

Abordagens Históricas e Investigativas para o Ensino da Natureza da Ciência: uma Revisão Sistemática

Historical and inquiry approaches to teaching the Nature of Science: a systematic review

Oscar Vitor dos Santos Borba ^a, Ronan Moura Franco ^b, Carla Beatriz Spohr ^c

^a Universidade Federal do Pampa, *campus* Uruguaiana, RS, Brasil; ^b Universidade Federal do Pampa, *campus* Uruguaiana, RS, Brasil; ^c Universidade Federal do Pampa, *campus* Uruguaiana, RS, Brasil.

Resumo. Neste trabalho, apresentam-se os resultados de uma Revisão Sistemática da literatura referente ao impacto de propostas pedagógicas que se utilizam de práticas investigativas e casos históricos para o ensino da Natureza da Ciência no contexto da Educação Básica. O processo de seleção dos 632 trabalhos identificados no Portal de Periódicos da CAPES resultou em uma amostra de 334 artigos publicados, entre 2014 e 2024, em periódicos com Qualis A ou B nas áreas de Ensino ou Educação. Deste grupo, apenas 20 apresentaram resultados empíricos de propostas pedagógicas e compuseram o *corpus* final de análise, submetido ao método de Análise Temática. Como resultado, identificaram-se quatro temas relacionados às contribuições dos casos históricos, e outros três referentes ao uso de práticas investigativas no ensino da Natureza da Ciência, destacando-se o potencial das abordagens em: problematizar visões empírico-indutivistas; apresentar a ciência enquanto prática social, constituída por uma comunidade de cientistas; e contextualizar o caráter humano e histórico do empreendimento científico. Por fim, se enfatiza a necessidade de pesquisas centradas no processo de ensino-aprendizagem da Natureza da Ciência voltado à etapa do Ensino Fundamental e à disciplina de Biologia, bem como no potencial articulador das abordagens históricas e investigativas.

Palavras-chave:

Ensino por Investigação, História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência, Concepções de ciência, Revisão Sistemática.

Submetido em

07/02/2025

Aceito em

01/10/2025

Publicado em

24/11/2025

Abstract. This paper presents the results of a Systematic Literature Review on the impact of pedagogical approaches that incorporate inquiry practices and historical cases for teaching the Nature of Science in the context of Basic Education. The selection process of the 632 papers identified in the Portal de Periódicos da CAPES resulted in a sample of 334 articles published between 2014 and 2024 in journals rated Qualis A or B in the fields of Teaching or Education. From this group, only 20 presented empirical results of pedagogical proposals and comprised the final analysis corpus, which was subjected to Thematic Analysis. As result, four themes related to the contributions of historical cases were identified, along with three others concerning the use of inquiry practices in teaching the Nature of Science. These approaches were found to be particularly effective in: challenging empiricist-inductivist views; presenting science as a social practice, constituted by a community of scientists; and contextualizing the human and historical nature of scientific endeavor. The study emphasizes the need for research focused on the teaching-learning process of the Nature of Science, especially in Elementary Education and the subject of Biology, as well as the integrative potential of historical and inquiry approaches.

Keywords: Inquiry-based learning, History and Philosophy of Science, Nature of Science, Conceptions of science, Systematic Review.

Introdução

No âmbito da Educação Básica, há muito tempo se fala na necessidade de superação do ensino puramente conteudista empregado nas disciplinas científicas, centrado na reprodução de equações matemáticas, leis e corpos teóricos ensinados de forma mecânica, a-histórica e

descontextualizada (Acevedo *et al.*, 2005; Moreira, 2018). Como alternativa, o ensino da Natureza da Ciência (NdC), isto é, dos diversos aspectos conceituais, observacionais e socioculturais que caracterizam o empreendimento científico, tem sido defendido por pesquisadores e educadores há, pelo menos, um século (Matthews, 2002). Nas décadas que se seguiram, a NdC passou a encontrar amparo em uma série de currículos, projetos educacionais e documentos normativos da educação ao redor do mundo (McComas & Olson, 1998; Olson, 2018), sendo considerada um dos elementos centrais para a alfabetização e enculturação científica dos estudantes (Allchin, 2011; Sasseron, 2010).

No contexto das pesquisas sobre a NdC, diferentes enfoques foram dados à temática ao longo dos anos, sendo possível classificar as linhas de investigação em cinco grandes grupos (Azevedo & Scarpa, 2017; Cardoso *et al.*, 2021; Diniz & Assis, 2022; Krupczak & Aires, 2018; Lederman, 1992; Matthews, 2002; Silva *et al.*, 2016): (a) levantamento de concepções sobre a ciência de determinado grupo ou material; (b) trabalhos teórico-reflexivos; (c) revisões de literatura; (d) criação de instrumentos avaliativos; e) propostas didático-pedagógicas. No que se refere ao último grupo, o foco investigativo recai sobre o potencial de distintas propostas ao ensino-aprendizagem da NdC aplicadas em diferentes contextos formativos, representando uma parcela significativa das pesquisas recentes sobre a temática (Cardoso *et al.*, 2021; Diniz & Assis, 2022; Krupczak & Aires, 2018).

Dentre a gama de estratégias investigadas, como fontes históricas primárias, obras audiovisuais, atividades experimentais, debates, júris simulados e dramatizações, duas abordagens parecem receber maior destaque (Allchin *et al.*, 2014; McComas *et al.*, 2020; Mendonça, 2020; Wong & Hodson, 2010), tomadas como objeto de investigação do presente trabalho. A primeira envolve o uso de práticas investigativas, pautadas nos pressupostos do Ensino por Investigação (EI), a fim de integrar os estudantes em um processo que os aproximem das práticas autênticas de investigação científica. A segunda trata do uso de casos históricos da ciência, pautando-se na História e Filosofia da Ciência (HFC) como forma de contextualizar os processos inerentes ao desenvolvimento do empreendimento científico, da investigação e da construção do conhecimento.

Considerando a importância do ensino da NdC no âmbito da Educação Básica, bem como o destaque atribuído às abordagens históricas e investigativas ao longo das últimas décadas, torna-se pertinente questionar: *quais são as potencialidades de tais abordagens para o ensino da Natureza da Ciência?* Nesse sentido, este trabalho objetiva investigar o impacto de propostas pedagógicas que se utilizem de práticas investigativas e de casos históricos da ciência para o ensino da NdC no contexto da Educação Básica, mediante uma Revisão Sistemática de artigos recentes encontrados no Portal de Periódicos da CAPES. Nas seções que seguem, são apresentados o referencial teórico e os caminhos metodológicos percorridos durante o desenvolvimento da pesquisa, seguidos pelos resultados obtidos e pelas considerações finais dos autores.

Perspectivas sobre NdC e o seu ensino

O ensino de Ciências deve preparar os indivíduos para uma sociedade em constante modificação, transformada e transformadora do desenvolvimento científico e tecnológico, em um contexto histórico-social no qual as políticas públicas e decisões pessoais são (ou deveriam ser) pautadas nos resultados advindos das mais diversas áreas do conhecimento (Allchin, 2011; Sasserón, 2015). Sob tal perspectiva, os processos de ensino-aprendizagem das disciplinas científicas não devem se ater somente ao conteúdo pragmático, mas também no desenvolvimento das capacidades de falar, argumentar, ler e escrever sobre tal conteúdo (Carvalho, 2018). Ensinar Ciências, sob essa perspectiva, significa não apenas direcionar a atenção aos produtos do empreendimento científico, ao oportunizar o contato dos estudantes com um corpo de conhecimentos produzidos pela humanidade ao longo de séculos, mas também aos diferentes processos históricos, sociais e culturais que resultaram na construção dessa forma de observar e interpretar a natureza (Carvalho, 2018; Sasserón, 2015).

Décadas de pesquisas na área da história, filosofia e sociologia das ciências indicam que a natureza complexa e diversa do empreendimento científico desafia o estabelecimento de uma definição única, ampla e universal sobre o mesmo (Allchin, 2011; Hodson & Wong, 2017; Lederman *et al.*, 2002; Martins, 2015; McComas *et al.*, 1998; Moura, 2014; Peduzzi & Raíck, 2020). Ainda assim, como defendido por diferentes autores (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lederman *et al.*, 2002; McComas *et al.*, 1998), considerando a formação básica dos estudantes, é desejável se alcançar algum consenso a partir da reunião de certos aspectos fundamentais e indiscutíveis sobre as funções, processos e limites envolvidos no fazer científico, que devem ser abordados dentro de contextos educativos. Essa perspectiva dá origem à construção das denominadas *listas consensuais* sobre aspectos da NdC, que, embora muito empregadas na fundamentação de pesquisas a nível nacional e internacional (Moura, 2014), têm sido alvo de críticas por parte de distintos pesquisadores ao longo das últimas décadas.

Ironicamente, parece não haver consenso em relação aos aspectos comumente empregados pela *visão consensual* sobre a NdC, sendo possível identificar diferentes contradições que, apresentadas de forma declarativa e descontextualizada, não potencializam a alfabetização científica dos estudantes (Allchin, 2017; Bejarano *et al.*, 2019). A lista de aspectos da NdC proposta por Lederman *et al.* (2002) é criticada por Matthews (2012), que destaca a abordagem dogmática e acrítica com que tais aspectos são normalmente apresentados em sala de aula. Tais críticas são mencionadas por Suttini, Caluzi e Errobidart (2023) em seu trabalho de revisão da literatura ao lado de muitas outras, relativas não somente a fragilidades e incoerências na caracterização e seleção dos aspectos da ciência, mas também evidenciando problemáticas de cunho epistemológico e pedagógico.

Contribuindo para as discussões em torno da visão consensual, Roda e Martins (2021), ao analisarem as críticas formuladas por Matthews (2012), argumentam que os posicionamentos do autor decorrem de uma interpretação descontextualizada e enviesada. Matthews, segundo Roda e Martins, desconsidera aspectos fundamentais, como o público-alvo e os objetivos pedagógicos das listas consensuais, as quais, conforme sustentam Lederman *et al.* (2002), são adequadas ao ensino básico por apresentarem certo grau de generalização e consenso sobre determinados aspectos da NdC, considerados relevantes para

a formação dos estudantes. Além disso, Roda e Martins contestam a crítica de que a avaliação por meio do instrumento *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS), desenvolvido pelo grupo de Lederman, se restringiria ao ensino mecânico e declarativo da NdC, ressaltando que o questionário, especialmente quando articulado a entrevistas, visa promover uma avaliação significativa, pautada pelo estímulo ao diálogo, à construção compartilhada de significados e à promoção efetiva da aprendizagem.

Os debates envolvendo a visão consensual impulsionaram, ao longo das últimas décadas, diferentes propostas alternativas para o ensino da NdC, como as abordagens *Whole Science* (Allchin, 2011), *Family Resemblance Approach* (Irzik & Nola, 2011), *Temas e Questões* (Martins, 2015) e *Asserções comentadas* (Peduzzi & Raíck, 2020). Nessa perspectiva, nos deparamos com um movimento das pesquisas sobre a NdC que passa a contestar tanto o conteúdo quanto a forma das perspectivas declarativas e descontextualizadas envoltas no emprego das listas consensuais (Martins, 2015), em busca interpretações mais amplas, contextualizadas e heterogêneas sobre os conhecimentos metacientíficos. Todavia, como mencionam Peduzzi^[PDI] e ^[FSI]Raíck^[PDI] (2020), embora essa diversidade de abordagens enriqueça o debate, promovendo reflexões a partir de distintas perspectivas, ela também pode acabar comprometendo a objetividade na análise do assunto, a medida em que o debate se restringe a simples adoção de uma ou outra abordagem.

Tendo em vista o propósito maior de que estudantes desenvolvam compreensões claras, coerentes e adequadas acerca da ciência, a fim de contribuir para uma formação mais crítica e integrada ao mundo contemporâneo (Moura, 2014), nos parece produtivo estabelecer o que Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 126) denominam de uma “visão aceitável do trabalho científico”. Afinal, como reforçado por Allchin (2011), um dos principais críticos à visão consensual, educadores podem se beneficiar de um repertório de dimensões epistemológicas da ciência, que deve expandir a medida em que estas são retratadas e exploradas em sala de aula a partir de abordagens investigativas ou casos históricos/contemporâneos. Sob tal perspectiva, que dialoga diretamente com a prática docente, é possível estabelecer um panorama do empreendimento científico, que sem a intenção de ser definitivo, serve como ponto de partida para que educadores possam planejar e avaliar suas práticas no que tange o ensino da NdC.

Uma caracterização ampla e contextualizada da NdC

Ao nosso ver, uma percepção adequada do empreendimento científico perpassa o entendimento de sua natureza empírica, enquanto um “sistema cognitivo-epistemológico de pensamento e prática” (Irzik & Nola, 2014, p. 1003, tradução nossa), que envolve distintos processos de investigação e regras metodológicas. Autores como Allchin (2017), Hodson e Wong (2017), e Irzik e Nola (2014) fazem menção a noções e habilidades envolvidas na prática científico-investigativa — incluindo a formulação de problemas e hipótese, realização de observações, coleta e análise de dados, desenho de experimentos, a importância dos grupos controle, a construção de teorias e modelos — como aspectos do domínio experimental da ciência e, portanto, caracterizadores de sua natureza. Ao reconhecer que tais práticas atribuem ao conhecimento científico sua devida rigorosidade e, em partes, contribuem para a realização de análises bem fundamentadas de sua credibilidade (Allchin, 2011), é certo que

também são protagonistas de diferentes deformações e mitos sobre a NdC (Gil-Pérez *et al.*, 2001; McComas, 2020).

Visões empírico-indutivistas, ateóricas e excessivamente rígidas da ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001) são fruto de simplificações a aspectos inerentes ao seu domínio observacional e experimental, reproduzidos e ensinados por diferentes sujeitos e artefatos culturais. Embora a ciência seja, de fato, constituída através da observação sistemática de fenômenos naturais, as lentes empregadas pelos cientistas revelam uma realidade influenciada por especificidades fisiológicas, leituras de mundo, repertórios científico-culturais, instrumentos de medida, e interpretada à luz de um dado paradigma científico (Kuhn, 1962; Lederman *et al.*, 2002; Peduzzi & Raicik, 2020). Nesta perspectiva, o entendimento da relação de dependência entre observações e teorias, do papel da imaginação e da criatividade dos cientistas, do caráter provisório e falseável do conhecimento científico são aspectos da atividade científica que devem se fazer presentes, de forma explícita, em seu ensino (Allchin, 2011; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Irzik & Nola, 2014; Lederman *et al.*, 2002; McComas *et al.*, 1998; Moreira & Ostermann, 1993; Moura, 2014; Peduzzi & Raicik, 2020). Como afirma Moura (2014, p. 36), tratar da NdC consiste em

[...] abordar como ela é construída, quer dizer, os elementos, ações, fatores, influências que alicerçam as ideias científicas. Isto passa, a princípio, pela discussão a respeito do método científico. Não há um método científico único, como uma “receita de bolo” a ser seguida passo a passo. Certamente o fazer científico se baseia em métodos, mas não em um único. O conhecimento científico é construído com o uso de diversos métodos que envolvem a experimentação, a elaboração e a verificação de hipóteses, as concepções e as expectativas dos cientistas etc.; ou seja, o ponto a ser destacado é a multiplicidade de formas como o trabalho científico é feito, e não exatamente como essas formas se relacionam.

Ademais, é importante destacar que, enquanto um “sistema sócio-institucional” (Irizik & Nola, 2014, p. 1003, tradução nossa), a ciência é construída sob os alicerces de uma comunidade científica, constituída por indivíduos que dedicam suas carreiras à tentativa de compreender e explicar o mundo natural, regidos por objetivos, normas e valores éticos bem estabelecidos. Essa perspectiva humana e social do desenvolvimento científico é retratada por diferentes aspectos da NdC, como a percepção da ciência enquanto prática social e cultural, as relações de colaboração e competição entre cientistas, os conflitos de interesses econômicos e políticos envolvidos no desenvolvimento de pesquisas (Allchin, 2017; Irzik & Nola, 2014; Lederman *et al.*, 2002; McComas *et al.*, 1998; Peduzzi & Raicik, 2020). Para muitos autores (Allchin, 2017; Hodson & Wong, 2017; Irzik & Nola, 2014; McComas *et al.*, 1998), as práticas de comunicação científica são, também, características essenciais de sua natureza que devem se fazer presentes em seu ensino, havendo a necessidade de se abordar as diferentes etapas envolvidas na publicação de artigos científicos, o processo de revisão por pares, técnicas de persuasão utilizadas na divulgação científica, métodos estatísticos e a validação e disseminação coletiva de novos conhecimentos.

O caráter humano do empreendimento científico se estabelece, portanto, à medida que é influenciado pelos agentes que nele atuam, ao mesmo tempo em que age de forma a influenciar esses atores e os meios em que estão inseridos. Nesta perspectiva, como afirma Moura (2014, p. 36), “falar sobre a NdC é relacionar o conhecimento científico com o contexto

no qual ele é produzido”, rejeitando-se visões acumulativas de crescimento linear, bem como as percepções a-problemáticas e a-históricas (Gil-Pérez *et al.*, 2001), há muito criticadas na obra de Kuhn (1962). Ao contrário, o ensino da NdC deve promover a percepção do caráter evolutivo e revolucionário da atividade científica, das relações, semelhanças e divergências entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), de que a produção científica demanda de financiamento, da coexistência de hipóteses entre cientistas e os diferentes vieses que guiam, em partes, os resultados de seus trabalhos (Allchin, 2017; Gil-Pérez *et al.*, 2001; McComas *et al.*, 1998; Peduzzi & Raicik, 2020).

Ao tratar do ensino da NdC, Martins (2015) discorre sobre três questões que, articuladas entre si, são consideradas cruciais para a formulação e estruturação dos currículos de Ciências: *por que ensinar? O que ensinar? E como ensinar?* Considerando a inexistência de um posicionamento definitivo e universal perante tais questionamentos, é possível afirmar que, de modo geral, há um consenso relativo quanto à importância de se ensinar sobre a NdC (Moura, 2014). O mesmo não ocorre, no entanto, em relação à segunda pergunta, dada a diversidade de perspectivas e as divergências entre os defensores e críticos da visão consensual, embora, como demonstramos aqui, seja possível se alcançar uma caracterização mais ampla, contextualizada e dinâmica do que vem a ser uma visão mais adequada do empreendimento científico.

Abordagens históricas e investigativas

Ao nos debruçarmos sobre a questão referente a *como ensinar* a NdC, iremos nos deparar, como destacado na introdução deste artigo, com diferentes estratégias e propostas didáticas que visam a inclusão dos conteúdos metacientíficos. Ao resgatar tentativas recentes de mapear a produção acadêmica voltada ao ensino da NdC (Cardoso *et al.*, 2021; Diniz & Assis, 2022; Krupczak & Aires, 2018; Silva *et al.*, 2016), é possível observar que há um grande destaque às abordagens históricas e investigativas. Ambas, embora apresentem certas limitações (Allchin *et al.*, 2014; McComas *et al.*, 1998), são extensivamente mencionadas na literatura enquanto estratégias efetivas para o ensino da NdC, sejam tratadas de maneira isolada, combinadas entre si ou a outras estratégias, como o uso de casos contemporâneos, de controvérsias científicas e da argumentação.

Intervenções pautadas no EI têm sido empregadas e investigadas por educadores e pesquisadores em diferentes contextos de ensino-aprendizagem de Ciências há mais de um século. Ao serem planejadas a partir da construção de situações-problema, as atividades investigativas são enfrentadas de forma individual ou coletiva pelos estudantes, levando em conta a estrutura do conhecimento, evidenciando argumentos com criticidade, autoria e clareza nas ideias expostas (Allchin *et al.*, 2014; Carvalho, 2018). A partir de sua implementação, podem promover a identificação e formulação de problemas de pesquisa, a habilidade de observação, criação de hipóteses, delineamento e condução de investigações, análise e interpretação de dados, comunicação de resultados, dentre outras habilidades inerentes a construção da ciência (Allchin *et al.*, 2014; Carvalho, 2018).

Segundo Carvalho (2018), a pedra angular das atividades investigativas recai sobre o grau de liberdade intelectual que os discentes terão ao longo do processo de ensino, seja através do

uso de laboratórios abertos, demonstrações investigativas ou recursos tecnológicos, sempre se considerando o papel docente enquanto mediador. Embora seja necessário distinguir o contexto investigativo genuinamente científico daquele conduzido em processos de ensino-aprendizagem (Hodson, 1988), o emprego adequado de práticas investigativas pode resultar em alterações positivas nas compreensões dos estudantes acerca da ciência, especialmente quando atreladas à NdC de forma explícita e reflexiva (Khishfe, 2023). Além disso, diferentes pesquisas têm indicado como positiva a associação do EI a outras estratégias para o ensino da NdC (Allchin *et al.*, 2014; Khishfe, 2023), como o uso de casos históricos, resultando em efeitos benéficos em relação à construção e modificação de diferentes aspectos da ciência apresentados por estudantes.

De fato, diversos são os benefícios da inserção da HFC para o ensino das componentes científicas, como, por exemplo, tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, promover o pensamento crítico dos estudantes, contribuir com a superação do ensino mecânico e descontextualizado, promover a qualificação docente, possibilitar uma melhor compreensão de conceitos científicos (Matthews, 1995). Além disso, Allchin (2024) destaca o potencial da HFC em motivar e envolver os estudantes através de histórias humanas e formatos narrativos, conectando a ciência aos seus contextos sociais e históricos, e instigando o pensamento científico dos estudantes. Nessa perspectiva, quando empregada de forma contextualizada e direcionada ao ensino da NdC, a HFC surge como uma estratégia eficiente para ilustrar diferentes aspectos do desenvolvimento científico (Allchin *et al.*, 2014; McComas *et al.*, 1998), sobretudo quando empregada através de um contexto investigativo (Allchin, 2024).

Ambas abordagens, históricas e investigativas, embora possibilitem a contextualização de diferentes aspectos do empreendimento científico, devem ser empregadas de maneira adequada para que possam efetivamente construir, reforçar e modificar significados relativos à NdC. Apesar de muitos pesquisadores defenderem o ensino declarativo de tais aspectos, haja visto o incessante esforço em construir as denominadas listas consensuais, a aprendizagem puramente mecânica das características do empreendimento científico não promove, por si só, o letramento científico dos indivíduos (Allchin, 2011). Para tanto, é preciso planejar o ensino da NdC, abordá-lo explicitamente nos currículos e atividades escolares (McComas *et al.*, 2020), possibilitando, mediante o emprego do EI e da HFC, a reflexão crítica, a argumentação, a diferenciação de significados e, assim, a construção de perspectivas adequadas da atividade científica.

Percurso metodológico

De natureza básica e abordagem qualitativa, o presente trabalho caracteriza-se, do ponto de vista procedimental, como uma Pesquisa Bibliográfica (Gil, 2002), utilizando-se de artigos publicados em periódicos científicos como *corpus* de análise. Empregaram-se os fundamentos teórico-metodológicos característicos da Revisão Sistemática, um tipo de investigação que, partindo de uma questão bem definida (Galvão & Pereira, 2014), “busca sintetizar as evidências encontradas em pesquisas [...] e interpretar os dados colhidos de

forma analítica, sistematizando-os de maneira que permita encontrar amostras confiáveis e precisas” (Cruz & Ferreira, 2023, p. 4).

Dentro dessa perspectiva, os caminhos procedimentais percorridos ao longo do desenvolvimento do trabalho foram previamente organizados nas seguintes etapas inter-relacionadas, adaptadas dos trabalhos de Mendes e Pereira (2020) e Cruz e Ferreira (2023): (1) definição da pergunta de pesquisa; (2) escolha das palavras-chave e interação com operadores booleanos; (3) escolha da base de dados; (4) definição dos critérios de inclusão e exclusão; (5) primeira seleção — leitura de títulos e resumos; (6) segunda seleção — classificação; (7) terceira seleção — leitura integral; (8) extração e análise dos dados. Na Figura 1, são sistematizadas algumas das principais etapas realizadas durante a Revisão Sistemática.

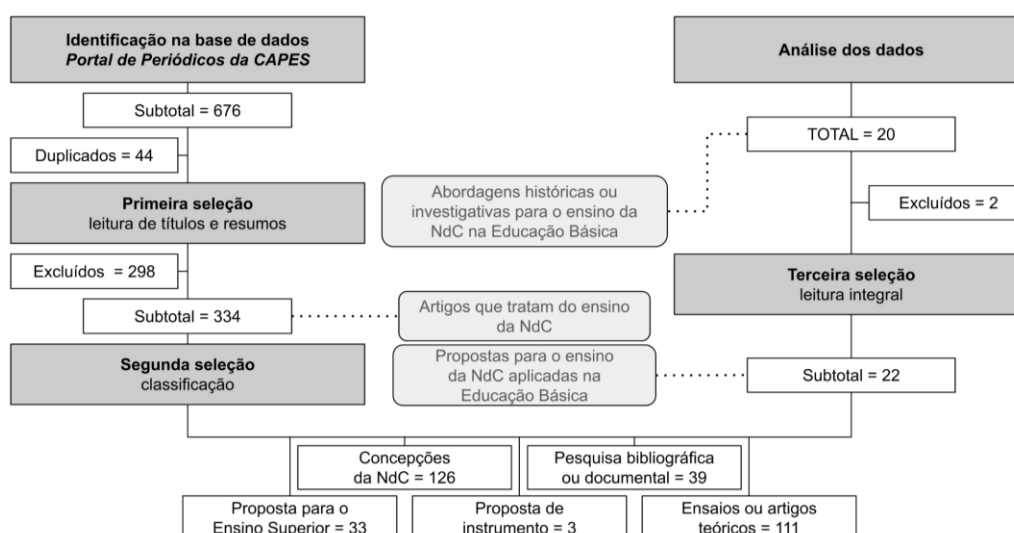


Figura 1. Principais etapas realizadas durante a Revisão Sistemática.

Partindo do já referido problema e objetivo de pesquisa, fez-se uma busca exploratória preliminar na ferramenta Google Acadêmico a partir do uso do termo *natureza da ciência*, visando a identificação de palavras recorrentes nos títulos e resumos de trabalhos. Como sugerido por Mendes e Pereira (2020), testes foram realizados no próprio buscador e, ao final, selecionou-se o seguinte conjunto de palavras-chave: *natureza da ciência*, *concepção de/a ciência*, *concepções de/a ciência*, *visão de/a ciência* e *visões de/a ciência*. Tais termos foram empregados na busca por trabalhos no Portal de Periódicos da CAPES (Quadro 1), mantido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e escolhido como a base de dados da pesquisa em virtude de seu grande alcance nacional. Durante a busca na plataforma, nos utilizamos da função CAFE (Comunidade Acadêmica Federada), visando a identificação da maior quantidade possível de resultados relacionados à pergunta de pesquisa (Mendes & Pereira, 2020).

Quadro 1. Busca pelos trabalhos na base de dados.

Base de dados	Termos de busca	Especificações	Resultados	
Portal de Periódicos da CAPES	"natureza da ciência"	Artigos publicados entre 2014 e 2024 em periódicos científicos com Qualis A ou B (Ensino ou Educação)	392	676
	"concepção de ciência" OR "concepções de ciência" OR "concepção da ciência" OR "concepções da ciência"		196	
	"visão da ciência" OR "visões da ciência" OR "visões de ciência" OR "visão de ciência"		88	

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos resultados da pesquisa.

Para delimitar o *corpus* a uma dimensão viável, optou-se por selecionar apenas artigos científicos escritos em português, publicados durante o período de 2014 a 2024 em periódicos com Qualis A (A1, A2, A3 ou A4) ou B (B1, B2, B3 e B4) nas áreas de Ensino ou Educação da CAPES (quadriênio 2017–2020). Com relação ao conteúdo dos trabalhos, estes deveriam contemplar, de forma explícita, o ensino da NdC, seja por meio de revisões de literatura, propostas didáticas, reflexões teóricas ou formatos afins. Como critério de exclusão, artigos não direcionados ao ensino foram descartados, assim como aqueles voltados a disciplinas para além da área de Ciência da Natureza (Ciências, Física, Química ou Biologia). Optamos por desconsiderar, também, trabalhos oriundos de eventos científicos, teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso, entendendo que muitas dessas produções, por recomendações da própria CAPES, resultam em publicações em periódicos científicos, sendo, nesse sentido, contempladas em nossa revisão.

Posteriormente à busca inicial de trabalhos, excluíram-se as obras duplicadas e iniciou-se a primeira seleção. Nesta etapa, o título e o resumo dos artigos foram analisados à luz dos critérios inclusivos, eliminando-se obras consideradas não adequadas aos objetivos da revisão. Em seguida, uma segunda seleção foi realizada a partir da leitura flutuante dos trabalhos. Neste processo, as obras foram classificadas, de acordo com o tipo de artigo, nas seguintes categorias definidas à posteriori:

- (a) ensaio ou artigo teórico;
- (b) pesquisa bibliográfica ou documental;
- (c) investigação de concepções da NdC de grupo/material;
- (d) proposição ou aplicação de instrumento de pesquisa;
- (e) proposta para o ensino da NdC no Ensino Superior;
- (d) proposta para o ensino da NdC na Educação Básica.

Tendo em vista a intenção de analisar apenas propostas pedagógicas devidamente aplicadas em estudantes da Educação Básica, somente os trabalhos incluídos na categoria (d) passaram para a terceira etapa de seleção. Nesta, se realizou a leitura integral das obras selecionadas e a classificação delas em relação à abordagem utilizada para o ensino da NdC, no intuito de selecionar apenas propostas que recorressem a práticas investigativas ou casos históricos da ciência. Os artigos resultantes desta terceira seleção passaram a compor o *corpus* final de análise. Destacamos que, em oportunidades futuras, outros artigos poderão ser dedicados à

análise das demais categorias, visando uma compreensão abrangente e aprofundada do panorama atual do ensino da NdC no contexto nacional.

A fim de mapear as tendências (ano de publicação, periódico, público-alvo, nível e etapa de ensino) do *corpus*, optou-se, inicialmente, pela realização de uma análise descritiva, extraíndo e organizando as informações pertinentes sobre cada obra em uma tabela, a partir dos seguintes critérios: ano de publicação; título do periódico e seu Qualis; área/disciplina; etapa de ensino; tipo de abordagem. Para a análise dos dados referentes ao objetivo do trabalho, no entanto, optou-se por uma abordagem distinta, a partir da utilização do método de Análise Temática (AT), utilizando-se do referencial de Braun e Clarke (2006).

Segundo as referidas autoras, a AT consiste em um método qualitativo destinado a identificar, organizar, analisar e descrever padrões (temas) dentro de um dado conjunto de dados. Trata-se de um método flexível, amplamente utilizado no contexto das pesquisas qualitativas, que envolve “um constante movimento para frente e para trás pelo conjunto de dados, pelos extratos codificados [...], e pela análise deles” (Braun & Clarke, 2006, p. 12). Tal processo, embora não siga um ordenamento rígido, pode ser organizado a partir de seis etapas inter-relacionadas entre si, como ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2. Descrição dos estágios executados durante a Análise Temática.

Etapa	Estágio	Descrição
1	Familiarizando-se com seus dados	Transcrição dos dados (se necessário), leitura e releitura dos dados, apontamento de ideias iniciais.
2	Gerando códigos iniciais	Codificação das características interessantes dos dados de forma sistemática em todo o conjunto de dados, e coleta de dados relevantes para cada código.
3	Buscando por temas	Agrupamento de códigos em temas potenciais, reunindo todos os dados relevantes para cada tema potencial.
4	Revisando temas	Verificação se os temas funcionam em relação aos extratos codificados (nível 1) e ao conjunto de dados inteiro (nível 2), gerando um “mapa” temático da análise.
5	Definindo e nomeando temas	Nova análise para refinar as especificidades de cada tema, e a história geral contada pela análise; geração de definições e nomes claros para cada tema.
6	Produzindo o relatório	A última oportunidade para a análise. Seleção de exemplos vívidos e convincentes do extrato, análise final dos extratos selecionados, relação entre análise, questão da pesquisa e literatura, produzindo um relatório acadêmico da análise.

Adaptado de Braun e Clarke (2006).

Na etapa inicial da AT, realizou-se a leitura integral de cada item do *corpus*, visando a exploração inicial dos dados e o entendimento de sua amplitude e profundidade. Conforme recomendam Braun e Clarke (2006), o processo de leitura dos itens foi realizado repetidas vezes, de forma a propiciar uma adequada imersão dos pesquisadores aos dados analisados e a identificação de padrões e temas em potencial. Na etapa subsequente, segmentos de dados considerados relevantes aos propósitos do trabalho foram selecionados, extraídos e organizados em uma planilha eletrônica, sendo codificados e, portanto, assumindo o caráter de extratos, como exemplificado no Quadro 3. Para fins de organização, cada código foi identificado pela letra correspondente ao item (artigo) de origem, seguida de um numeral —

por exemplo, os códigos E1 e E2 representam, respectivamente, o primeiro e o segundo código identificados no item E.

Quadro 3. Exemplificação de extrato codificado a partir do item E.

Item	Extrato	Codificação
E	“Do diário de campo, notamos que durante as aulas em que foram apresentados os gráficos das citações de Broglie [...], os estudantes, ao final, apontaram que um único artigo não garante a validação de determinado saber científico (alegando que o próprio de Broglie precisou revisitar sua teoria).”	(E1) Validação coletiva do conhecimento

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos dados da pesquisa.

Em uma etapa posterior, foi realizado o agrupamento de extratos e a organização dos códigos em temas potenciais, mediante a construção de um mapa temático preliminar (apresentado na seção seguinte), construído com o uso do *software* CmapTools. A revisão dos extratos codificados, das relações entre eles e a pertinência dos temas em potencial constituíram a etapa seguinte da AT, executada em dois níveis distintos (Braun & Clarke, 2006). No primeiro nível, os extratos pertencentes a cada tema foram revistos, visando a identificação de um padrão coerente entre eles e em relação ao tema a que pertencem; em um segundo nível, considerou-se a validade dos temas individuais em relação ao conjunto de dados em sua totalidade, garantindo a coerência dos resultados com os dados analisados e a precisão do mapa temático em refletir tal análise.

A quinta etapa da AT envolveu a definição e refinamento dos temas propostos, ao identificar-se “a ‘essência’ do assunto de cada tema (bem como os temas globais), e determinar que aspecto dos dados cada tema captura” (Braun & Clarke, 2006, p. 26). Ao longo deste processo, houve a estruturação de subtemas relacionados a temas mais abrangentes, a fim de representar a hierarquia de sentido dentro dos dados (Braun & Clarke, 2006), a representação adequada de seus significados e sua relação com os propósitos do trabalho. Os resultados desta etapa foram, então, representados na forma final do mapa temático e apresentados no relatório final de análise, de forma a fornecer um relato conciso, coerente, lógico e significativo do processo executado.

Resultados e discussão

Na presente seção, os resultados da Revisão Sistemática serão apresentados e discutidos à luz do referencial teórico adotado ao longo do trabalho, organizados em três subseções. Na primeira, *Tendências de publicações sobre o ensino da NdC*, serão sistematizadas informações relativas ao Qualis, periódico, tipos de artigos, público-alvo, etapa e nível de ensino dos trabalhos identificados e classificados ao longo da revisão. Nas outras duas subseções, *O ensino da NdC através do emprego de abordagens históricas e Práticas experimentais e/ou investigativas no ensino da NdC*, serão expostos os dados resultantes do processo da AT, explorando-se, respectivamente, as potencialidades dos casos históricos e das práticas investigativas, apresentadas pelas diferentes propostas, ao ensino da NdC.

Tendências de publicações sobre o ensino da NdC

O processo de busca pelos artigos no Portal de Periódicos da CAPES resultou na identificação de 632 trabalhos (posteriormente à exclusão de 44 obras duplicadas). Durante a primeira seleção, obteve-se um *corpus* formado por 334 artigos científicos publicados, entre 2014 e 2024 (Gráfico 1), em periódicos pertencentes aos estratos A e B das áreas de Ensino ou Educação do Sistema Qualis CAPES. O Qualis A1 teve a maior ocorrência de artigos, representando 32,93% do total (110 artigos), seguido do A2, com 23,05% (77 artigos), do A4, com 14,67% (49 artigos) e do A3, com 11,98% (40 artigos). Dos trabalhos publicados em periódicos do estrato B, o Qualis B1 apresentou maior recorrência, com 11,08% do total (37 artigos), seguido do B2, com 3,29% (11 artigos), do B3, com 2,40% (8 artigos) e do B4, com apenas 0,60% (2 artigos). Dentre os periódicos, destacamos alguns dos mais relevantes no campo de pesquisas voltadas ao ensino de Ciências no país, como o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, a Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Ciência & Educação, Investigações em Ensino de Ciências, dentre outros.

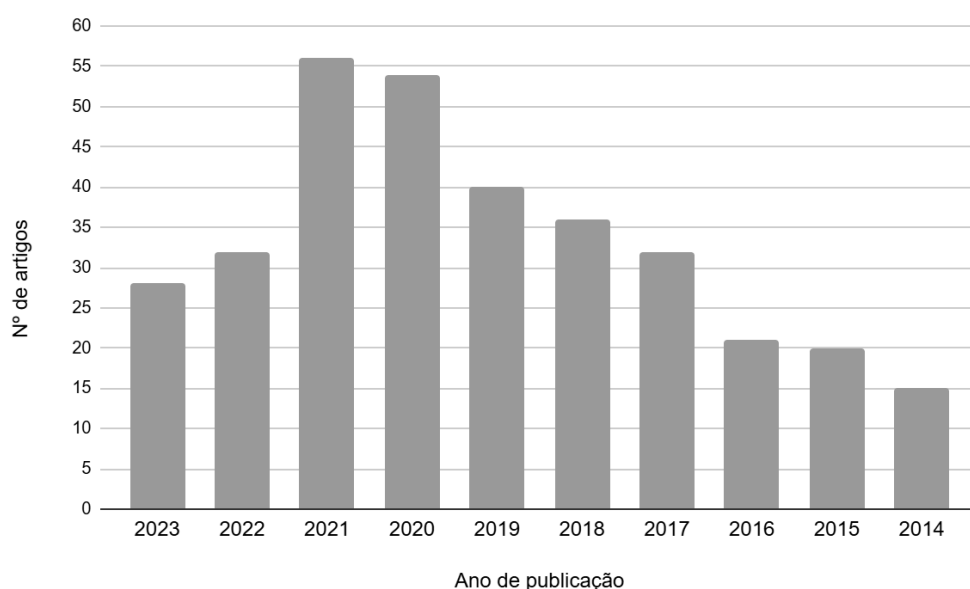


Gráfico 1. Ano de publicação dos artigos identificados.

Dos 632 trabalhos identificados na base de dados, 298 foram rejeitados logo na primeira seleção, durante o processo de leitura de títulos e resumos. Deste grupo: 45 apresentavam Qualis inferior ao estrato B (Ensino e/ou Educação); 4 não tratavam de disciplinas das Ciências da Natureza (Física, Química, Biologia ou Ciências, no Ensino Fundamental); 18 eram advindos de eventos científicos, livros, editoriais de revistas, entrevistas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações ou teses; 7 não estavam escritos em português; 3 apresentavam acesso restrito (não publicados em periódicos); e 6 artigos possuíam ano de publicação inferior a 2014. Os demais 215 artigos rejeitados na primeira seleção não tratavam explicitamente do ensino da NdC e, portanto, não contemplavam o escopo da pesquisa.

No segundo processo de seleção, realizou-se a classificação das obras de acordo com seus objetivos, desconsiderando-se 312 trabalhos que não apresentavam resultados empíricos de propostas didático-pedagógicas direcionadas ao ensino da NdC devidamente aplicadas na

Educação Básica. Desse grupo, foram identificados 126 trabalhos destinados a investigar as concepções da NdC apresentadas por algum público, material instrucional ou documento normativo da educação; 111 trabalhos estritamente teóricos, propondo reflexões acerca do ensino da NdC, análise de episódios históricos ou propostas didáticas não aplicadas; 39 trabalhos do tipo Revisão Bibliográfica voltadas a periódicos, livros didáticos ou documentos normativos; 3 trabalhos com proposições e/ou aplicações de instrumentos para a pesquisa sobre o ensino da NdC; 33 propostas pedagógicas para o ensino da NdC no Ensino Superior, tendo professores em formação inicial ou continuada como público-alvo.

Os 22 artigos restantes passaram para a próxima etapa de seleção, excluindo-se, após leitura integral dos trabalhos, dois artigos que não apresentavam práticas investigativas ou estudos de casos históricos da ciência como abordagem para o ensino da NdC. Ao contemplarem o problema desta pesquisa, 20 artigos restantes compuseram o *corpus* final de análise, identificados através das letras do alfabeto, como indicado no Quadro 4. Tais obras, constam como publicação em 15 periódicos científicos diferentes, sendo 7 deles pertencentes ao Qualis A1, 6 ao B1, 5 ao A2, apenas um ao A3 e outro ao A4. Com relação à etapa de ensino, 15 trabalhos voltaram-se ao Ensino Médio, destacando uma lacuna na literatura em relação às propostas direcionadas ao Ensino Fundamental, foco de apenas 4 trabalhos do *corpus*, bem como à Educação de Jovens e Adultos (EJA), contemplada em apenas um dos artigos. Com relação à disciplina, foram identificados apenas trabalhos envolvendo conteúdos previstos no currículo de Física (9 artigos), Química (9 artigos) e Ciências (2), não havendo artigos relativos a tópicos tradicionalmente associados à Biologia.

Quadro 4. Quadro síntese do *corpus* final de análise.

Item	Título do artigo	Ano	Periódico	Qualis	Etapa	Área ou disciplina
A	A inserção da História da Química em sala de aula: “qual elemento químico sou eu?”	2021	Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas	A3	EJA	Química
B	A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a gravitação	2018	Revista Brasileira de Ensino de Física	A1	Ensino Médio	Física
C	A origem do Universo como tema para discutir a Natureza da Ciência no Ensino Médio	2015	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	A1	Ensino Médio	Física
D	Compreensões de alunos de nível médio sobre descoberta: discussões em torno do episódio da descoberta da radioatividade em uma Sequência de Ensino e Aprendizagem	2019	Investigações em Ensino de Ciências	A1	Ensino Médio	Química
E	Construindo a Caixa-Preta da Dualidade Onda-Partícula de Louis de Broglie em sala de aula	2021	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A1	Ensino Médio	Física
F	História das Ciências e aprendizagem significativa de conceitos científicos da Química: o caso da potassa no século XVIII	2020	VIDYA	A2	Ensino Médio	Química

Item	Título do artigo	Ano	Periódico	Qualis	Etapa	Área ou disciplina
G	Implicações epistemológicas da aplicação de um método investigativo em aula experimental no Ensino Médio	2016	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	A2	Ensino Médio	Física
H	Noções de alunos do Ensino Médio a respeito da estrutura da matéria: investigação de uma abordagem histórico-didática para o ensino de Física de Partículas	2017	Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	A2	Ensino Médio	Física
I	Oficina iniciação à Química na cozinha e as concepções de Natureza da Ciência de estudantes do Ensino Fundamental	2018	Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	Ensino Fundamental	Química
J	Planejamento e condução de discussões sobre Natureza da Ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação	2019	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A1	Ensino Médio	Química
K	Química e Arte: “experimental” em uma racionalidade aberta para a aprendizagem da ciência	2021	Educación Química	A1	Ensino Médio	Química
L	Sequência de Ensino Investigativa: indícios da alfabetização científica e tecnológica no ensino de cargas elétricas	2023	Revista Insignare Scientia	A4	Ensino Médio	Física
M	Uma estratégia para introduzir conceitos de Física no Ensino Fundamental: o uso dos paradigmas kuhnianos	2019	Revista Thema	A2	Ensino Fundamental	Física
N	Uso da História da Ciência para favorecer a compreensão de estudantes do Ensino Médio sobre ciência	2018	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A1	Ensino Médio	Química
O	A abordagem Histórica da Química: uma atividade do subprojeto de Química do PIBID/UEMS	2019	Experiências em Ensino de Ciências	B1	Ensino Médio	Química
P	A peça didática de Brecht como instrumento de divulgação científica: o caso Galileu	2016	Experiências em Ensino de Ciências	B1	Ensino Médio	Física
Q	Percepções dos estudantes a respeito da construção do conhecimento científico por meio do tangram	2020	Experiências em Ensino de Ciências	B1	Ensino Médio	Química
R	Uma investigação acerca das concepções sobre a Natureza da Ciência de alunos do Ensino Médio após ensino combinado da epistemologia de Laudan e de problemas em aberto de Física contemporânea dentro de UEPS	2020	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	B1	Ensino Médio	Física
S	O mistério da febre puerperal: sequência didática para o ensino sobre Natureza da Ciência	2023	Boletim Online de Educação Matemática	B1	Ensino Fundamental	Ciências
T	Alfabetização científica nos anos iniciais do Ensino Fundamental: uma sequência didática com o tema “conservação de alimentos”	2020	Experiências em Ensino de Ciências	B1	Ensino Fundamental	Ciências

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos dados da pesquisa.

Tendo em vista o objetivo da revisão, organizaram-se os dados do *corpus* em dois grandes conjuntos. O primeiro, (A) *Casos históricos da ciência*, reúne resultados de intervenções pedagógicas que se utilizam de episódios históricos envolvendo cientistas e o desenvolvimento científico, no intuito de problematizar e/ou contextualizar diferentes estratégias de ensino. O segundo, (B) *Práticas experimentais/investigativas*, refere-se a propostas pautadas no Ensino Investigativo e/ou na execução de atividades práticas experimentais, aplicadas em laboratório escolar ou sala de aula. Por meio do Quadro 5, é possível visualizar os resultados quantitativos relativos a cada categoria, identificando-se na categoria (A) uma quantidade significativamente maior de trabalhos.

Quadro 5. Resultados obtidos na terceira etapa de seleção dos trabalhos.

Abordagem	Descrição da abordagem	Itens	Artigos
(A) <i>Casos históricos da ciência</i>	Intervenções pedagógicas que se utilizam de episódios históricos envolvendo a ciência, no intuito de problematizar e contextualizar diferentes estratégias de ensino.	A, B, C, D, E, F, H, M, N O, P, Q, R e S	14
(B) <i>Práticas experimentais e/ou investigativas</i>	Propostas pautadas no Ensino Investigativo e/ou na execução de atividades experimentais, aplicadas em laboratório escolar ou sala de aula.	G, I, J, K, L e T	6

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos dados da pesquisa.

Partindo de cada abordagem, identificou-se o emprego de diferentes estratégias didático-pedagógicas, como o uso de fontes históricas primárias, obras audiovisuais, debates/júri simulados, biografias de cientistas, leitura e discussão de fontes históricas secundárias, sequências de ensino investigativo, dentre outras. Como grande parte dos trabalhos se utilizou de mais de uma estratégia concomitantemente, optamos por não quantificar sua presença no *corpus*, destacando que, em oportunidades futuras, tais dados poderão ser alvo de outras investigações.

O ensino da NdC através do emprego de abordagens históricas

Do processo inicial de análise das propostas pedagógicas desenvolvidas a partir da abordagem A, emergiram 6 temas relativos às potencialidades do uso de casos históricos da ciência no que se refere ao ensino da NdC. Os temas permearam aspectos da ciência e sua natureza destacados na literatura científica a partir das vozes de autores diversos, incluindo: a *produção e validação coletiva do conhecimento*, as *dimensões históricas da ciência*, a *humanização da ciência e do trabalho científico*, a *problematização da visão empírico-indutivista*, a *visão externalista do desenvolvimento científico* e *práticas de comunicação e publicação*. O Quadro 6 sistematiza o processo de tematização inicial, apresentando os diferentes temas identificados a partir de seus códigos geradores, bem como a descrição de seus significados.

Cada tema foi constituído a partir do agrupamento de subtemas distintos, construídos ao longo do processo de análise. Esses subtemas emergiram da unificação de códigos com base em aproximações de seus significados, em um esforço para sistematizar os diferentes

aspectos da NdC que representam, como a provisoriedade do conhecimento científico, os estereótipos frequentemente associados à imagem dos cientistas, e a relação entre a ciência e fatores externos ao seu desenvolvimento, como contexto sociocultural, econômico e político. O processo de organização dos temas seguiu os princípios da AT descritos por Braun e Clarke (2006), que destacam a importância de representar visualmente as relações entre temas e subtemas para facilitar a interpretação e a construção do sentido analítico. Dessa forma, foi elaborado um mapa temático inicial (Figura 2), que serviu como base para a construção de um entendimento preliminar dos dados analisados.

Quadro 6. Processo de tematização inicial da abordagem A.

Tema inicial	Descrição do tema	Codificação dos extratos
<i>Dimensões históricas</i>	Ciência como um empreendimento histórico, dinâmico e mutável, através de uma perspectiva não linear e não cumulativa de desenvolvimento.	(A1) <i>Consolidação da ciência ao longo do tempo</i> (B1) <i>Mutabilidade do conhecimento científico</i> (C1) <i>Percepção sobre a coexistência de hipóteses</i> (C3) <i>Problematização da visão linear da ciência</i> (C4) <i>Noção de paradigmas</i> (F2) <i>Ciência como construção histórica</i> (F4) <i>Caráter provisório da ciência</i> (O2) <i>Teorias científicas podem ser revistas</i> (Q1) <i>Ciência como um processo em construção</i> (R1) <i>Problemas científicos ainda sem solução</i>
<i>Visão externalista</i>	Fatores externos ao desenvolvimento científico, como a cultura, a economia, a tecnologia e a política, influenciam e são influenciados pela ciência.	(C5) <i>Relação entre ciência e sociedade</i> (D3) <i>Tecnologia e a atividade científica</i> (F5) <i>Relação entre ciência e setores da sociedade</i> (H1) <i>Influência de fatores externos na ciência</i> (H2) <i>Investimento e o desenvolvimento da ciência</i> (O1) <i>Visão contextualizada da ciência</i> (O3) <i>Impacto mútuo entre ciência e sociedade</i> (Q2) <i>Não neutralidade da ciência</i>
<i>Problematização da visão empírico-indutivista</i>	Reconhecimento de visões distorcidas envolvendo o desenvolvimento estritamente neutro, rígido e experimental da ciência.	(B2) <i>Experimentos como prova definitiva</i> (B3) <i>Problematização do método científico</i> (C2) <i>Teorias são validadas por evidências</i> (F7) <i>Dependência entre teoria e observações</i>
<i>Humanização da ciência</i>	Características da ciência que a constituem enquanto um empreendimento humano, reconhecendo diferentes estereótipos associados à imagem dos cientistas.	(A3) <i>Desconstrução de estereótipos</i> (F6) <i>Caráter humano da ciência</i> (H3) <i>Reconhecimento do apagamento do papel das mulheres cientistas</i> (H4) <i>Humanização do cientista</i> (P2) <i>Cientistas cometem erros</i> (Q3) <i>Os cientistas estão inseridos na sociedade</i>
<i>Produção e validação coletiva</i>	Natureza social e colaborativa do empreendimento científico enquanto definidoras de sua prática.	(A2) <i>Construção coletiva do conhecimento científico</i> (D1) <i>Descoberta como construção coletiva</i> (E1) <i>Validação coletiva do conhecimento</i> (E3) <i>Ciência como construção social</i> (F1) <i>Coletividade</i> (M1) <i>Descobertas científicas por acaso</i> (S1) <i>Influência da comunidade científica</i>
<i>Comunicação e publicação</i>	Práticas relativas aos processos comunicativos desempenhados no desenvolvimento científico.	(D2) <i>Existência e papel da comunidade científica</i> (E2) <i>Práticas de publicação</i> (F3) <i>Importância da comunicação entre cientistas</i> (F8) <i>Comunicação como veículo da ciência</i> (F9) <i>Incorporação da linguagem científica</i> (N1) <i>Práticas de argumentação e comunicação</i>

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos dados da pesquisa.

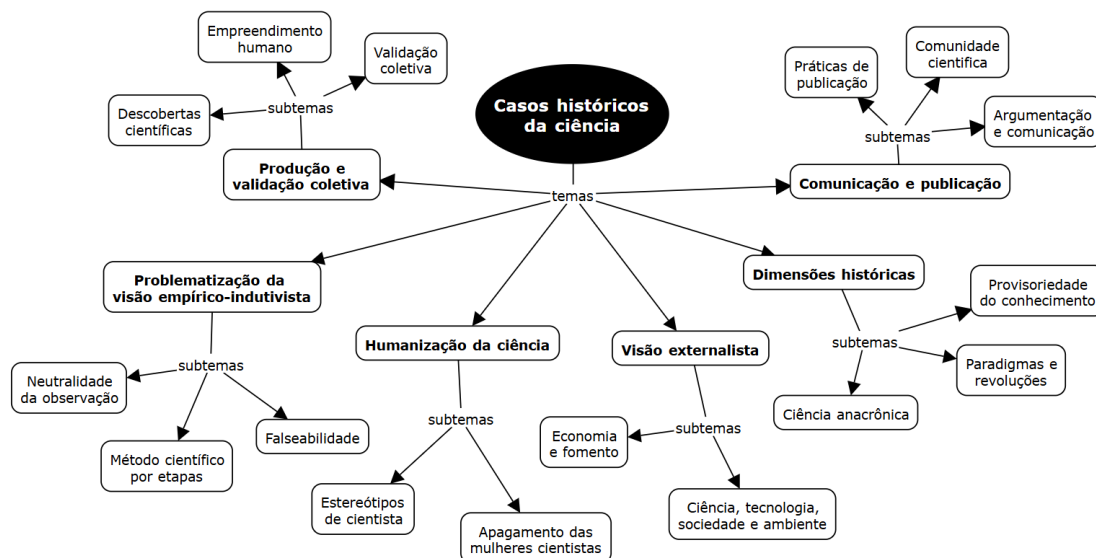


Figura 2. Mapa temático inicial para a abordagem A.

Na fase final da AT, o mapa temático, mediante revisões e adequações aos objetivos do trabalho, passou por modificações que culminaram em sua configuração final, apresentada na Figura 3. A proximidade dos significados atribuídos aos temas *Produção e validação coletiva* e *Comunicação e publicação* justificaram a sua unificação, passando a comporem um tema único, mais abrangente, denominado de (a) *Práticas e costumes da comunidade científica*. De forma semelhante, o tema *Visão externalista* passou a ser integrante do tema *Dimensões históricas*, que acabou tornando-se mais inclusivo, recebendo o nome de (b) *Dimensões históricas do desenvolvimento científico*. Por fim, os temas (c) *Humanização da ciência* e do trabalho científico e (d) *Problematização da visão empírico-indutivista* emergiram da unificação de subtemas identificados na fase preliminar do mapa temático, compreendendo seus significados como complementares.

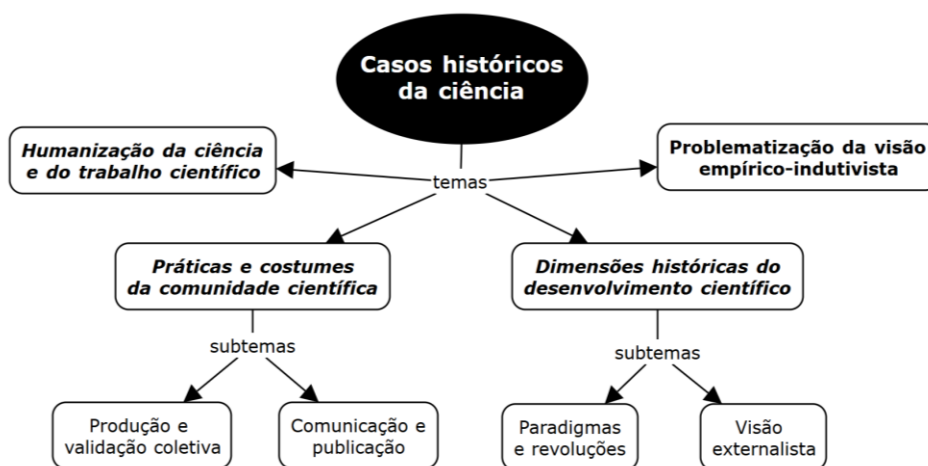


Figura 3. Mapa temático final para a abordagem A.

A partir do tema (a) *Práticas e costumes da comunidade científica*, identificam-se potencialidades do uso de casos históricos da ciência para a apresentação de aspectos relativos à produção, validação e comunicação científica. Extratos indicando a “compreensão

da ciência como construção social, na qual diversos actantes participam de sua validação” (E3) e o reconhecimento de que “[...] a falta de apoio/aceite da comunidade científica [...] pode ser um fator determinante sobre o que é considerado verdade científica ou não” (S1) exemplificam o potencial da abordagem em apresentar aos estudantes uma ciência construída coletivamente, reforçando o papel das interações entre pares no meio acadêmico e a comunidade científica enquanto legitimadora do conhecimento. Gil-Pérez *et al.* (2001, p. 133) ratificam a importância de tal potencialidade ao tratarem da recorrente visão individualista da ciência, a partir da qual “os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados”, ignorando-se deliberadamente o papel de muitos personagens do processo coletivo e cooperativo da construção do conhecimento, que, como afirmam Peduzzi e Raicik (2020), trata-se de uma ação injustificável.

Tratando, ainda, do referido tema, encontramos resultados relacionados às práticas comunicativas da ciência que, segundo Allchin (2017), se fazem fundamentais ao ensino da NdC para que os estudantes possam analisar e interpretar criticamente a confiabilidade das informações científicas. Nesse sentido, o entendimento da “*comunicação científica como veículo de consolidação da ciência*” (F8) torna-se fundamental na construção de visões amplas e contextualizadas da prática científica, possibilitando, por exemplo, a compreensão de que “[...] para realizarmos uma pesquisa científica é necessário rever o que se tem de conhecimento nessa área” (S2). Assim, ao “*incorporar a linguagem científica com mais frequência em seus discursos*” (F9), os estudantes exercitam a argumentação e a percepção de técnicas de persuasão utilizadas pelos cientistas, que também se configuram como importantes potencialidades dos casos históricos, capacitando os estudantes para o uso prático da NdC (Allchin, 2017).

O tema (b) *Humanização da ciência e do trabalho científico*, refere-se ao estudo de casos históricos para problematizar visões distorcidas e estereotipadas que permeiam a ciência, o seu desenvolvimento e, em especial, a figura e atuação profissional dos cientistas. Especialmente quando empregada em seu caráter biográfico, a abordagem histórica reforça o caráter humano da produção científica ao apresentar o pesquisador “[...] como ser humano comum que acerta e erra” (P2), alguém que “[...] estuda, trabalha [...] e tem uma vida pessoal como qualquer outra pessoa” (H4). Ao tratar das questões gênero no meio científico, como o apagamento histórico do papel das mulheres na ciência, a imagem inicial de cientista primordialmente do sexo masculino passa a ser confrontada, dando lugar a percepção de que a “[...] ciência pode ser feita por homens e mulheres” (H3). As visões individualistas e elitistas da ciência (Gil-Pérez *et al.*, 2001, p. 133) tornam-se, pois, objeto de discussão através da contextualização histórica, em vista à desconstrução da ideia de “que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo-se assim expectativas negativas à maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual”.

Em (c) *Dimensões históricas do desenvolvimento científico*, se faz referência à percepção da ciência enquanto um empreendimento humano, influenciado e modificado a partir dos diversos contextos sócio-históricos em que ele se desenvolve. Discussões relativas à dinâmica da construção da ciência, como o entendimento de paradigmas e revoluções científicas, se

apresentam como aspectos da NdC a serem explorados por casos históricos, problematizando-se a “*coexistência de hipóteses sobre o mesmo fenômeno*” (C1) e o processo de “*construção linear por acúmulo de conhecimentos*” (C4). A partir disso, potencializa-se a compreensão do “[...] *caráter evolutivo e revolucionário da ciência*” (F2), possibilitando “[...] *reflexões acerca do entendimento da ciência como uma construção*” (Q1), bem como a provisoriedade intrínseca ao conhecimento científico, na contramão de percepções distorcidas, que vão ao encontro da falsa imutabilidade dos produtos científicos, como relatado por diferentes autores (Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lederman *et al.*, 2002; McComas & Olson, 1998; Moura, 2014; Peduzzi & Raicik, 2020).

O ensino da chamada perspectiva externalista da ciência, na qual se considera a influência de diferentes condicionantes externos ao desenvolvimento científico (como o contexto econômico, político, cultural e histórico), também parece ser potencializada pelo emprego da abordagem histórica. Nesse sentido, casos históricos apresentam potencial para a construção de “[...] *uma visão mais contextualizada da ciência*” (O1), problematizando, por exemplo, questões econômicas vinculadas ao desenvolvimento científico, como a compreensão de que “*os custos de alguns experimentos/pesquisas são realmente muito altos*” (H2) e o fato de uma pesquisa conseguir ser realizada “*apenas com apoio político, social e principalmente financeiro*” (H1). Além disso, a compreensão da importância de diferentes tecnologias no desenvolvimento da ciência e a problematização da imagem de uma ciência “*totalmente descontextualizada em relação à sociedade*” (C5) exploram a complexidade da relação CTSA, mobilizando comparações entre o desenvolvimento científico e tecnológico, e reflexões sobre a exaltação simplista da ciência como um fator de progresso (Fernández *et al.*, 2002).

No tema (d) *Problematização da visão empírico-indutivista e ateórica*, fala-se do potencial da abordagem histórica em apresentar a imagem de uma ciência que se distancia de um caráter neutro, estritamente experimental e observacional. Tal concepção, considerada por Gil-Pérez *et al.* (2001) como uma das mais destacadas na literatura, ressalta o papel da observação e da experimentação desprovidas de concepções prévias, hipóteses e aportes teóricos, sendo reproduzidas amplamente por professores, estudantes e através da prática dos próprios cientistas. O uso de casos históricos, nesse sentido, possibilita a contextualização de tais aspectos da ciência ao explorar os erros como parte natural do processo investigativo e o fato de que “*as observações são dependentes da teoria*” (F7), como reforçado por diferentes autores (Martins, 2015; Moura, 2014; Peduzzi & Raicik, 2020). O ensino “*de um suposto método científico bem definido, uma cartilha que os cientistas seguem em suas pesquisas*” (B3), passa a ser, então, confrontado mediante casos históricos que ilustram a natureza não linear, porém rigorosa, do desenvolvimento científico.

Práticas experimentais e/ou investigativas no ensino da NdC

A análise do conjunto de dados referente à abordagem B resultou, inicialmente, na estruturação de quatro temas referentes às potencialidades do uso de atividades investigativas e/ou experimentais para o ensino da NdC. As contribuições identificadas envolvem: a *problematização da visão empírico-indutivista*, *aspectos metodológicos da investigação científica*, *coletividade no desenvolvimento científico* e *práticas*

argumentativas e comunicativas da ciência. O Quadro 7 apresenta os temas, descrevendo-os e sistematizando seus respectivos códigos geradores.

Quadro 7. Processo de tematização inicial da abordagem B.

Tema inicial	Descrição do tema	Codificação dos extratos
<i>Problematização da visão empírico-indutivista</i>	Explora o papel da imaginação e criatividade na ciência, destacando como hipóteses e teorias orientam observações e experimentos, além de enfatizar o papel dos erros e tentativas.	(G1) Imaginação e criatividade no fazer científico (G2) Conceito de falseabilidade (G3) Hipóteses guiam as observações e a experimentação (I2) Relação teoria-observação (K3) O papel das teorias na experimentação (L1) Tentativa e erro na construção da ciência
<i>Aspectos metodológicos da investigação</i>	Destacam a problematização do método científico tradicional e universal, enfatizando das perguntas, da formulação de hipóteses e habilidades cognitivas e procedimentais necessárias para a pesquisa científica.	(I1) Problematização do método científico passo-a-passo (J1) O papel das evidências na validação do conhecimento (K1) Habilidades cognitivas e procedimentais da pesquisa científica (K2) Formulação de hipóteses (L2) O papel da pergunta na investigação científica
<i>Práticas argumentativas e comunicativas da ciência</i>	Enfatizam a importância da argumentação e da comunicação no processo científico, destacando seu papel na construção e disseminação do conhecimento.	(K5) Argumentação e comunicação da ciência
<i>Coletividade no desenvolvimento científico</i>	Explora a validação coletiva de resultados e a ciência como um empreendimento humano, em que a colaboração e o esforço conjunto são essenciais para o avanço do conhecimento.	(K4) Validação coletiva de resultados (L3) Empreendimento humano

Elaborado pelos autores (2025) a partir dos dados da pesquisa.

De forma semelhante à análise da abordagem A, estruturou-se um mapa temático inicial (Figura 4) para os resultados obtidos mediante a análise da abordagem B. Diferentes subtemas emergiram desse movimento analítico e, a partir da visualização das diferentes relações entre eles, foi possível alcançar uma visão mais clara e sistematizada dos resultados obtidos. As etapas subsequentes da análise consistiram na reestruturação desse mapa, por meio de revisões contínuas dos significados atribuídos a cada tema, das conexões internas entre os subtemas, das relações externas entre os temas e da correspondência desses elementos com os objetivos centrais do trabalho.

Na Figura 5 é possível observar que dois temas identificados na fase inicial de análise compuseram a organização final do mapa temático: (a) *Problematização da visão empírico-indutivista* e (b) *Aspectos metodológicos da investigação científica*. Um terceiro tema, (c) *Empreendimento científico enquanto prática social*, emergiu dos dados a partir da unificação de outros dois temas identificados anteriormente, *Coletividade no desenvolvimento científico* e *Práticas argumentativas e comunicativas da ciência*, agora classificados como subtemas, compreendendo-se as práticas de comunicação e socialização

do conhecimento científico enquanto ponte mediadora de seu caráter social, coletivo e humano.

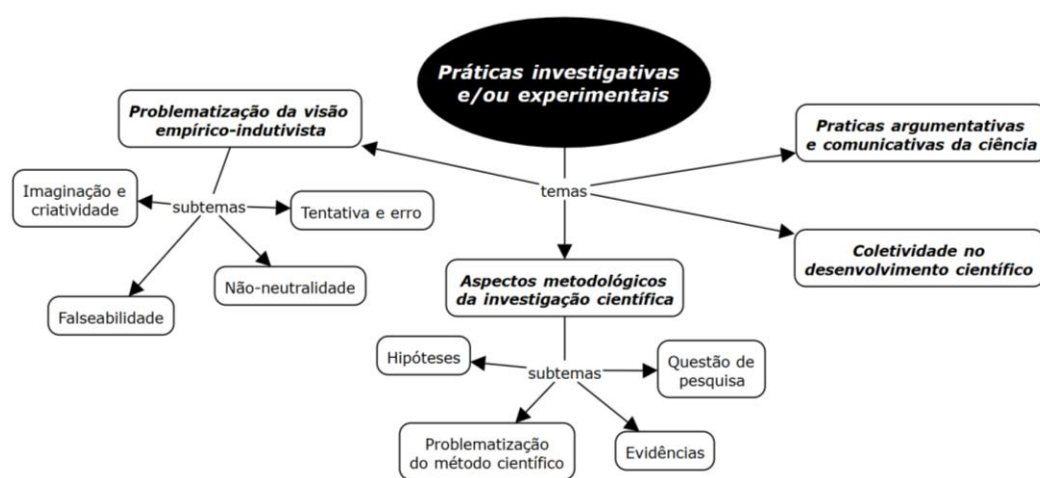


Figura 4. Mapa temático inicial para a abordagem B.

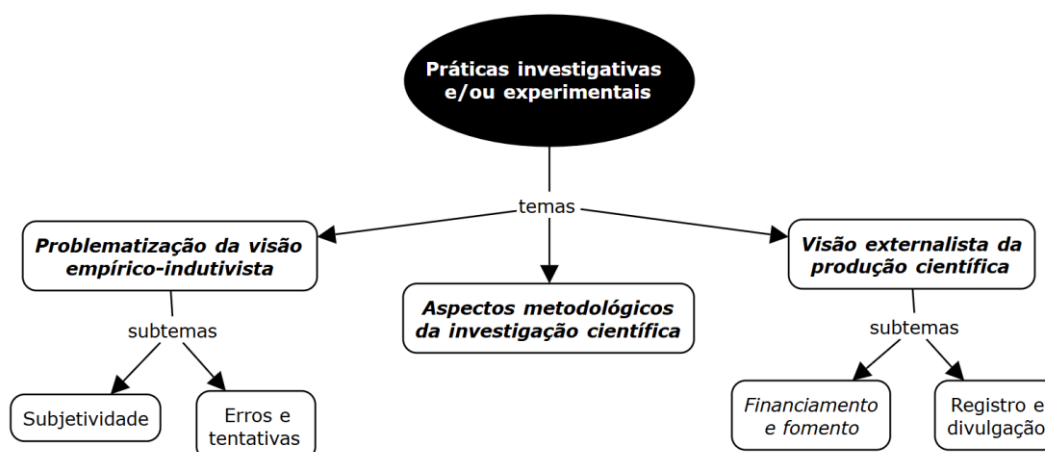


Figura 5. Mapa temático final para a abordagem B.

O tema (a) *Problematização da visão empírico-indutivista*, de forma semelhante ao que foi identificado na abordagem A, revela o potencial das práticas investigativas em retratar a atividade científica em uma perspectiva que se distancia da neutralidade, considerando-se o papel da subjetividade, das hipóteses e teorias ao processo investigativo. Nesse sentido, fala-se do potencial da abordagem investigativa em propiciar o entendimento “*de que as teorias científicas são construções que envolvem, na sua origem, aspectos como a imaginação, criatividade, intuição, etc.*” (G1), elementos da NdC recorrentemente identificados na literatura (Allchin, 2011; Fernández *et al.*, 2002; Gil-Pérez *et al.*, 2001; Lederman, 2007; Peduzzi & Raicik, 2020). Além disso, a compreensão de que os processos de observação e experimentação decorrem da influência direta hipóteses e, portanto, de ideias apriorísticas dos cientistas, suas experiências, leituras de mundo e aportes teóricos, podem contribuir para

com a desconstrução do empirismo extremo atribuído ao desenvolvimento científico (Gil-Pérez *et al.*, 2001, McComas, 2002; Peduzzi & Raicik, 2020).

Nesta perspectiva, a problematização dos erros e das tentativas no processo de investigação científica extrapolam a visão rígida de uma ciência produtora de verdades absolutas e imutáveis. A percepção de que *“as teorias que não superarem as provas observáveis e experimentais deverão ser eliminadas e substituídas por outras conjecturas especulativas”* (G2), bem como a de que *“a prática científica nem sempre apresenta o mesmo resultado esperado”* (L1), exemplificam algumas das implicações de atividades investigativas que relacionadas o ensino de tais aspectos da NdC. Nesse sentido, tratam da natureza falseável e provisória do conhecimento científico, na contramão das recorrentes concepções que, como mencionado por McComas (2002), atribuem aos produtos da ciência o caráter incontestável e universal.

Em *(b) Aspectos metodológicos da investigação científica*, tem-se a exploração da dimensão observacional da ciência (Allchin, 2011, 2017), envolvendo a utilização de instrumentos, medições e o conhecimento de métodos e procedimentos que conferem a devida rigorosidade aos processos investigativos. Dentro deste contexto, através da abordagem investigativa, *“os estudantes têm a oportunidade de refletir criticamente, entendendo as perguntas como parte do processo de construção do conhecimento científico”* (L2) e possibilitando a compreensão da ciência como uma tentativa de explicação dos fenômenos da natureza (McComas, 2002) para além da falácia de uma sequência rígida de etapas a serem seguidas pelos pesquisadores (Moura, 2014; Peduzzi & Raicik, 2020). Além disso, o entendimento do papel das evidências na construção e validação de corpos teóricos, embora possa resultar em percepções equivocadas acerca do método científico (Moreira & Ostermann, 1993), podem favorecer a problematização de aparentes incoerências destacadas nas listas consensuais (Matthews, 2012), apresentando atividade científica concomitantemente subjetiva e rigorosa.

Por fim, o tema *(c) Empreendimento científico enquanto prática social* trata de aspectos de natureza coletiva, comunicativa e humana da ciência, que emergem das práticas investigativas como potencialidade para a exploração da sua dimensão sociocultural (Allchin, 2011, 2017). Ao instigar a habilidade de *“refletir criticamente”* (L3), promovendo o *“debate acerca da interpretação dos resultados”* (K5) obtidos de forma colaborativa, o EI promove a mobilização de significados relativos ao papel dos cientistas enquanto pertencentes a uma comunidade que produz, valida e dissemina conhecimentos através de uma relação de cooperação e competição entre pares (Irzik & Nola, 2014). Considerando a importância das habilidades comunicativas, inserir os estudantes em um ambiente potencializador da coletividade e da argumentação parece favorecer a desconstrução da *“[...] ideia de que cientistas pensam e atuam sozinhos”* (T1), fortalecendo a percepção da *“natureza humana, social e complexa da ciência”* (K4) e de seu desenvolvimento.

Considerações finais

O interesse dos pesquisadores no ensino da NdC torna-se evidente ao se analisar os resultados obtidos na Revisão Sistemática, através da qual foram identificados mais de

trezentos artigos sobre o assunto publicados nos últimos dez anos a partir da base de dados da CAPES. O foco investigativo de maior parte desses estudos restringe-se, no entanto, à identificação de percepções sobre a ciência e sua natureza reproduzidas por recursos didáticos, documentos e diferentes agentes atuantes na educação formal, como indicado por outros pesquisadores (Azevedo & Scarpa, 2017; Cardoso *et al.*, 2021; Diniz & Assis, 2022; Krupczak & Aires, 2018; Lederman, 1992; Matthews, 2002; Silva *et al.*, 2016). Em contrapartida, destaca-se que apenas uma pequena parcela dos artigos identificados destina-se à avaliação e melhoria dos processos empregados no ensino da NdC na Educação Básica, uma demanda essencial para a qualificação dos processos de ensino-aprendizagem e, como afirma Sasseron (2010), em vista à alfabetização científica dos estudantes.

Dentre as investigações didático–pedagógicas para o ensino da NdC efetivamente realizadas em sala de aula, as abordagens históricas e investigativas surgem com maior recorrência em relação às outras estratégias, apresentando resultados empíricos positivos ao contribuir com a promoção de mudanças conceituais nos sujeitos investigados e na transformação de visões ingênuas sobre a NdC. O emprego de casos históricos se demonstrou especialmente eficiente ao retratar a mutabilidade do conhecimento científico e o caráter humano da ciência, problematizando estereótipos e promovendo uma visão mais inclusiva e representativa da comunidade acadêmica. As abordagens investigativas, por outro lado, se sobressaem ao questionar a noção de um método científico único, linear e sequencial, tradicionalmente reproduzido no ensino de ciências, promovendo, por meio da inserção dos estudantes em contextos investigativos, a compreensão da ciência como um processo criativo e colaborativo.

Foram identificadas potencialidades emergentes comuns a ambas as abordagens, evidenciando o caráter complementar de suas aplicações no ensino de dimensões da NdC, como a representação de sua natureza sociocultural e a problematização de visões excessivamente empíricas, rígidas, indutivistas e a-teóricas da atividade científica. No entanto, o enfoque isolado dado aos casos históricos e às atividades investigativas nestes estudos impede a avaliação efetiva do potencial integrador dessas estratégias, indicando a necessidade de pesquisas que permitam maior aprofundamento a essa linha de pesquisa. Não obstante, os desafios inerentes ao emprego de tais abordagens na educação formal, como a carga horária insuficiente das disciplinas científicas, a grande quantidade de conteúdos no currículo e a falta de preparo docente, foram aspectos mencionados nos trabalhos analisados que merecem maior atenção analítica em futuras investigações.

A inexpressividade de trabalhos direcionados à investigação do ensino da NdC na etapa do Ensino Fundamental, evidenciam a manutenção de uma tendência que, como identificado por Azevedo e Scarpa (2017), persevera há muito tempo na literatura. As causas dessa lacuna podem estar relacionadas a diversos fatores, como a dificuldade de adaptação de conteúdos epistemológicos para essa faixa etária, a formação insuficiente de professores para abordar a NdC de forma adequada e integrada, e a priorização de aspectos conteudistas nos currículos escolares. Considerando os resultados de pesquisas recentes que identificaram percepções ingênuas de estudantes do Ensino Fundamental acerca da ciência, bem como a importância das fases iniciais da Educação Básica à formação científica dos estudantes (Brasil, 2018),

enfatizamos a necessidade de pesquisas futuras centradas no processo de ensino-aprendizagem da NdC voltado a essa etapa formativa.

Os esforços despendidos na realização desta Revisão Sistemática contribuirão com a construção uma perspectiva sistematizada sobre as abordagens investigativas e históricas ao ensino-aprendizagem da NdC, que sobressaem do meio acadêmico para servir como referencial para professores e professoras da Educação Básica. Afinal, embora a HFC e o EI tenham muito a contribuir ao ensino da NdC, é certo que suas potencialidades dependem diretamente do emprego adequado dos mesmos, como reforçado ao longo deste trabalho. Por fim, os resultados alcançados também destacam a necessidade de fortalecer a produção acadêmica brasileira na área, haja vista a necessidade de se considerar as diferentes demandas da educação brasileira e as especificidades dos contextos sociais, culturais e históricos nos quais os nossos estudantes estão inseridos.

Referências

- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., & Manassero, M. A. (2005). Naturaleza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121–140. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3912>
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Studies and Science Education*, 95(3), 518–542. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18–26. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14926156.2016.1271921>
- Allchin, D. (2024). Transforming History into Science Inquiry. *The American Biology Teacher*, 86(9), 599–604. <https://doi.org/10.1525/abt.2024.86.9.599>
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, 98(3), 461–486. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.21111>
- Azevedo, N. H., & Scarpa, D. L. (2017). Revisão Sistemática de Trabalhos sobre Concepções de Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 579–619. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172579>
- Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A., & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): Para além do consenso. *Ciência & Educação*, 25(4), 967–982. <https://doi.org/10.1590/1516-731320190040008>
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Cardoso, F., Neves, M. D., & Batista, I. de L. (2021). Abordagens Didáticas a respeito da Natureza da Ciência: uma análise de tendências e padrões. *Revista Valore*, 6, 693–705. <https://doi.org/10.22408/rev602021842693-705>
- Carvalho, A. M. P. D. (2018). Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 765–794. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>
- Cruz, F. R., & Ferreira, J. D. L. (2023). Estudos de revisão em Educação: Estado da Arte e Revisão Sistemática. *Revista Espaço Pedagógico*, 30, e11512. <https://doi.org/10.5335/rep.v30i0.11512>

- Diniz, N. D. P., & Assis, A. (2022). Inserção da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências: Uma Revisão (2015-2020). *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, 5(2).
<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i2.12667>
- Galvão, T. F., & Pereira, M. G. (2014). Revisões sistemáticas da literatura: Passos para sua elaboração. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23(1), 183–184. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000100018>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4a ed). Atlas.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 125–153.
<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?format=pdf&lang=pt>
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20, 53–66. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>
- Hodson, D., & Wong, S. L. (2017). Going Beyond the Consensus View: Broadening and Enriching the Scope of NOS-Oriented Curricula. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 3–17. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.1271919>
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7), 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. Em M. R. Matthews (Org.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (p. 999–1021). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_30
- Khishfe, R. (2023). Improving Students' Conceptions of Nature of Science: A Review of the Literature. *Science & Education*, 32(6), 1887–1931. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00390-8>
- Krupczak, C., & Aires, J. A. (2018). Natureza da ciência: O que os pesquisadores brasileiros discutem? *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(32), Artigo 32.
<https://doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.6180>
- Kuhn, T. (1962). *A Estrutura das Revoluções Científicas* (5a ed). Perspectiva.
- Lederman, J. S., Bartels, S., Jimenez, J., Lederman, N., Acosta, K., Adbo, K., Akerson, V. L., De Andrade, M. A. B. S., Avraamidou, L., Barber, K.-A., Blanquet, E., Boujaoude, S., Cardoso, R., Cesljarev, C. D., Chaipidech, P., Connolly, C. P., Crowther, D. T., Das, P. M., Dogan, Ö. K., ... Zhu, Q. (2024). Completing the progression establishing an international baseline of primary, middle and secondary students' views of scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 46(7), 715–731.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2256458>
- Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331–359.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521.
<https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Martins, A. F. P. (2015). Natureza da Ciência no ensino de ciências: Uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), Artigo 3. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>
- Matthews, M. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: A tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164–214.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Matthews, M. (2002). Foreword and introduction. Em W. McComas (Org.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (Vol. 5, pp. 1–11). Kluwer Academic Publishers.
- Matthews, M. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science to Features of Science. Em M. S. Khine (Org.), *Advances in Nature of Science Research: Concepts and Methodologies* (pp. 3–26). Springer.

- McComas, W. (2020). Principal Elements of Nature of Science: Informing Science Teaching while Dispelling the Myths. Em *Nature of Science in Science Instruction* (p. 35–65). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_3
- McComas, W., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. Em W. McComas (Org.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (Vol. 5, pp. 3–39). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47215-5_1
- McComas, W., Clough, M. P., & Nouri, N. (2020). Nature of Science and Classroom Practice: A Review of the Literature with Implications for Effective NOS Instruction. Em *Nature of Science in Science Instruction* (pp. 67–111). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57239-6_4
- McComas, W., & Olson, J. (1998). The Nature of Science in International Science Education Standards Documents. Em *The Nature of Science in Science Education* (Vol. 5, pp. 41–52). Kluwer Academic Publishers. http://link.springer.com/10.1007/0-306-47215-5_2
- Mendes, L. O. R., & Pereira, A. L. (2020). Revisão sistemática na área de Ensino e Educação Matemática: Análise do processo e proposição de etapas. *Educação Matemática Pesquisa*, 22(3), 196–228. <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2020v22i3p196-228>
- Mendonça, P. C. C. (2020). De que Conhecimento sobre Natureza da Ciência Estamos Falando? *Ciência & Educação (Bauru)*, 26, e20003. <https://doi.org/10.1590/1516-731320200003>
- Moreira, M. A. (2018). Uma análise crítica do ensino de Física. *Estudos Avançados*, 32(94), 73–80. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>
- Moreira, M. A., & Ostermann, F. (1993). Sobre o ensino do método científico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 10(2), Artigo 2. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275>
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), Artigo 1. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>
- Olson, J. (2018). The Inclusion of the Nature of Science in Nine Recent International Science Education Standards Documents. *Science & Education*, 27(7), 637–660. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9993-8>
- Peduzzi, L. O. Q., & Raicik, A. C. (2020). Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(2), 19. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p19>
- Roda, R., & Martins, R. de A. (2021). Uma disputa sobre o sentido da natureza da ciência: uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210060>
- Sasseron, L. H. (2010). Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: Um diálogo na estruturação do ensino da Física. Em A. M. P. de Carvalho (Org.), *Ensino de Física* (pp. 1–27). Cengage Learning.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(n. esp.), 49–67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Silva, B. V. da C., Azevedo, E. da C. S., Nascimento, L. A. do, & Carvalho, H. R. de. (2016). Um estudo exploratório sobre a inserção da Natureza da Ciência na sala de aula em revistas da área de ensino de Ciências. *HOLOS*, 7, 266–280. <https://doi.org/10.15628/holos.2016.3138>
- Suttini, R. S. da S., Caluzi, J. J., & Errobidart, N. C. G. (2023). Uma Sistematização das Críticas aos Princípios Heurísticos Representativos da Natureza das Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 40(2), 315–356. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2023.e92118>
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2010). More from the Horse's Mouth: What scientists say about science as a social practice. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1431–1463. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690903104465>