / 5%	Melhoramento genético humano e genética.	A59
Bebidas alcóolicas	A24 e A88	2 / 5%	Cachaça; cachaça e cerveja.	-
Produtos químicos	A77	1 / 2%	Sabão e detergente.	-
Energia	A102	1 / 2%	Eficiência energética.	-

Quadro 4 – CSC: temas/temáticas
Fonte: Os autores (2020)

A partir do Quadro 4, observamos que a *temática ambiental* é a mais recorrente, com 21% dos trabalhos. Podemos justificar esse fato com base em sua relevância, pois desde que a comunidade científica começou a alertar a sociedade sobre os impactos da ciência e da tecnologia que vinham ocorrendo sobre o ambiente, essas discussões começaram a surgir. Esses primeiros alertas se iniciaram no cenário mundial por volta da metade do século XX quando o livro *Primavera silenciosa*, da bióloga e ativista Rachel Carson, chamou a atenção para os impactos ambientais causados com o avanço da ciência e da tecnologia (Rufino; Crispim, 2015).

No Brasil, essas discussões começaram no final da década de 70 com a Conferência Nacional de Educação Ambiental, realizada em Brasília (Travassos, 2001). No entanto, houve uma intensificação entorno desses debates a partir de 1990, ocorrendo a conferência Rio 92, promovida pela ONU, com objetivo de discutir “Meio Ambiente e Desenvolvimento”. Na mesma década, em 1994, houve um impulsionamento da Educação Ambiental com a elaboração do Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA) (Rufino; Crispim, 2015).

Desde então, essas discussões vêm ocorrendo e, atualmente, nos encontramos em um cenário em que há uma grande necessidade de debates em torno dessas questões ambientais, visto que estamos vivendo uma das maiores crises, seguidas de negligências que minimizam essas questões. Desse modo, esses debates devem ser suscitados no Ensino de Ciências. Auler e Delizoicov (2015), consideram que enfoques como Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) (que constituem um dos cerne da abordagem CSC), enviesado na teoria freiriana, pode constituir um processo educativo crítico-transformador.

Com base nisso, nota-se o quanto o recurso metodológico de CSC pode contribuir para essas reflexões, com as quais são trabalhados vários fatores políticos, econômicos, sociais e ambientais. Verificou-se, também, que as temáticas debatidas geralmente abordam questões regionais como, por exemplo, o trabalho A10, que realizou uma pesquisa com um grupo de professores formandos em Portugal em torno da discussão sobre a construção da hidroelétrica de Alqueva, pontuando aspectos positivos e negativos sobre essa construção.

Outra questão debatida acerca do tema ambiental é a *utilização de agrotóxicos*, identificada nos artigos A38, A56, A80, os quais trazem situações locais. Citamos como exemplo o trabalho A38, que parte de um problema local:

[...] há um problema grave na cidade: a contaminação pelo uso de agrotóxicos por agricultores que são pais dos alunos da escola, que normalmente também trabalham na lavoura e passam a serem contaminados, apresentando quadros agudos da contaminação e chegam à escola, por vezes, passando mal (A38, 2012, p.28).

Nesse excerto, observa-se o quanto essas pesquisas podem contribuir para comunidade local, permitindo a compreensão de alguns assuntos locais. Esses temas sociocientíficos debatidos contribuem “no desenvolvimento das competências necessárias à resolução dessas situações problemáticas, e promovem a construção de uma ideia mais humana dos empreendimentos científico e tecnológico” (Galvão; Reis, 2008, p. 131).

Os temas com segunda maior ocorrência correspondem à Alimentação e à Saúde; à Saúde; à Biotecnologia e a Bebidas alcoólicas, sendo cada tema com 5% dos trabalhos.

Em relação ao tema “Alimentação e Saúde” (5%), os trabalhos buscaram suscitar questões que fazem parte da vida dos estudantes, trazendo as discussões para seu contexto, como no artigo A12, no qual os pesquisadores acompanharam uma turma

de Ensino Fundamental II. Ao elencarem o uso da abordagem das CSC, os autores pautaram-se no tema “alimentação e vida saudável”.

Esse tema foi escolhido por permitir uma ampla discussão dos conceitos relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade, e por ter relação com o conteúdo que estava sendo desenvolvido na turma. Além do conhecimento científico referente à nutrição, também foram abordadas questões relacionadas às tecnologias de produção, ao armazenamento e beneficiamento de alimentos; à falta de alimentos; e aos efeitos da alimentação para o ser humano (A12, 2012, p.793).

Por conseguinte, o tema “Saúde”, com 5% dos trabalhos abordaram as temáticas: eutanásia (A46) e resistência bacteriana (A74). Em relação ao trabalho A74, realizado por Braga, Martins e Conrado (2019), numa turma de graduação em Ciências Biológicas, fizeram uso das CSC, validando a importância da argumentação no Ensino de Ciências, elucidando um assunto controverso no Brasil, no qual “trata da temática Resistência Bacteriana (RBA) e subdivide-se em cinco casos/situações-problemas, sendo uma de natureza conceitual e quatro de tomadas de decisões” (A74, 2019, p.123). Com base no artigo, entende-se da importância das CSCs como possibilidade de trabalhar habilidades argumentativas, de maneira interdisciplinar e contextualizado trazendo em seu bojo a HSFC e CTS.

No que se refere ao tema “Biotecnologia” (5%), ambos os trabalhos (A9, A59) abordaram a temática de melhoramento genético e genética. No trabalho A9, por exemplo, argumentou-se que as

[...] pesquisas de Sadler e Zeidler (2004) mostraram que o conteúdo tem um importante papel na tomada de decisões em questões sociocientíficas. Nesse trabalho, os autores verificaram que o conhecimento de genética era um fator determinante na tomada de decisões, e que os estudantes que possuíam o conhecimento em genética tinham menos falhas de raciocínio além de terem maior habilidade em integrar o conteúdo científico ao seu raciocínio informal (A9, 2010, p.467).

Este trabalho foi aplicado numa turma de Ensino Médio e buscou entender as tomadas de decisões dos estudantes a partir desta temática, auxiliado por meio da abordagem da CSC.

Em seguida, também com 5%, o tema “bebidas alcóolicas” esteve presente nos artigos A24 e A88 e tiveram atividades desenvolvidas na aula prática da disciplina de Química Orgânica Aplicada, em um curso técnico em química, oportunidade em que se realizou uma atividade laboratorial analisando diferentes produtos como cachaça e cerveja. O trabalho, A24, no que se refere ao tema sociocientífico utilizado em aula,

possibilitou estratégias em que os estudantes exploraram o assunto ‘cachaça’. A partir dos dados apresentados da pesquisa, mostraram

[...] que algumas estratégias didáticas, como perguntas desafiadoras, contribuíram para o estabelecimento do processo interativo. Associado a isso, a realização de discussões/seminários em grupos, durante e após as aulas, se revelou mais uma estratégia que contribui para o envolvimento dos estudantes. A observação das análises dos TS e os questionários respondidos reforçaram que a abordagem desses aspectos, além de potencializar o processo de interação em sala de aula, possibilita o surgimento de situações vivenciais, a discussão de atitudes e valores, e de conceitos de ciência e de tecnologia (A24, 2012, p.237).

Ou seja, nesses trabalhos, essas análises laboratoriais foram além dos aspectos físico-químicos, trazendo questões de vivências dos estudantes, promovendo discussões sobre questões econômicas, sociais e ambientais, almejando vincular vivências e situações reais dos estudantes relacionadas à temática.

Por conseguinte, aproximadamente 56% dos trabalhos não foram categorizados com temas/temáticas, por abordarem diversos assuntos, ou por serem trabalhos mais teóricos e apenas discutirem as potencialidades das CSC como recursos metodológicos na prática do Ensino de Ciências. Assim, desses 56%, foram identificados 10 trabalhos teóricos (A14, A37, A42, A51, A58, A61, A64, A65, A68, A104), totalizando 24% da amostra. Estes trabalhos abordaram diferentes assuntos, promovendo discussões em determinados grupos, como por exemplo, entre professores e/ou alunos, para depois analisar o impacto dessas discussões.

Também foram localizados 6 trabalhos (A23, A62, A70, A83, A93, A109), totalizando 14%, os quais realizaram estudos sobre o Estado da Arte ou Estado do Conhecimento, até mesmo caracterizando-os como levantamento bibliográfico, ou seja, examinando um determinado lócus. Ademais, 6 artigos (A28, A39, A40, A45, A54, A92) (14%) promoveram reflexões teóricas sobre o uso da abordagem das CSC no Ensino de Ciências. Por fim, um trabalho (A50), sendo o equivalente a 2% da amostra, realizou análise dos livros didáticos e buscou avaliar se, nesses materiais, havia temas/temáticas com potencial para discussões em torno das CSC.

Além de analisar os temas/temáticas mais recorrentes, nesse mesmo Descritor Específico, examinamos os trabalhos que discutem CSC e NdC juntas. Dessa forma, verificaram-se os trabalhos que abordaram o enfoque NdC, de forma explícita, pautada no uso da metodologia CSC. Foram encontrados 6 artigos, cujos códigos são A10, A37, A39, A54, A59, A61. Esses trabalhos destacaram o uso da NdC em suas abordagens.

Ou seja, de um total de 42 artigos, aproximadamente 14% dos artigos sobre CSC relatam a necessidade de ter a compreensão do enfoque NdC.

Nesses artigos, defende-se o uso da NdC para o entendimento da ciência, para que se tenham discussões mais elaboradas e aprofundadas, buscando compreender fatores que as influenciam, como sociais, econômicos, políticos, entre outros. Pois,

[...] uma maior compreensão das características da ciência levará a um aumento na compreensão conceitual dos conceitos científicos, particularmente quando contextualizado nas CSC, e permitirá que os alunos sejam mais críticos em relação às evidências e de forma eficaz a utilizar evidências nos processos de tomada de decisão e debate inerentes aos tópicos da CSC (KARISAN; ZEIDLER, 2017, p. 142, tradução nossa).

O artigo de código A10, por exemplo, a partir de seu tema ambiental, evidenciou a necessidade de os professores terem uma compreensão da atividade científica. Ou seja,

Pretendia-se não só que os professores melhorassem seu conhecimento de conteúdo sobre questões relacionadas à natureza da ciência, mas também que vivessem situações de aprendizagem inovadoras, facilitando o desenvolvimento de novas expectativas e de atitudes em relação ao ensino da ciência e, eventualmente, a adoção de novas estratégias de ensino. A literatura recente sobre a formação de professores ilumina a importância da reflexão e daí a preocupação em criar essas experiências de aprendizagem e, também, de criar situações que levem os professores a refletirem sobre o tipo de experiência (na qualidade de professores-formandos) e sobre a metodologia de aprendizagem (na qualidade de professores) (A10, 2011, p. 509).

Dessa forma, o uso da abordagem NdC associado ao enfoque CTS, como nesse caso, promove um debate mais aprofundado a partir do uso das CSC. Essa discussão foi pautada em um caso local, utilizando a construção de uma hidroelétrica, sendo um lago artificial em uma região seca de Portugal. Parte dos participantes da pesquisa defendia que poderia ser algo a agregar à região, trazendo benefícios à agricultura e ao turismo; enquanto outra parte defendia que poderia ser uma tragédia ambiental e cultural, devido ao alagamento, prejudicando a biodiversidade da região (Galvão; Reis; Freire, 2011).

Essa é a essência do uso metodológico das CSC: provocar inquietações e reflexões. Para isso, há necessidade de assimilar determinados assuntos, assim há uma inevitabilidade de incluir nessa proposta os enfoques, como NdC e CTS. Além disso, por mais que se utilizem assuntos locais, pode ainda haver certa dificuldade na discussão. Por exemplo, durante a pesquisa, Galvão, Reis e Freire (2011) apontam que havia professores que desconheciam os possíveis impactos que a construção da hidroelétrica poderia causar. Desse modo, a pesquisa auxiliou esse grupo a tomar

consciência e a avaliar as potencialidades deste tipo de metodologia, ou seja, com o uso das CSC.

Portanto, esses artigos trazem uma ideia da importância de discutir NdC. Para Bortoletto e Carvalho (2012) a,

[...] Natureza da Ciência caracteriza-se como um ponto importante das questões sociocientíficas, pois, permite analisar a variedade de pontos de vistas epistemológicos que muitos alunos utilizam para avaliar uma evidência científica, inferir ou elaborar uma hipótese frente a uma problemática da ciência (A39, 2012, p.144).

Ademais, Reis e Galvão (2005) argumentam que “torna-se imprescindível que os alunos compreendam o valor deste conhecimento, independentemente de ser provisório e alvo de contestação” (A61, 2005, p.133). Ou seja, não se pode apenas estipular uma temática e esperar argumentações elaboradas ao fazer uso da abordagem CSC. O estudante precisa compreender essas questões que envolvem a atividade científica, bem como os fatores que interferem e as influenciam. Destaco também a necessidade da preparação desses professores para lidar com essas abordagens. Além disso, uma forma de atingir esse entendimento é trabalhar com alguns enfoques, como NdC.

8 O que foi abordado no enfoque da NdC?

A partir desse levantamento, de um total de 69 trabalhos selecionados para a pesquisa, apenas 19, com percentual aproximado de 24%, especificaram algum tipo de tema e temática. O Quadro 5 agrupa e descreve estes 19 trabalhos:

Temas	Temáticas	Código	Quantidade / (porcentagem - valores aproximados)
História e Filosofia da Ciência (HFC)	Mecânica clássica; Controvérsia entre Pasteur e Pouchet; O caso histórico de Marie Curie; O eclipse solar de 1919; Recorte da história da óptica; Aristóteles, Galileu e o movimento relativo; Episódio histórico da expedição de Couplet ao Brasil em 1698.	A7, A21, A34, A87, A89, A97 e A99.	7 / 10%
Epistemologia	Popper; Nancy Cartwright; Fleck.	A6, A26 e A30	3 / 4%
Biologia	Contextualização da ecologia; Metabolismo energético.	A71 e A76	2 / 3%

Química	Cinética química	A66	1 / 1%
Ciência e Tecnologia	Robótica educacional	A72	1 / 1%
Energias	Energias elétricas em larga escala	A29	1 / 1%
Meio ambiente e saúde	Ecoepidemiologia da dengue	A20	1 / 1%
Texto jornalístico sobre ciência	A incrível saga de bóson de Higgs e O bóson de Higgs não deu nem pro começo.	A31	1 / 1%
Literatura de Monteiro Lobato	Reinações de Narizinho, A reforma da natureza e A chave do tamanho.	A27	1 / 1%
Desenhos animados	Jimmy Nêutron e o laboratório de Dexter.	A5	1 / 1%

Quadro 5 – DE2-NdC: temas/temáticas
Fonte: Os autores (2020)

O Quadro 5 evidenciou que a categoria com maior representatividade, com 10% de trabalhos, correspondeu à História e à Filosofia da Ciência (HFC).

Esses artigos, por meio de casos históricos, buscaram promover reflexões em torno da NdC. Nesse sentido, A34 utilizou a história da cientista Marie Curie em um curso de Licenciatura em Química,

[...] os materiais selecionados abordavam a história da cientista sob a perspectiva da ciência em construção, o que possibilitou reconstruir o modo como as ideias sobre radioatividade foram desenvolvidas e, a partir disso, discutir sobre NC. Além de suscitar reflexões sobre NC, os materiais selecionados também contemplavam alguns aspectos do contexto da época que resultaram, por exemplo, em obstáculos enfrentados por Marie Curie para se inserir no meio acadêmico. Por esse motivo, as autoras consideraram que o caso histórico também possibilitaria algumas discussões relacionadas à temática Mulheres na Ciência (A34, 2019, p.357).

O artigo refere-se à NdC como NC. Para Allchin (2017), dentre os fatores que o autor defende, uma forma de contextualização do enfoque NdC gira em torno dos episódios históricos, uma vez que essa investigação traz questões da época nas quais se fazem compreender o contexto e os aspectos sociais daquele tempo. A partir do excerto, pode-se evidenciar que, para além dos episódios históricos da atividade científica, precisamos evidenciar questões de gênero que são negligenciadas historicamente e atualmente. Dessa forma,

[...] pode-se justificar o empenho em se organizar e difundir biografias de mulheres que tiveram atuação na construção, transformação e comunicação de conhecimentos sobre a natureza e sobre as artes em diferentes épocas e culturas com o fim de apontar e/ou analisar questões de gênero, contribuindo

para que as jovens procurem carreiras em ciência e tecnologia (Trindade; Beltran; Tonetto, 2016, p.13).

Ou seja, essas discussões promovem reflexões que incitam a criticidade, e corroboram para a compreensão do enfoque NdC.

Na sequência, notamos que 4% dos artigos abordaram especificamente um epistemólogo para trabalhar com aspectos da NdC, como Popper, Nancy Cartwright e Fleck. O trabalho A30 realizou uma síntese do estudo de Ludwik Fleck, na qual se evidenciam a reação de Wassermann e a história da sífilis. Nesse trabalho (A30), argumenta-se que

[...] com a compreensão da visão de Fleck sobre a natureza e os mecanismos da ciência posso incitar professores e futuros professores a refletirem criticamente o papel da ciência no mundo contemporâneo e suas próprias concepções sobre a natureza da ciência e sua prática didática (A30, 2015, p.237)

Assim, a epistemologia fleckiana traz grande contribuição na compreensão da atividade científica, haja vista que sua obra traz um relato rico, como é caso da doença sífilis e a reação de Wassermann. A partir desses fatos, entendimento do construto da ciência é favorecido. Salientamos também que a epistemologia tem uma importância central no Ensino de Ciências, pois

[...] pretende saber das características do que é ou não é específico da cientificidade, tendo como objeto de estudo a reflexão sobre a produção da ciência, sobre os seus fundamentos e métodos, sobre o seu crescimento, sobre a história dos seus contextos de “descoberta” o que não constitui uma construção racional isolada (Praia, *et al.*, 2002, p.128).

Na terceira categoria, com 3%, com o tema biologia, os artigos buscaram discutir temáticas como a contextualização da ecologia e o metabolismo genético. A partir dessas discussões, buscou-se promover reflexões em torno do enfoque NdC.

Ao considerarmos tais características da Ecologia, é possível dialogar com o posicionamento de Irzik e Nola (2011) sobre o fato de as listas de aspectos de NdC abordarem em geral características relacionadas ao conhecimento científico e deixarem de lado práticas enraizadas, em diversas ciências da investigação científica. Com tal enfoque, excluem-se, por exemplo, a coleta de dados, a análise e a classificação (as quais constituem métodos cotidianos da Ecologia). Essas práticas da ciência também precisam fazer parte da educação científica, pois são conhecimentos requeridos tanto para se compreender a NdC quanto para se fazer ciência (A71, 2017, p.59-60).

Nesse trabalho, os pesquisadores se posicionam usando as categorias de Irzik e Nola (2011) as quais trabalham com a *semelhança familiar*, que são: atividades, objetivos e valores, metodologias e regras metodológicas e produtos, para discutirem o

enfoque da NdC. Na literatura, há diferentes vertentes teóricas que defendem a maneira mais apropriada para discutir NdC, como já discutido no referencial teórico desta pesquisa, mas cabe ressaltar que todos os autores defendem o uso da NdC na prática do Ensino de Ciências. Também como mencionado no A71, fazem uso da Ecologia para suscitar essas discussões, problematizando a concepção de ciência desses estudantes.

Em seguida, os demais trabalhos contêm o mesmo percentual (1%), os quais se referiram aos temas relacionados à química, à ciência e à tecnologia. Também com esse mesmo percentual, encontrou-se trabalhos que traziam temáticas sobre energias, meio ambiente e saúde, texto jornalístico sobre ciência, literatura de Monteiro Lobato e desenhos animados. Todos esses temas foram usados para debater e/ou explorar potencialidades para discussões em torno do enfoque da NdC.

Cabe ressaltar que muitos trabalhos não especificaram um tema e/ou temática. Dos 69 trabalhos, que abordaram NdC, identificaram-se 35 artigos, aproximadamente 51% da amostra, trabalharam com concepções de ciência de professores, alunos ou até mesmo trabalhos que fizeram reflexões com a epistemologia em torno do enfoque NdC. Em relação a esses artigos, seguem os seguintes códigos: A1, A2, A3, A4, A8, A11, A13, A15, A16, A17, A18, A19, A22, A25, A33, A35, A36, A41, A43, A44, A47, A52, A53, A57, A60, A63, A67, A69, A73, A84, A94, A95, A105, A107 e A110.

Nessa mesma perspectiva, notaram-se artigos com os códigos A48, A49, A91, A108 e A111 (7%), que realizaram análises de visões da ciência, porém, a partir de um locus diferente, como revistas, filmes, eventos e *YouTube*. Esses trabalhos investigaram as visões de ciência nesses objetos de estudo, identificando se há uma abordagem mais contextual ou empírico-indutivista. Esses assuntos acerca da imagem da ciência serão debatidos nos próximos descritores.

Também foram verificados 4% dos trabalhos que realizaram discussões sobre a abordagem da NdC com enfoque CTS, os quais têm como código A78, A85 e A96. Nesses trabalhos, faz-se uso do termo NdC&T (Natureza da Ciência e Tecnologia), os quais buscaram evidenciar as “competências em NdC&T, alguns caminhos para o desenvolvimento de saberes necessários à compreensão das possíveis definições da Ciência e da Tecnologia por meio de consensos” (A78, 2016, p.19). De modo geral, foram observados poucos trabalhos que relacionaram NdC e enfoque CTS.

Por fim, foram identificados trabalhos que desenvolveram propostas didáticas, sendo sugestivas ou até mesmo analisando sua potencialidade a partir da aplicação. Essas propostas têm como finalidade promover reflexões sobre o enfoque NdC. Os

artigos que propuseram essa prática foram os de códigos: A75, A79, A82, A86, A100, A103, A106, aproximadamente 10% da amostra. Por exemplo, o artigo A100, apresentou uma proposta didática, na qual os autores se basearam nos saberes docentes vinculados ao enfoque NdC, evidenciando o gênero na ciência. No artigo A100, argumentou-se que, na organização da Unidade Didática, a

[...] construção do conhecimento científico e a visibilidade de gênero na Ciência foram baseadas em um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas para a realização de certos objetivos educacionais, nesse caso os de desconstruir visões equivocadas de aspectos da Natureza da Ciência e desnaturalizar o papel secundário da mulher na construção do conhecimento científico e na Ciência (A100, 2016, p.55).

Dessa forma, reforça-se que, para além de compreender o construto da atividade científica, há a necessidade de se destacarem as grandes mulheres da ciência, que, por vezes foram, e ainda são, negligenciadas. Do total de 69 trabalhos com enfoque NdC, apenas 3 artigos, de códigos A13, A69, A100, evidenciaram as questões de gênero, além do artigo A34, já mencionado acima, que destacou a história da cientista Marie Curie. Nesse sentido, Trindade, Beltran e Tonetto (2016) em seu livro 'Práticas e estratégias femininas: histórias de mulheres na ciência da matéria', afirmam que "ainda hoje, pouco se discute nas salas de aula tópicos que abordam as contribuições femininas para a ciência" (2016, p.11).

9 Considerações finais

Notaram-se poucos trabalhos sobre CSC que fomentaram reflexões sobre NdC de forma explícita. De maneira geral, os estudos, em sua grande maioria, abordaram essas questões de forma mais implícita. Fica evidente o quanto as abordagens NdC e CSC são importantes para a área do Ensino de Ciências. Também se nota uma potencialidade em trabalhar esses enfoques juntos, capacitando os estudantes para uma formação crítica

Nos artigos analisados, observamos que ambos os enfoques (NdC e CSC) têm aumentado de maneira tímida e, recentemente, houve uma maior concentração de trabalhos no contexto brasileiro. Nota-se, também, que, em sua maior parte, as discussões sobre as abordagens NdC e CSC estão vinculadas ao âmbito teórico, ou seja, poucos trabalhos relataram a inserção desses enfoques na prática do ensino.

Percebe-se, a partir dos objetivos desses trabalhos, que tanto o enfoque NdC quanto o uso das abordagens de CSC foram pouco debatidos na educação básica, possivelmente devido ao fato de que essas pesquisas estão mais concentradas no âmbito acadêmico, sendo discussões relativamente novas no contexto brasileiro.

Como sugestão para futuros trabalhos, tem-se a necessidade de inserção dessas abordagens na educação básica por meio dos docentes. Por mais que tenham sido encontrados trabalhos que tiveram como objetivo promover formações para professores do ensino básico, sugere-se que, para as próximas pesquisas, realizem mais atividades formativas, de forma contínua, com esses docentes, para que os professores se sintam mais capacitados para inserção dessas abordagens em sua prática. Uma possibilidade para se ter eficácia nessas formações de docente é a aproximação das universidades com as escolas (Bernardo; Reis, 2020).

Referências

- AIRES, J.; REIS, P. Controvérsias sociocientíficas em pesquisas desenvolvidas em Portugal: Um estudo sobre as potencialidades e limites na promoção da reflexão sobre a Natureza da Ciência. **Revista Debates em Ensino de Química**, v.6, n.2, p. 291-310, 2020.
- ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n.1, p. 18-26, mar. 2017.
- ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, mar. 2011.
- ALMEIDA, A. V. de; FARIAS, C. R. de O. A Natureza de Ciências na formação de professores: reflexões a partir de um curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.3, p. 473-488, 2011.
- ALMEIDA, B. C. **Análise de casos históricos da ciência estudados sob a perspectiva da ciência em construção para favorecer reflexões por parte de licenciados sobre natureza da ciência**. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.
- ARTEAGA, J. M. S.; EL-HANI, C. N. Aprendiendo de la historia del racismo científico: conceptos de “competición interracial” y “extinción de razas” e nel discurso sobre evolución humana (1859-1900). In: Silva, C. C; Prestes, M. E. B. (org.). **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas (UNB)**, v. 45, p. 275-296, 2015.
- BEJARANO, N. R. R.; BRAVO, A. A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**. v. 25, n.4, p. 967-982, 2019.

- BERNARDO, J. R. da R.; REIS, P. G. R. dos. A formação do professor de ciências e os desafios da prática em questões sociocientíficas. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v.9, n.1, p. 1-12, 2020.
- BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W.L.P. de. Uma proposta de formação continuada de professores de ciências e matemática na interface do agir comunicativo e das questões sociocientíficas. **Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemática. Manaus**. v.9; n.17, 2012.
- CARDOSO, F.; NEVES, M. D.; BATISTA, I. de L. Abordagens didáticas a respeito da Natureza das Ciências: Uma análise de tendências e padrões. **Revista Valores**, Volta Redonda, 6 (Edição Especial), 2021.
- FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- GALVÃO, C.; REIS, P. A promoção do interesse e da relevância do ensino de ciências através da discussão de controvérsias sociocientíficas. In: Vieira, R. M. *et al.* **Ciência-tecnologia-sociedade no ensino de ciências: Educação científica e desenvolvimento sustentável**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2008.
- GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Revista Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciências & Educação**, v. 7, n.2, p. 125-153, 2001.
- HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na Educação Científica: Algumas considerações teóricas e práticas sobre Questões Sociocientíficas. In: Dália Melissa Conrado, Nei Nunes-Neto (Org.). **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de Ensino e Perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A Family resemblance approach to the nature of Science for Science education. **Science & Education**, Dordrecht, v. 20, p. 591-607, 2011.
- KARISAN, D.; ZEIDLER, D. L. Contextualization of Nature of Science with Socioscientific Issues Framework: A Review of Research. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 5, nº 2, p. 139-152, 2017.
- KOLSTO, S. D. Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. **Science Education**, Georgetown, USA, v. 85, p. 291-310, 2001.
- KRUPCZAK, C. **Natureza da ciência nas pesquisas sobre controvérsias sociocientíficas: o estado do conhecimento no contexto brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2019.
- KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. A Natureza da Ciência na formação de Professores por meio das controvérsias sociocientíficas: o estado do conhecimento. **Revista Ciências & Ideias**. v. 11, n. 2, p.1-16, 2020.

- KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A.; REIS, P. G. R. dos. Controvérsias sociocientíficas: análise comparativa entre Brasil e Portugal. **Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.16, n.37, p. 89-105, 2020.
- KRUPCZAK, C.; FERRARINI, A.; AIRES, J. A. Relações CTSA no vestibular da UFPR: uma análise das questões de química dos últimos dez anos (2009-2018). **Indagatio Didactica**, v. 11, p. 281-300, 2019.
- LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of Science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v.29, n°4, p. 331-359, 1992.
- MARTÍNEZ, L. F. P. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.
- MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.
- MCCOMAS, William F. (Ed.). **The nature of science in science education: Rationales and strategies**. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Rio Grande do Sul. Editora Unijuí, 2007.
- MOURA, B. A. O que é natureza das Ciências e qual sua relação com a História e com a Filosofia das Ciências. **Revista Brasileira de História da Ciência**. Rio de Janeiro, v.7, n°1, p. 32-46, janeiro/junho de 2014.
- NASCIMENTO, F. do; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. de. O Ensino de Ciências no Brasil: História, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, n. 39, p.225-249, 2010.
- NASCIMENTO, H. H. F. do; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. de. Desenvolvimento conceitual na formação inicial de professores de química: evolução de concepções sobre a natureza da ciência orientada por um programa em história da química. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v. 5, n.1, p.25-33, 2015.
- PRAIA, J.; CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciências: para uma reorientação epistemológica da educação em ciências. **Ciências & Educação**, v. 8, n.1, p.127-145, 2002.
- PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciências & Educação** 13(2): 141-156, 2007.
- REIS, P. Ciências e Controvérsias. **Revista de Estudos Universitários**, Sorocaba, v. 32, p. 9-15, 2009.
- REIS, P. Controvérsias sociocientíficas: discutir ou não discutir? **Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida**. 488 f. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2004
- REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 3, p. 746-772, 2008.
- ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n.19, p. 37-50, setembro/dezembro. 2006.

- RUFINO, B.; CRISPIM, C. **Breve resgate histórico da educação ambiental no Brasil e no mundo**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Porto Alegre/R, 2015.
- SADLER, T. D. Informal reasoning regarding Socioscientific issues: a critical review of research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n.5, p. 513 - 536, 2004.
- SANTOS, A. F. dos; OLIOSSI, E. C. A importância do Ensino de Ciências da Natureza integrado à História da Ciência e à Filosofia da Ciência: uma abordagem contextual. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v.22, n.39, p.195-204, jan./jun. 2013.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciências & Ensino**, Piracicaba, v. 1, nº especial, p. 1-12, nov. 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. A argumentação em discussões sociocientíficas: reflexões a partir de um estudo de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n. 1, p.1-13, 2011.
- SANTOS, W. P. dos; SILVA, K. M. A. e; SILVA, S. M. B. da. Perspectiva e desafios de estudos de QSC na Educação Científica Brasileira. In: Conrado, D. M.; Nunes -Neto, N. (org.) **Questões Sociocientíficas, Fundamentos, propostas de Ensino e Perspectiva para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.
- SAVIANI, D. Formação de Professores no Brasil: Dilemas e Perspectivas. **Póiesis Pedagógicas**, v.9, n. 1, p. 07-19, 2011
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. As ciências nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científicas. **TransInformação**, Campinas, São Paulo, 2016.
- SILVA; A. P. P. N. da; SOUZA, R. T. de; VASCONCELLOS, V. M. R. de. O Estado da Arte ou o Estado do conhecimento. **Educação - Escola de Humanidades** v. 43, n.3, p.1-12. 2020.
- TRAVASSOS, G. E. A educação ambiental nos currículos: dificuldades e desafios. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 1, n. 2, p.1-11, 2001.
- TRINDADE, L. dos S. P.; BELTRAN, M. H. R.; TONETTO, S. R. **Práticas e estratégias femininas: história de mulheres na ciência da matéria**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2016.
- WATANABE, G.; REIS, P. G. R. dos. Controvérsias sociocientíficas e relações de poder: desafio de sua inserção segundo futuros professores de ciências. **Linhas Críticas**, v.25, p.203-227, 2019.
- ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: the origin and practice. **Journal of Elementary Science Education**, Macomb, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

Recebido em: 03 de junho de 2023

Aceito em: 01 de abril de 2024