

Panorama das publicações sobre o Pensamento Crítico no Ensino de Química de 2004 a 2024: uma Revisão Sistemática de Literatura

Overview of Publications on Critical Thinking in Chemistry Education from 2004 to 2024: A Systematic Literature Review

Mariana da Silva Ribeiro ^a, Keila Bossolani Kiill ^b

^a Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Brasil; ^b Instituto de Química, Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, Brasil.

Resumo. O pensamento crítico é essencial para formar cidadãos aptos a enfrentar os desafios do século XXI. Nesse sentido, o ensino de Ciências e de Química desempenha um papel central ao promover o desenvolvimento de estudantes críticos e reflexivos, capazes de tomar decisões informadas e resolver problemas complexos. Tendo isso em vista, este estudo teve como objetivo analisar as produções acadêmicas sobre pensamento crítico na educação química, identificando tendências nacionais e internacionais e explorando lacunas existentes. A pesquisa foi conduzida por meio de uma revisão sistemática baseada na metodologia PRISMA, contemplando publicações entre 2004 e 2024. Foram adotados os critérios de elegibilidade PICOS para inclusão e exclusão, resultando em uma amostra de 96 publicações, sendo 78 artigos internacionais e 18 nacionais (Brasil). Observou-se um crescimento expressivo das produções acadêmicas, especialmente após a pandemia de COVID-19, com destaque para Indonésia, Estados Unidos e Brasil como os países que mais contribuíram para o tema. O estudo evidencia a valorização crescente do pensamento crítico na educação em Química e sua relevância para a formação de cidadãos e profissionais preparados para um mundo dinâmico. Contudo, persistem lacunas, sobretudo na formação docente, indicando a necessidade de estratégias pedagógicas que promovam essa competência.

Palavras-chave:
Pensamento crítico,
Educação química,
Revisão sistemática.

Submetido em

23/11/2024

Aceito em

13/10/2025

Publicado em

24/11/2025

Abstract. Critical thinking is essential for preparing citizens capable of facing the challenges of the 21st century. In this context, science and chemistry education play a central role in fostering the development of critical and reflective students who can make informed decisions and solve complex problems. With this in mind, this study aimed to analyze academic publications on critical thinking in chemistry education, identifying national and international trends and exploring existing gaps. The research was conducted through a systematic review based on the PRISMA methodology, covering publications from 2004 to 2024. The PICOS eligibility criteria were adopted for inclusion and exclusion, resulting in a sample of 96 publications, including 78 international and 18 national (Brazilian) articles. A significant increase in academic output was observed, particularly after the COVID-19 pandemic, with Indonesia, the United States, and Brazil standing out as the countries that most contributed to the topic. The study highlights the growing recognition of critical thinking in chemistry education and its relevance for the formation of citizens and professionals prepared for a dynamic world. However, important gaps remain, especially in teacher education, underscoring the urgent need for pedagogical strategies that effectively promote the development of this competency.

Keywords: Critical thinking, Chemistry education, Systematic review.

Introdução

Preparar os estudantes para um mundo em constante transformação configura-se como um dos maiores desafios da educação no século XXI. A globalização, aliada aos avanços tecnológicos e científicos, exige adaptações contínuas por parte dos indivíduos (Silva et al.,

2024). Nesse contexto, o excesso de informações e a facilidade de acesso a elas resultam em um ambiente saturado de dados e, mais carente de uma formação crítica. Tal cenário favorece a conformação de sujeitos que, sem questionar a validade dos argumentos apresentados, tendem a aceitar passivamente o que lhes é exposto, revelando a ausência de habilidades necessárias para argumentar ou refutar, de modo fundamentado, aquilo que lhes é oferecido como verdade.

Para enfrentar esse cenário, sistemas educacionais de diversos países têm implementado abordagens e estratégias voltadas à formação de estudantes capazes de refletir, analisar e tomar decisões com base em argumentos fundamentados no conhecimento. Tais iniciativas visam promover o desenvolvimento do pensamento crítico como competência essencial à atuação consciente e responsável no mundo contemporâneo (Ngai & Sevian, 2017).

O pensamento crítico constitui uma competência essencial no século XXI, pois possibilita a análise de criteriosa de argumentos e informações, favorecendo a tomada de decisões baseadas embasadas em evidências e no raciocínio lógico. Essa habilidade não apenas impulsiona a criatividade e a capacidade de resolver problemas, como também aprimora a comunicação clara, coerente e persuasiva. Trata-se de um processo intelectualmente disciplinado que envolve a conceituação, aplicação, análise, síntese e comparação de dados, obtidos ou produzidos por meio da observação, da experiência, da reflexão e do raciocínio (Dad & Akbar, 2023).

A literatura acadêmica apresenta uma ampla discussão sobre o conceito de pensamento crítico, com definições variadas. Frequentemente, ele é compreendido como um conjunto de habilidades que incluem análise, inferência, avaliação e tomada de decisões. Cottrell (2017) o descreve como uma atividade cognitiva que envolve foco, seleção e julgamento. Paul e Elder (2019) consideram uma ferramenta para o desenvolvimento intelectual humano, enquanto, Facione (1990) afirma que o pensamento crítico abrange autorregulação, interpretação, inferência, avaliação e explicação. A definição mais recorrente na literatura o caracteriza como a capacidade de analisar e avaliar pensamentos, sendo um processo reflexivo e racional voltado para decidir no que acreditar ou como agir (Paul & Elder, 2019).

Nesse contexto, Ennis (1985) define o pensamento crítico como a capacidade de raciocinar de forma reflexiva, avaliando crenças e decisões. O desenvolvimento dessa competência é essencial na formação de crianças e jovens, pois desempenha um papel vital na construção de cidadãos, profissionais e indivíduos capazes de viver uma vida produtiva e significativa. Ao estimular habilidades cognitivas voltadas para a formulação de estratégias de resolução de problemas, o pensamento crítico torna-se uma ferramenta essencial para enfrentar desafios associados a questões sociocientíficas do cotidiano, como o desenvolvimento sustentável, a redução das desigualdades sociais e o combate a padrões de consumo prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Assim, a promoção do pensamento crítico está diretamente relacionada à formação de cidadãos conscientes e responsáveis, com uma prática democrática sustentada na análise crítica de questões científicas que impactam a humanidade e exigem um posicionamento fundamentado para avaliar a veracidade das informações e articular contra-argumentos.

De acordo com Vila Tura et al. (2022), é urgente preparar os estudantes para um mundo interconectado, capacitando-os a lidar com situações cotidianas com base no conhecimento científico e escolar. Para isso, é necessário fomentar a capacidade de análise dos fatos, auxiliando-os a distinguir entre informações verdadeiras e falsas, especialmente em um contexto em que o avanço científico e tecnológico exige habilidades específicas do século XXI. Dad e Akbar (2023) destacam a importância de promover o pensamento crítico para capacitar os estudantes a lidar com a vasta quantidade de informações disponíveis. Thornhill-Miller et al. (2023) também enfatizam essa competência na formação de cidadãos capazes de discernir dados e tomar decisões informadas. Amin, Adiansyah e Hujjatusnaini (2023) ressaltam que a alfabetização digital, aliada ao pensamento crítico, é essencial para enfrentar os desafios contemporâneos.

Para alcançar esse objetivo, é fundamental que o currículo escolar inclua práticas de ensino que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico. Ennis (1989) salienta que as habilidades associadas a essa competência situam-se nos níveis mais elevados da taxonomia de Bloom e precisam ser intencionalmente incentivadas. Em *Ensinando o Pensamento Crítico: Sabedoria Prática*, Hooks (2020) argumenta que as crianças possuem uma predisposição natural para o pensamento crítico, mas, à medida que crescem, necessitam de estímulos contínuos, pois tendem a ser desencorajadas a questionar e a serem criativas, perdendo, assim, essa capacidade inata.

Tenreiro-Vieira e Vieira (2019) defendem que o pensamento crítico deve ser cultivado desde os primeiros anos de escolaridade. No entanto, pesquisas recentes indicam que muitos jovens que frequentam o ensino médio e superior não receberam a formação necessária para desenvolver tal habilidade. Uma revisão realizada por Andreucci-Annunziata et al. (2023) enfatiza que, embora o pensamento crítico seja amplamente reconhecido como uma competência essencial no século XXI, muitos estudantes ainda carecem de experiências educacionais que efetivamente promovam seu desenvolvimento ao longo de sua formação.

Além disso, o estudo de Duarte et al. (2022) ressalta a necessidade de investimentos em pesquisas voltadas à promoção do pensamento crítico, tanto na formação de professores quanto na capacitação dos estudantes. Isso é particularmente relevante, pois Irwanto (2023) destaca que muitos estudantes universitários ainda carecem dessa habilidade no ensino de ciências e na química. A falta de desenvolvimento do pensamento crítico entre estudantes do ensino superior é uma preocupação crescente, especialmente quando se considera que muitos deles entram no mercado de trabalho sem ter adquirido competências sólidas nessa área. O pensamento crítico é essencial para a análise e interpretação de dados experimentais, mas os alunos frequentemente enfrentam dificuldades para aplicar essas habilidades em situações práticas do dia a dia (Danczak et al., 2020).

No campo da educação científica, essa lacuna é ainda mais preocupante, considerando que o pensamento crítico é fundamental para a análise e interpretação de dados experimentais. No entanto, os estudantes frequentemente enfrentam dificuldades em aplicar essas habilidades em contextos práticos (Danczak et al., 2020). Tendo isto em vista, este artigo, parte de uma dissertação de mestrado, teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura para caracterizar as produções acadêmicas sobre pensamento crítico na educação química,

identificando o cenário das publicações, o nível de escolaridade dos participantes e as temáticas. Pretende-se, assim, contribuir para as pesquisas recentes na área e traçar metas para estudos futuros sobre pensamento crítico e ensino de química. Para isso, foram adotados os critérios da declaração PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*). A pergunta norteadora da revisão foi: quais são as características da produção acadêmica sobre o pensamento crítico na educação química nos âmbitos nacional e internacional?

Referencial Teórico

Conceitos e Definições de Pensamento Crítico

O pensamento crítico tem sido amplamente discutido em diversas áreas do conhecimento, como a filosofia, a educação e a psicologia, evidenciando sua relevância para o desenvolvimento intelectual e social. Na filosofia, está frequentemente associado à habilidade de questionar premissas, avaliar argumentos e buscar a verdade de forma rigorosa e imparcial, como defendem pensadores desde Sócrates até os dias atuais (Coelho, 2022). Na educação, destaca-se como uma competência essencial para a formação de indivíduos autônomos e participativos, capacitando-os a interpretar informações de forma criteriosa e tomar decisões fundamentadas, especialmente em um mundo saturado de dados e opiniões divergentes (Mastul & Sulisworo, 2024). Já na psicologia, o conceito se relaciona aos processos cognitivos que envolvem análise, raciocínio lógico e metacognição, os quais contribuem para a redução de vieses e preconceitos durante a tomada de decisão (Vincent-Lancrin, 2024).

De acordo com Ennis (1989), o pensamento crítico é a capacidade do indivíduo de conduzir seu raciocínio de forma reflexiva, avaliando suas crenças e decisões. Essa definição enfatiza a capacidade de análise e julgamento racional, essenciais para a tomada de decisões fundamentadas. Ennis (1989) destaca habilidades como a identificação de argumentos, a avaliação de evidências e a resolução de problemas como pilares do pensamento crítico, reforçando sua aplicabilidade em diversos contextos, desde o cotidiano até as atividades acadêmicas.

Por outro lado, Paul e Elder (2019) ampliam essa definição ao integrar elementos éticos e metacognitivos, argumentando que o pensamento crítico envolve não apenas a análise lógica, mas também a disposição de questionar suposições e preconceitos. Essa abordagem define o pensamento crítico como uma combinação de habilidade e atitude, exigindo o desenvolvimento de uma mentalidade aberta e reflexiva.

No ensino de química, por exemplo, o pensamento crítico revela-se fundamental para o desenvolvimento de competências que transcendem a simples memorização de conteúdo. Segundo Syahana et al. (2023), metodologias que promovem essa habilidade podem estimular a resolução de problemas complexos e a conexão entre teoria e prática, preparando os estudantes para desafios reais. Isso reflete a demanda por uma educação que forme cidadãos críticos e capazes de atuar ativamente na sociedade.

Assim, o pensamento crítico emerge como uma habilidade indispensável para o desenvolvimento integral do indivíduo, abrangendo dimensões cognitivas, éticas e sociais. Sua relevância transcende disciplinas e contextos, desde a análise filosófica até a aplicação prática no ensino de áreas específicas, como a química. Ao articular habilidades de raciocínio lógico, avaliação de evidências e reflexão ética, ele não apenas capacita os indivíduos a tomarem decisões fundamentadas, mas também fomenta autonomia, criatividade e responsabilidade cidadã. Promover o pensamento crítico na educação e em outras esferas da vida é, portanto, essencial para formar indivíduos preparados para enfrentar os desafios de um mundo desafiador e em constante transformação.

O Pensamento Crítico e a Educação no Século XXI

No contexto educacional do século XXI, o pensamento crítico emerge como uma habilidade fundamental, para a formação de cidadãos preparados para lidar com os desafios contemporâneos. Em um mundo marcado pela globalização e pelo avanço acelerado das tecnologias, a capacidade de pensar criticamente tornou-se indispensável para a formação de cidadãos e profissionais que possam enfrentar questões intrincadas e dinâmicas (Dad & Akbar, 2023). Essa habilidade é cada vez mais reconhecida como uma ferramenta vital para a análise de informações, a avaliação de argumentos e a tomada de decisões fundamentadas em evidências e raciocínio lógico.

Vários países, incluindo o Brasil, têm incorporado o pensamento crítico em seus currículos, enfatizando habilidades como análise e solução de problemas, comunicação e raciocínio crítico (Ngai & Sevian, 2017). O reconhecimento da importância do pensamento crítico tem levado a um movimento em direção a abordagens pedagógicas que promovem a aprendizagem ativa e colaborativa, em que os alunos são encorajados a questionar, debater e refletir sobre o conteúdo que estudam. Nesse contexto, educadores desempenham um papel crucial, atuando como facilitadores que guiam os alunos na exploração de ideias, na avaliação de evidências e na construção de argumentos.

Políticas educacionais, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no Brasil e os *Next Generation Science Standards* (NGSS) nos Estados Unidos, sugerem o desenvolvimento do pensamento crítico na educação básica, especialmente nas áreas de ciências e STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) (Vincent-Lancrin, 2022). Tais políticas reforçam o papel do pensamento crítico na formação de indivíduos para que se tornem capazes a enfrentar questões sociocientíficas complexas, como o desenvolvimento sustentável e a saúde pública. Ao integrar o pensamento crítico a currículos formais, essas iniciativas visam preparar os alunos para serem cidadãos informados e engajados, capazes de participar ativamente das discussões que moldam suas comunidades e sociedades.

A educação voltada para o pensamento crítico também deve considerar as competências necessárias para a vida no século XXI. De acordo com Andreucci-Annunziata et al. (2023), as habilidades do futuro incluem pensamento crítico, resolução de problemas complexos, criatividade e colaboração. O desenvolvimento dessas competências é crucial para preparar os alunos não apenas para o sucesso acadêmico, mas também para a adaptabilidade em um mercado de trabalho em constante mudança.

Além disso, a promoção do pensamento crítico nas salas de aula deve estar acompanhada de uma abordagem pedagógica que valorize a diversidade e a inclusão. A educação crítica deve reconhecer as experiências e perspectivas variadas dos alunos, permitindo um diálogo significativo que enriqueça a aprendizagem. A inclusão de tópicos relevantes, como ética, cidadania e responsabilidade social, pode contribuir para a formação de indivíduos que não apenas pensam criticamente, mas também agem de maneira ética e responsável em suas comunidades (Safidon, 2024).

Logo, o pensamento crítico é uma habilidade vital na educação do século XXI, capacitando os alunos a se tornarem pensadores reflexivos e cidadãos engajados. À medida que as sociedades enfrentam desafios complexos, a educação deve evoluir para integrar e promover essa habilidade, preparando os indivíduos para um futuro dinâmico e interconectado.

O Ensino de Pensamento Crítico em Ciências e Química

O ensino de ciências e de química desempenha um papel fundamental na formação de estudantes críticos e reflexivos, capacitando-os a compreender e intervir no mundo de maneira responsável. Nesse contexto, a integração do pensamento crítico no processo de ensino-aprendizagem não apenas facilita o entendimento dos conceitos científicos, mas também desenvolve habilidades essenciais para enfrentar os desafios contemporâneos, como a tomada de decisões informadas e a resolução de problemas difíceis. Este texto discute a importância do pensamento crítico no ensino de ciências e química, além de explorar os desafios e estratégias para sua implementação (Jamil et al., 2024).

O pensamento crítico em ciências está relacionado à capacidade de avaliar evidências, interpretar dados e aplicar conhecimentos em contextos reais. Segundo Dall'Alba e Guzzo (2022), o ensino de ciências deve ir além da simples memorização de fatos, incentivando os estudantes a questionar fenômenos, analisar informações e propor soluções criativas. No caso específico da química, que frequentemente lida com conceitos abstratos e experimentação prática, o desenvolvimento do pensamento crítico é crucial para conectar teoria e prática, além de fomentar a compreensão dos impactos da ciência na sociedade (Jamil et al., 2024).

Uma abordagem eficiente para ensinar pensamento crítico em química é a utilização de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas (ABP) e a investigação guiada. Esses métodos estimulam os estudantes a explorar questões reais, formular hipóteses e testar ideias de maneira prática. Por exemplo, problemas envolvendo mudanças climáticas, desenvolvimento sustentável ou a análise de substâncias químicas no cotidiano podem servir como ponto de partida para discussões críticas, permitindo que os estudantes contextualizem o conhecimento químico e avaliem suas implicações éticas e sociais (Hidayah et al., 2024).

Além disso, a incorporação de questões abertas, debates e estudos de caso são estratégias que potencializam o desenvolvimento do pensamento crítico. Segundo Paethrangsi et al. (2024), essas abordagens ajudam os estudantes a desenvolver habilidades como argumentação lógica, análise crítica de fontes e comunicação científica. No entanto, para que essas metodologias sejam eficazes, é fundamental que os professores estejam preparados para

atuar como mediadores, promovendo a autonomia intelectual dos alunos e criando um ambiente de aprendizado colaborativo.

Apesar das vantagens, o ensino de pensamento crítico em ciências e química enfrenta desafios significativos. A pressão para cumprir currículos extensos e o foco em avaliações padronizadas frequentemente dificultam a implementação de metodologias mais reflexivas e participativas. Além disso, é necessário capacitar os professores para que possam adotar estratégias inovadoras, o que demanda tempo, recursos e suporte institucional (Lipscher, 2023).

Portanto, o ensino de ciências e química, quando orientado pelo desenvolvimento do pensamento crítico, tem o potencial de transformar a educação em um processo ativo e reflexivo. A integração dessa competência no ensino-aprendizagem não apenas enriquece a compreensão científica, mas também prepara os estudantes para atuar como cidadãos conscientes e responsáveis em um mundo repleto de desafios complexos. Embora existam barreiras, como currículos extensos e limitações institucionais, a adoção de metodologias ativas e a capacitação docente são caminhos promissores para superar esses obstáculos. Dessa forma, fortalecer o pensamento crítico no ensino de ciências e química é um passo essencial para promover uma educação significativa, conectada à realidade e voltada para a construção de uma sociedade mais crítica e engajada.

Abordagens e Estratégias Pedagógicas para o Desenvolvimento do Pensamento Crítico

Estratégias pedagógicas que promovem o pensamento crítico têm sido amplamente discutidas na literatura. Hooks (2020) destaca que a criação de um ambiente de sala de aula que encoraje o questionamento e a criatividade é essencial para desenvolver o pensamento crítico desde cedo. Ennis (1985) afirma que as habilidades que constituem o pensamento crítico estão entre as de ordem mais elevada na taxonomia de Bloom, o que indica a necessidade de atividades que priorizem a análise, síntese e avaliação, sendo essas eficazes para estimular tais competências.

Entre as abordagens mais promissoras está o uso de metodologias ativas, como a ABP, que colocam os estudantes no centro do processo educacional. Nessa estratégia, eles são desafiados a resolver problemas reais, conectando conteúdos teóricos com situações práticas. Por exemplo, na disciplina de química, questões relacionadas à sustentabilidade ou à análise de substâncias químicas podem incentivar o raciocínio crítico, ao mesmo tempo em que desenvolvem habilidades colaborativas e investigativas (Surin & Damrongpanit, 2024). No ensino de química, a utilização de problemas reais, especialmente aqueles que envolvem questões ambientais ou de saúde, pode ajudar os estudantes a desenvolver uma compreensão mais profunda e crítica sobre o impacto da química na sociedade (Fernandes et al., 2023).

Segundo Dewangga et al. (2024), o uso de debates estruturados e estudos de caso fomenta o pensamento crítico dos estudantes, desenvolvendo suas habilidades de avaliar evidências e melhorando a capacidade de solucionar problemas e tomar decisões. Isso ocorre porque essas metodologias permitem aos alunos explorar diferentes perspectivas sobre um tema,

aprimorando a capacidade de argumentação e a análise crítica de informações. Facione (1990) destaca que a prática do pensamento crítico inclui a disposição para considerar pontos de vista alternativos, e os debates fornecem um ambiente propício para essa experiência. Além disso, estudos de caso permitem que os estudantes investiguem cenários reais ou fictícios, promovendo a aplicação prática do conhecimento em situações complexas.

Portanto, as abordagens e estratégias pedagógicas que promovem o pensamento crítico são essenciais para transformar o processo educacional em uma experiência ativa e significativa. A criação de ambientes de aprendizagem que favoreçam o questionamento, a criatividade e a análise crítica, é essencial para formar indivíduos capazes de avaliar informações, tomar decisões fundamentadas e enfrentar desafios contemporâneos. Abordagens como a aprendizagem baseada em problemas, debates estruturados e estudos de caso se destacam por conectar o aprendizado teórico à prática, incentivando a colaboração, a argumentação lógica e a investigação reflexiva. Apesar de demandarem planejamento e capacitação docente, essas metodologias oferecem um caminho promissor para o desenvolvimento de competências críticas e para uma educação alinhada às demandas de uma sociedade cada vez mais complicada e interconectada.

Desafios na Implementação do Pensamento Crítico no Ensino de Química

A inclusão do pensamento crítico no ensino de química é uma necessidade crescente no contexto educacional do século XXI, considerando a relevância dessa habilidade para a resolução de problemas complexos e para a tomada de decisões. No entanto, transformar essa proposta em prática efetiva enfrenta uma série de desafios, que variam desde questões estruturais do sistema educacional até limitações metodológicas e culturais (Jamil et al., 2024).

Um dos desafios mais evidentes é o currículo tradicional, excessivamente conteudista, que muitas vezes privilegia a memorização de informações em detrimento da reflexão crítica. No ensino de química, o foco no cumprimento de programas extensos pode deixar pouco espaço para metodologias que estimulam o pensamento crítico, como debates ou resolução de problemas. Essa abordagem, embora útil para avaliações padronizadas, limita a capacidade dos estudantes de compreender a aplicação prática dos conceitos químicos em situações reais, como questões ambientais e tecnológicas (Farah & Ayoubi, 2020).

A falta de formação de professores capacitados para fomentar o pensamento crítico é outro obstáculo a ser superado, uma vez que muitos educadores não recebem treinamento adequado para incorporar práticas pedagógicas que promovem esse tipo de pensamento nos estudantes (Tenreiro-Vieira & Vieira, 2019). Segundo Abidin e Sulaiman (2024), o sucesso de metodologias que estimulam habilidades críticas, como a ABP, depende do papel do professor como mediador durante as discussões, além de propor desafios e incentivar a autonomia dos estudantes. Dessa forma, a falta de preparação adequada pode fazer com que abordagens e estratégias inovadoras percam sua eficácia.

Apesar das barreiras, existem caminhos para promover o pensamento crítico no ensino de química. A flexibilização curricular, a formação continuada de professores e a utilização de

abordagens e estratégias educacionais são meios viáveis que contribuem para o fomento desse tipo de pensamento no contexto educacional. Por exemplo, plataformas digitais podem simular experimentos químicos e propor problemas que incentivem os estudantes a aplicar conceitos de forma crítica, mesmo em ambientes com recursos limitados (Vincent-Lancrin, 2024).

Assim, implementar o pensamento crítico no ensino de química é um processo desafiador, mas indispensável para formar indivíduos capazes de atuar em um mundo em constante transformação. Superar esses desafios exige um esforço conjunto de educadores, gestores e formuladores de políticas, no objetivo de alinhar a prática educacional às demandas do século XXI e garantir que os estudantes desenvolvam as habilidades necessárias para enfrentar os desafios globais de maneira ética, crítica e criativa (Jamil et al., 2024).

Metodologia

O percurso metodológico adotado por este trabalho segue as diretrizes padrão para uma revisão sistemática de literatura do método *Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyse* (PRISMA) (Page et al., 2021). É considerado um método amplamente utilizado em diversos campos de pesquisa (Moher et al., 2015). Reconhecido por sua abrangência e eficácia em aprimorar a precisão das revisões (Smith et al., 2022) e reduzir possíveis vieses dos pesquisadores, o PRISMA é amplamente valorizado e aplicado em várias áreas (Zakaria et al., 2021).

O protocolo de revisão: PRISMA

O protocolo de revisão PRISMA está registrado sob o número CRD42024557572 e disponível na base de dados *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO). Conforme Moher et al. (2015), a criação do protocolo é uma etapa essencial no processo de revisão sistemática, pois assegura a integridade do planejamento ao detalhar as decisões e os critérios definidos antes do início da seleção do corpus, contribuindo também para reduzir possíveis arbitrariedades. Esse protocolo favorece a acessibilidade prévia dos métodos de execução da revisão sistemática, promovendo a reproduzibilidade dos resultados. Dessa forma, sua elaboração facilita para os revisores uma compreensão detalhada do escopo da pesquisa e dos métodos utilizados para responder às questões da revisão (Zawacki-Richter, 2020).

Para constituir o corpus de análise foram utilizadas as seguintes fontes: Scopus, EBSCO, ERIC, Periódicos Capes, Dialnet e Scielo. Os critérios utilizados para a seleção das bases de dados foram: área de conhecimento, delineamento do estudo, temática do estudo e acesso às bases (Barroso, 2003). A figura 1 descreve as fases que foram fundamentadas no método PRISMA e demonstra as etapas de identificação, triagem e inclusão dos artigos.

Identificação dos estudos por meio das bases de dados e registros

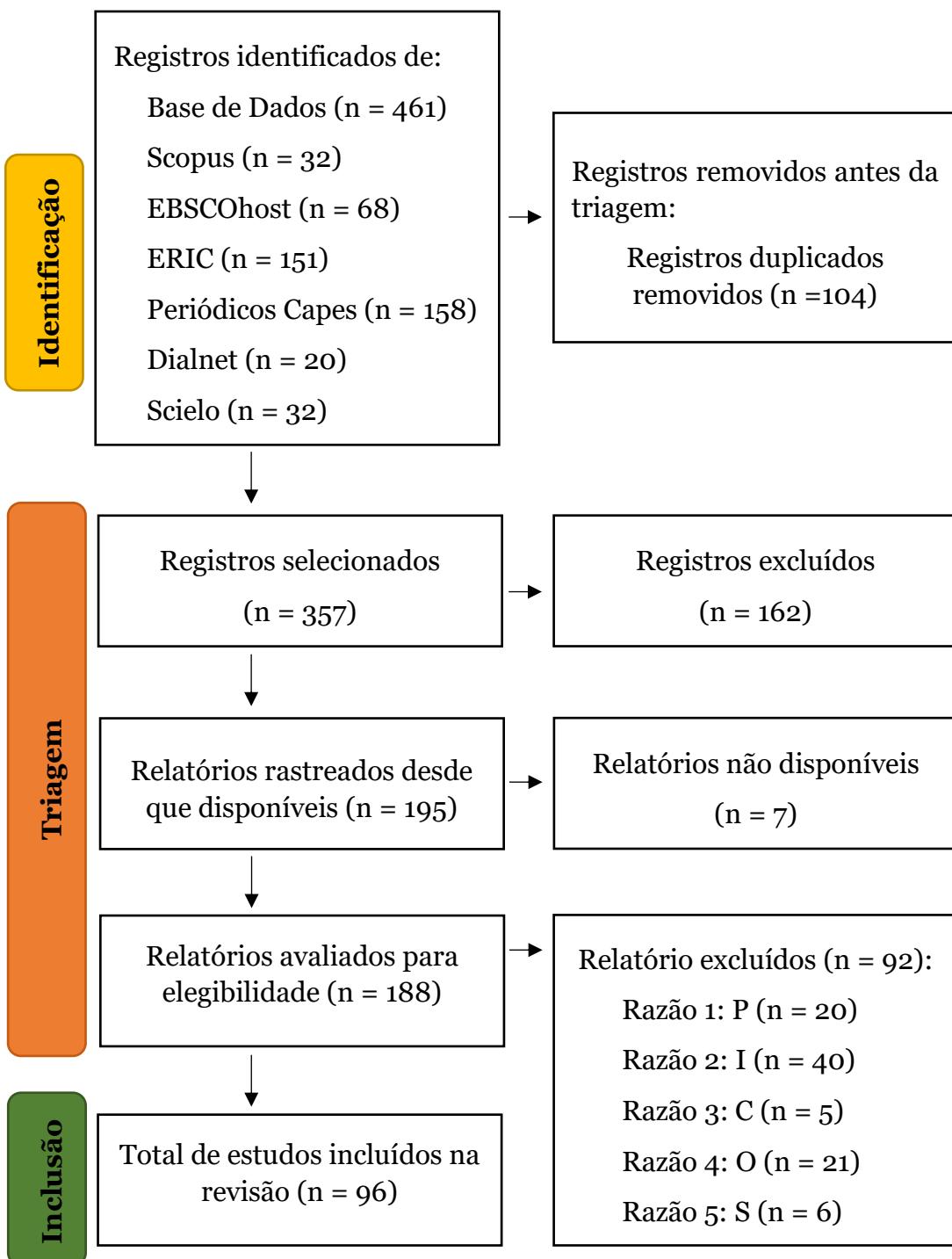


Figura 1. Etapas: identificação, triagem e identificação de artigos segundo PRISMA.

Identificação

Nas bases de dados Scopus, EBSCO, Periódicos Capes, Dialnet e Scielo, foram utilizados os seguintes descritores nos três idiomas: em inglês "critical thinking" AND ("chemistry education" OR "chemistry teaching"), em espanhol "pensamiento crítico" AND ("educación

química" OR "enseñanza de química"), em português "pensamento crítico" AND ("educação química" OR "ensino de química"). A justificativa para a escolha dos idiomas decorre do objetivo da pesquisa de traçar um panorama internacional e nacional. Essas palavras-chave foram utilizadas para a busca em cada base de dados, filtrando o período de 2004 a 2024.

Triagem

Nesta etapa para filtrar a amostra ($n = 357$), foram selecionados os artigos que continham no título ou palavras-chave os seguintes termos: pensamento crítico, ensino de química ou educação química. Os critérios de inclusão dos artigos foram definidos utilizando PICOS (participantes; intervenções, comparadores, resultados, desenho do estudo), quadro 1. Estudos que não atenderam ao PICOS foram excluídos, inclusive revisão, artigos duplicados em bases de dados e não disponíveis online.

Quadro 1. Critério de elegibilidade usando PICOS.

PICOS	Componentes	Pergunta
P	Alunos de Química do ensino médio, superior, pós-graduação.	A pesquisa contempla a temática Educação Química? Se sim, os participantes são do ensino médio, ensino superior ou pós-graduação?
I	Envolvam uma intervenção.	Menciona uma intervenção?
C	Trata de pesquisa de campo.	Apresenta evidências de ser uma pesquisa de campo?
O	Apresentem resultados da intervenção.	Apresenta resultados sobre a intervenção?
S	Aborda o pensamento crítico e o tipo do estudo.	Menciona pensamento crítico e menciona o design do estudo, ou seja, método qualitativo ou quantitativo?

Os 188 artigos foram inseridos no aplicativo Rayyan, a triagem foi realizada a partir do título e resumo. O processo de inclusão e exclusão dos documentos na amostra seguiu a estratégia do tipo duplo-cego e baseou-se nos critérios de elegibilidade PICOS.

Inclusão

Após a análise feita pelas autoras do tipo duplo-cego, a partir de uma leitura intencionada e levando em conta os critérios estabelecidos com antecedência, foram selecionados 96 artigos.

Resultados e Discussão

Para a síntese inicial dos resultados, foi elaborada uma planilha com as informações dos 96 estudos incluídos na revisão: título, autores, periódicos, ano, instituição, palavras-chave, país. A seguir, são apresentados os resultados da pesquisa, organizados de forma a contemplar os objetivos do estudo e responder às perguntas que orientam a revisão sistemática. Os resultados estão estruturados nos seguintes tópicos:

Evolução da produção científica no período de 2004 a 2024: nesta seção, analisa-se o crescimento da produção ao longo dos anos, destacando períodos de maior concentração de publicações e eventos ou tendências que possam ter influenciado esses picos. A evolução temporal permite identificar padrões, como aumento da produção durante a pandemia ou o surgimento de marcos teóricos que impulsionaram novas pesquisas;

Cenários de publicações: os cenários de publicação foram analisados com base em regiões geográficas, instituições, níveis de ensino e temas abordados. Essa categorização busca compreender onde e como a pesquisa sobre pensamento crítico e ensino de química tem se desenvolvido. A análise permite identificar locais de produção científica, níveis de ensino mais investigados (educação básica, ensino superior e formação de professores) e os temas mais recorrentes ou emergentes.

Descobertas gerais e contexto dos estudos

Dos estudos incluídos, ao comparar o contexto nacional e internacional, observamos que 78 estão publicados em periódicos internacionais e 18 em periódicos nacionais (Brasil).

A análise do número de publicações sobre pensamento crítico na educação química entre 2004 e 2024, em âmbito nacional e internacional, conforme ilustrado na Figura 2, permite uma visão comparativa da frequência anual de publicações.

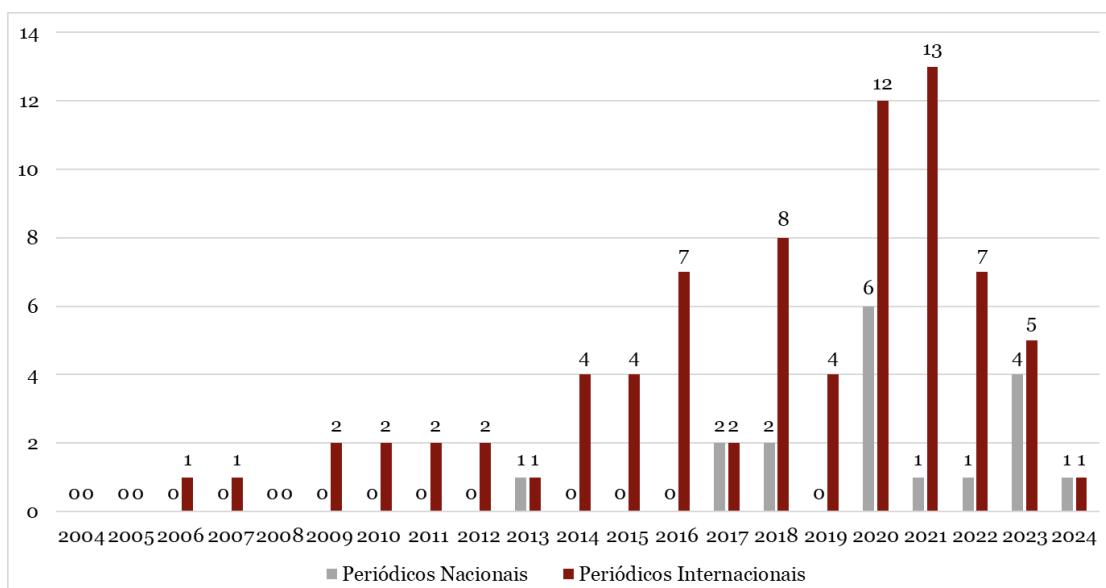


Figura 2. Número de artigos por ano de publicação.

Observa-se um crescimento no número de estudos sobre pensamento crítico no ensino de química, especialmente nos anos iniciais de pandemia de COVID-19, para estudos internacionais. Entre 2020 e 2021, por exemplo, foram publicados 6 artigos nacionais (Brasil) e 12 internacionais em 2020, e 1 nacional e 13 internacionais em 2021, indicando um certo aumento (Frima et al., 2020). Esse fenômeno pode estar associado a políticas educacionais que orientam para o desenvolvimento de habilidades analíticas e reflexivas nas ciências, especialmente a partir de 2013, em resposta a reformas educacionais e as questões relacionadas ao negacionismo científico que marcou o período pandêmico.

No Brasil, os documentos que orientam o currículo indicam o pensamento crítico como uma competência fundamental, enfatizando a resolução de problemas e a aplicação prática de conceitos científicos como uma estratégia para alcançar tal competência (Neto, 2022; De Mattos et al., 2021). Nos Estados Unidos, os NGSS também incentivam o desenvolvimento do pensamento crítico no ensino de ciências, o que impulsionou o aumento de publicações na década de 2010 (Vincent-Lancrin, 2022).

Outros países, como Indonésia e Turquia, têm adotado currículos que valorizam o pensamento crítico em resposta a padrões globais. Por exemplo, o *Kurikulum Merdeka*, na Indonésia, visa modernizar o sistema educacional, enquanto a Turquia revisou seu currículo em 2018 para incluir habilidades de pensamento crítico (Mayasari et al., 2024; Kholilah & Triwoelandari, 2024).

O aumento de publicações desde 2016 reflete uma valorização crescente do pensamento crítico na formação de profissionais para o mercado científico e tecnológico. Esse movimento é impulsionado por políticas educacionais que buscam alinhar o ensino de ciências às exigências do mercado e de uma sociedade baseada no conhecimento, destacando o papel central do pensamento crítico na preparação dos estudantes para desafios futuros (Muzaimah, 2022).

Cenário das publicações de acordo com as regiões geográficas

Conforme apresentado na Figura 3, os países com mais incidência de investigações sobre pensamento crítico no ensino de química tendem a ser aqueles alinhados a políticas educacionais que promovem iniciativas em STEM e visam o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais para a resolução de problemas complexos, aspecto fundamental na educação científica (Jamil et al., 2024).

No caso do Brasil, nota-se que tem ocorrido reformas educacionais que visam melhorar a qualidade do ensino médio, com foco em competências como o pensamento crítico.

Pode-se citar como uma das medidas do currículo brasileiro a necessidade do desenvolvimento de habilidades que promovam a reflexão crítica e a resolução de problemas (Dieterich et al., 2023).

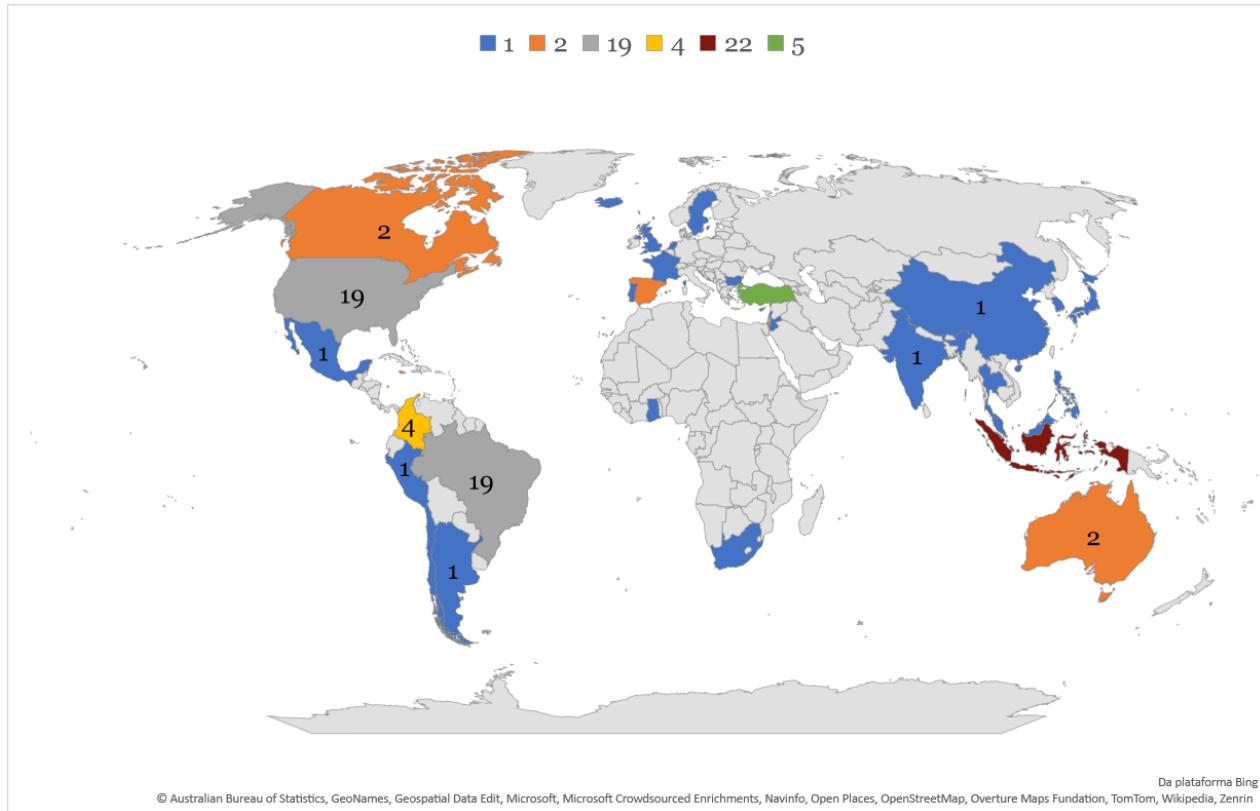


Figura 3. Cenário das publicações em diferentes países.

Na Indonésia, o pensamento crítico é incorporado nas práticas educacionais, especialmente dentro da educação científica. O governo tem investido em infraestrutura educacional e expandindo o acesso à educação científica em áreas rurais, com o objetivo de promover a igualdade educacional e melhorar o desempenho dos alunos em disciplinas de química e ciências em geral. A introdução do Kurikulum Merdeka visa promover uma abordagem de aprendizado centrada no aluno, incentivando o pensamento crítico e analítico (Mayasari et al., 2024; Kholilah & Triwoelandari, 2024).

Os EUA, por sua vez, são líderes em pesquisas educacionais, especialmente na promoção de pensamento crítico como parte integrante do currículo STEM. As iniciativas americanas, estabelecem diretrizes para integrar o pensamento crítico no ensino de ciências e química, e visam preparar estudantes para o mercado de trabalho com habilidades avançadas em raciocínio lógico e solução de problemas (Jamil et al., 2024).

China e Japão, dois dos países mais avançados em termos de desempenho em ciências, têm políticas educacionais fortemente baseadas na melhoria contínua das habilidades STEM. A China, por exemplo, lidera em alfabetização científica, com o governo investindo em programas que incentivam o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico em estudantes de ciências (Giang et al., 2024). No Japão, o foco é em metodologias de ensino que promovem a integração entre ciência teórica e experimentos práticos, essencial para o ensino de química (Ishii, 2024).

Na Turquia, há um esforço contínuo para melhorar o ensino de ciências e química através de reformas curriculares que incluem o pensamento crítico como um dos pilares educacionais.

As universidades turcas têm promovido pesquisas para identificar as melhores práticas na formação de professores de química, garantindo que os alunos adquiram habilidades críticas e analíticas desde o ensino básico (Tasti & Yildirim, 2022).

Níveis de escolaridade dos participantes da pesquisa

Ao analisar o nível de escolaridade dos participantes das investigações, conforme apresentado na Figura 4, temos que a distribuição dos resultados dos participantes na pesquisa sobre pensamento crítico e ensino de química é de 40 artigos com participantes do ensino médio, 51 artigos com o público-alvo do ensino superior e apenas 5 da formação de professores, conforme apresentado na figura 4. Isso reflete alguns aspectos fundamentais relacionados ao contexto educacional e às políticas voltadas para o desenvolvimento do pensamento crítico em química.

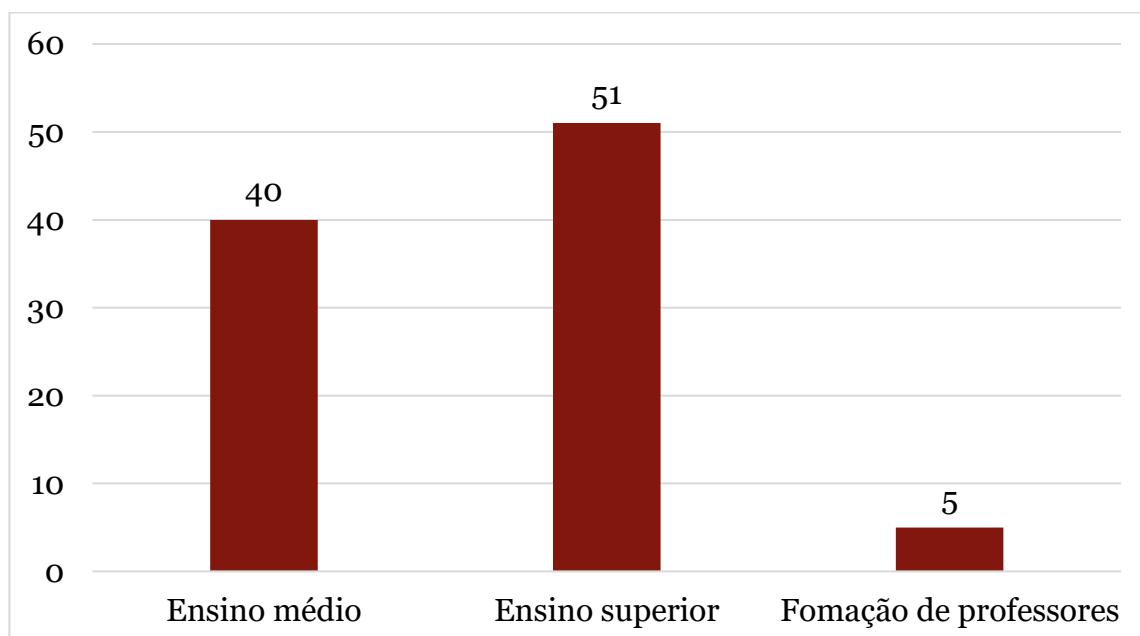


Figura 4. Níveis de escolaridade dos participantes da pesquisa.

O foco acadêmico no ensino médio e superior pode ser explicado pelo crescente interesse em desenvolver habilidades de pensamento crítico diretamente ligadas ao sucesso acadêmico e ao preparo para o mercado de trabalho e para estudos avançados (Skrzek-Lubasińska & Malik, 2023). Nos últimos anos, o pensamento crítico tem sido cada vez mais valorizado como uma competência chave para enfrentar problemas complexos e para a tomada de decisões, sendo, por isso, um foco importante em etapas educacionais que preparam o estudante para transições como o vestibular e a vida profissional.

Visto que o ensino de química e outras áreas de STEM passou a incluir o desenvolvimento do pensamento crítico como um objetivo central, no ensino médio essa competência é trabalhada visando não apenas o desempenho ao acadêmico, mas também o desenvolvimento de habilidades essenciais para a cidadania. No ensino superior, por sua vez, ela é estimulada como preparação para o mercado de trabalho e para pesquisas científicas.

Essa tendência resulta em maior incidência de estudos e interesse entre os estudantes e professores que atuam nessas etapas (Olednic & Negru, 2024).

O número reduzido de artigos que investigam o desenvolvimento do pensamento crítico na formação de professores de Química (5) revela desafios estruturais que precisam ser enfrentados para a consolidação dessa competência no ensino. Essa lacuna aponta para a urgência de incorporar, nos currículos de formação inicial e continuada, recursos e estratégias que promovam o pensamento crítico como parte integrante da prática pedagógica. Para isso, é necessário fortalecer não apenas a formação teórica, mas também oferecer experiências que articulem teoria e prática, favorecendo a reflexão crítica sobre o ensino e a aprendizagem da Química.

Na formação inicial, observa-se que os currículos frequentemente priorizam conteúdos técnicos e conceituais em detrimento de abordagens voltadas ao desenvolvimento de competências reflexivas. Essa estrutura compromete a preparação dos futuros docentes para enfrentar os desafios educacionais contemporâneos, sobretudo no que se refere à promoção de um pensamento químico crítico. Isso implica em desenvolver a capacidade de compreender, analisar e contextualizar fenômenos químicos com base em evidências e nas suas implicações sociais, éticas e ambientais. A formação docente, nesse sentido, deve incluir atividades que favoreçam a análise crítica de temas sociocientíficos, a elaboração de sequências didáticas baseadas em problemas e a discussão de dilemas reais envolvendo conhecimentos químicos.

Superar essas limitações exige repensar a estrutura curricular dos cursos de licenciatura, incorporando componentes que articulem os fundamentos epistemológicos da ciência com práticas pedagógicas inovadoras e socialmente relevantes. Disciplinas voltadas à análise de controvérsias científicas, ao uso de dilemas éticos como recurso didático e à aplicação de metodologias investigativas podem contribuir para a formação de docentes capazes de promover o pensamento crítico em sala de aula. Além disso, vivências em projetos de extensão, estágios supervisionados com foco reflexivo e atividades colaborativas interdisciplinares fortalecem a articulação entre teoria e prática.

No âmbito da formação continuada, é fundamental promover ações formativas que valorizem a prática docente como espaço de investigação e reconstrução profissional. Cursos, oficinas, grupos de estudo e comunidades de prática podem contribuir para a reflexão sobre a própria atuação, sobre o compartilhamento de experiências e sobre a experimentação de estratégias participativas, como estudos de caso, debates e aprendizagem baseada em projetos. Essas estratégias, voltadas à problematização de contextos reais, exigem apoio institucional, tempo para planejamento, materiais didáticos adequados e políticas públicas que reconheçam e incentivem o desenvolvimento profissional contínuo.

Para que essas ações sejam efetivas, é necessário que estejam ancoradas em propostas formativas que dialoguem com a realidade escolar e estimulem a autoria docente. A implementação de formações continuadas que se baseiem em situações concretas do cotidiano escolar, com ênfase em práticas reflexivas e colaborativas, favorece a construção de soluções contextualizadas e o fortalecimento do papel social da docência. Tais propostas

também contribuem para ampliar a segurança dos professores na adoção de metodologias críticas, reduzindo a distância entre o discurso pedagógico e a prática efetiva em sala de aula.

Além disso, embora o pensamento crítico seja frequentemente tratado como uma competência transversal, sua efetiva implementação nas aulas de Química exige intencionalidade didática e adaptações curriculares. Para trabalhar conceitos como reações químicas ou equilíbrio químico de forma crítica, por exemplo, é necessário contextualizá-los em situações que estimulem a tomada de decisão, o posicionamento ético e a análise de impactos socioambientais, como o uso de agrotóxicos, a poluição industrial ou o consumo de substâncias químicas. No entanto, a ausência de formação específica, de materiais contextualizados e de condições adequadas de trabalho pode gerar insegurança nos docentes e dificultar a adoção dessas abordagens (Zavaleta Guevara, 2021; Abidin & Sulaiman, 2024).

Superar os obstáculos identificados demanda uma abordagem sistêmica, articulando políticas públicas, instituições formadoras e escolas. A construção de um perfil profissional crítico, capaz de desenvolver e aplicar o pensamento químico crítico, requer mudanças nos programas de licenciatura, investimentos em formação continuada e o fortalecimento de comunidades acadêmicas e escolares engajadas na formação de professores reflexivos. Nesse sentido, pesquisas futuras devem investigar estratégias eficazes para o desenvolvimento do pensamento crítico na formação docente, além de propor diretrizes práticas que orientem sua implementação em diferentes contextos educacionais.

Tendências das temáticas das pesquisas a partir das palavras-chave

A análise das palavras-chave dos artigos da amostra revela tendências importantes na pesquisa relacionada ao ensino de química e ao desenvolvimento do pensamento crítico. A predominância de termos como "investigação" e "resolução de problemas" indica que o campo tem dado prioridade a abordagens que incentivam a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, valorizando a autonomia e a aplicação prática dos conceitos. Isso reflete uma mudança no paradigma educacional, em que a memorização de conteúdo dá lugar a práticas que promovem habilidades cognitivas superiores, como análise, síntese e avaliação.

Utilizamos o software VOSviewer (Wong, 2018) para mapear as palavras-chave, o que proporcionou uma visão mais detalhada das interconexões entre as temáticas das publicações. Constatamos que "investigação" e "resolução de problemas" são os focos predominantes das pesquisas. Algumas das palavras mais frequentes foram: "inquiry" (11), "discovery" (6), "first year" (5), "general" (5), "hands" (5), "manipulative" (5), "laboratory instruction" (4), "high school introductory chemistry" (4), "problem solving decision making" (3) e "discovery learning" (3), conforme apresentado na Figura 5.

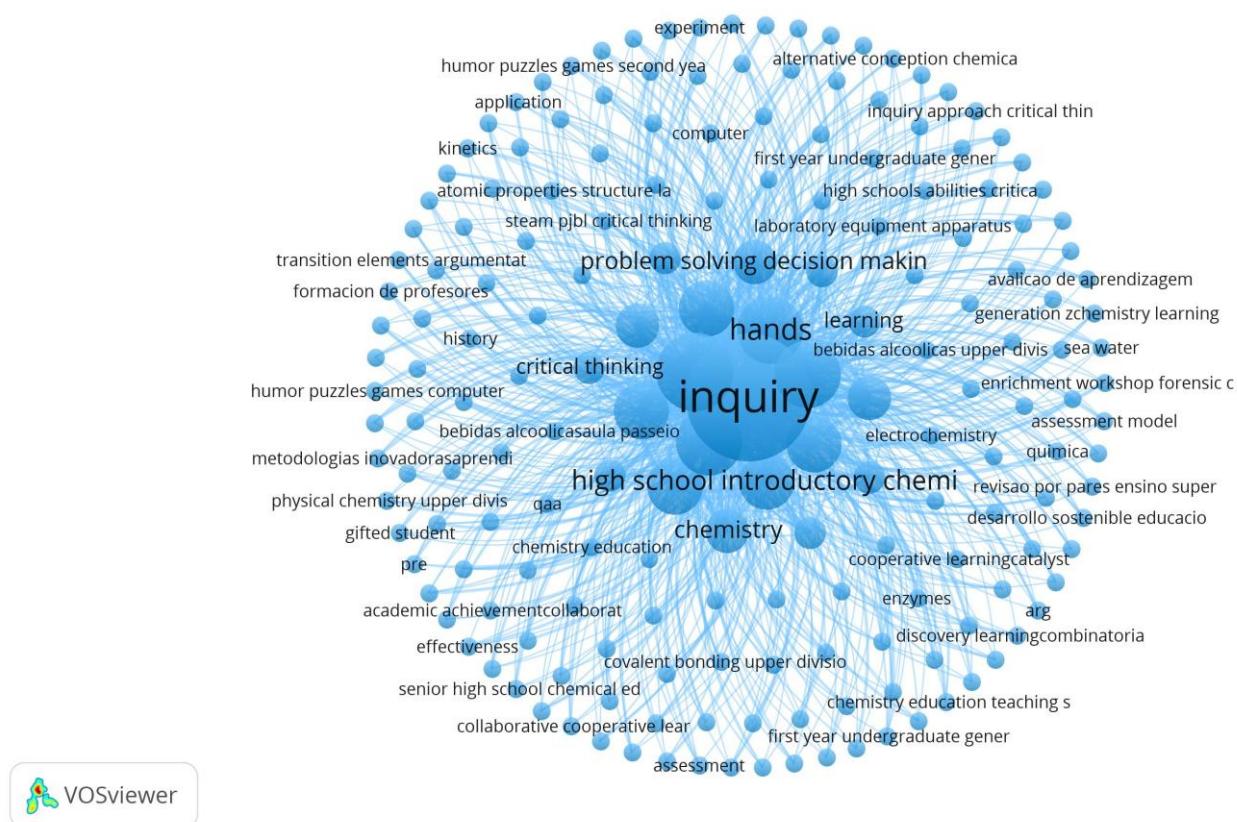


Figura 5. Mapa com as palavras-chave.

Os resultados da análise das palavras-chave evidenciam tendências relevantes nas publicações sobre pensamento crítico e ensino de química, apontando para as abordagens mais utilizadas. O termo “inquiry” destaca o ensino baseado em investigação como central nesse campo. Essa abordagem pedagógica incentiva os estudantes a formular hipóteses, coletar dados e analisar resultados, sendo amplamente reconhecida como uma prática eficaz para promover habilidades de pensamento crítico (Kandiri et al., 2024).

Por sua vez, “discovery” (6) e “discovery learning” (3) complementam essa perspectiva, enfatizando a construção autônoma do conhecimento por meio da exploração de conceitos químicos e a promoção do pensamento crítico, capacitando os estudantes para a resolução de problemas e a tomada de decisões (Rizki et al., 2021).

Portanto, os resultados revelam e reforçam a importância de estratégias pedagógicas que integram práticas investigativas e exploratórias no ensino de química, contribuindo para o fortalecimento do pensamento crítico em diferentes níveis educacionais. Assim, essa análise oferece subsídios valiosos para a elaboração de intervenções educacionais inovadoras, alinhadas às demandas de uma formação científica mais reflexiva e ativa.

Considerações Finais

A presente pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura para caracterizar as produções acadêmicas sobre pensamento crítico na educação química,

identificando o cenário das publicações, o nível de escolaridade dos participantes e as temáticas abordadas. A análise das publicações permitiu responder à questão norteadora do estudo, revelando aspectos relevantes que contribuem para o avanço das reflexões sobre o tema.

Os resultados indicam um volume significativamente maior de publicações internacionais em comparação com o cenário nacional. No contexto internacional, os estudos apresentam maior consolidação teórica e metodológica, com forte articulação entre pensamento crítico e ensino baseado em investigação. Esses trabalhos evidenciam esforços para integrar o pensamento crítico aos currículos de ciências, enfatizando a formação de estudantes reflexivos, autônomos e socialmente engajados.

No Brasil, a produção acadêmica sobre o tema vem ganhando visibilidade nos últimos anos, alcançando uma quantidade de publicações próxima à de países como Estados Unidos e Indonésia. Apesar disso, ainda existem lacunas importantes, sobretudo na aplicação prática de abordagens pedagógicas voltadas ao desenvolvimento de habilidades críticas em contextos educacionais marcados por desigualdades estruturais.

A revisão sistemática revela uma crescente valorização do pensamento crítico como competência essencial na educação em química, destacando sua relevância na formação de cidadãos críticos e profissionais preparados para um mundo complexo e dinâmico. Observamos que, embora o pensamento crítico seja amplamente reconhecido e incluído em currículos nacionais e internacionais, ainda existem lacunas significativas, especialmente na formação de professores. Essas lacunas sugerem uma necessidade urgente de estratégias de capacitação que habilitem os docentes a incorporar práticas pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento dessa habilidade entre os estudantes.

A análise da produção acadêmica mostra um avanço nas publicações sobre o tema, particularmente a partir de reformas curriculares que impulsionam a adoção do pensamento crítico como elemento indispensável na educação em ciências. Países como o Brasil, Indonésia, Estados Unidos, China e Turquia têm implementado políticas que alinham o ensino de química e STEM ao desenvolvimento de habilidades cognitivas avançadas, incluindo o raciocínio crítico e a resolução de problemas complexos. No entanto, o foco ainda majoritário nas etapas de ensino médio e superior evidencia a necessidade de uma abordagem mais ampla que inclua desde cedo essa competência.

Além disso, o reduzido número de estudos voltados para a formação de professores sugere uma área de investigação promissora e relevante, onde esforços futuros podem contribuir para a transformação das práticas pedagógicas, visando um ensino de química que não só transmite conhecimento, mas que também estimule continuamente o pensamento crítico dos estudantes. A implementação efetiva do pensamento crítico exige um compromisso institucional que transcend a currículo formal, integrando práticas de ensino inovadoras e investindo em formações específicas para educadores.

Assim, este trabalho contribui para as pesquisas atuais ao oferecer uma visão geral sobre a trajetória e as tendências do ensino de pensamento crítico em química, traçando um caminho para futuras investigações. A expectativa é de que os resultados apresentados aqui incentivem

uma reflexão mais profunda sobre o papel das instituições educacionais na promoção de uma educação científica que prepare os estudantes para atuar de forma crítica e consciente frente aos desafios sociais e científicos contemporâneos.

Agradecimentos

Agradecemos à CAPES, pois o presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Abidin, Z., & Sulaiman, F. (2024). The effectiveness of problem-based learning on students' ability to think critically. *Zabags International Journal of Education*, 2(1), 1–6.
<https://doi.org/10.61233/zijed.v2i1.13>
- Amin, A. M., Adiansyah, R., & Hujjatusnaini, N. (2023). The contribution of communication and digital literacy skills to critical thinking. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(3), 697–712. <https://dx.doi.org/10.24815/jpsi.v1i13.30838>
- Andreucci-Annunziata, P., Riedemann, A., Cortés, S., Mellado, A., Del Río, M. T., & Vega-Muñoz, A. (2023). Conceptualizations and instructional strategies on critical thinking in higher education: A systematic review of systematic reviews. *Frontiers in Education*, 8, 1-18.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1141686>
- Barroso, J., Gollop, C. J., Sandelowski, M., Meynell, J., Pearce, P. F., & Collins, L. J. (2003). The challenges of searching for and retrieving qualitative studies. *Western Journal of Nursing Research*, 25(2), 153-178. <https://doi.org/10.1177/019394590225003>
- Coelho, H. S. (2022). *O pensamento crítico: história e método*. UFJF.
- Cottrell, S. (2023). *Critical thinking skills: Effective analysis, argument and reflection*. Bloomsbury Publishing.
- Ennis, R. H. (1989). Critical thinking and subject specificity: Clarification and needed research. *Educational Researcher*, 18(3), 4–10. <https://doi.org/10.3102/0013189X018003004>
- Dad, H., & Akbar, R. A. (2023). Critical thinking as a twenty-first century skill. *Journal of Educational Research & Social Sciences Review (JERSSR)*, 3(1), 8–15.
<https://www.jerssr.org.pk/ojs/index.php/jerssr/article/view/138>
- Danczak, S. M., Thompson, C. D., & Overton, T. L. (2020). Development and validation of an instrument to measure undergraduate chemistry students' critical thinking skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 62–78. <https://doi.org/10.1039/C8RP00130H>
- Dall'Alba, G., & Guzzo, G. B. (2022). A importância da comunicação qualificada de ideias no ensino de ciências. *Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada*, 6(10), 4–12.
<https://doi.org/10.18226/25253824.v6.n10.01>
- De Mattos, K. R. C., & Amestoy, M. B., & De Toletino-Neto, L.C. B. (2021). Currículo e políticas educacionais: A Base Nacional Comum Curricular e o processo de homogeneização curricular. *Research, Society and Development*, 10(4), e59210414452. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14452>
- Dewangga, D. A., Rosadi, I., Muna, N. M., & Indriani, L. (2024). Investigating critical thinking skills in debate class through the use of the case method. *Pedagogy: Journal of English Language Teaching*, 12(1), 117–127. <https://doi.org/10.32332/joelt.v12i1.9266>

- Dieterich, D., Batista, K., Meteoro, M. B. D. N., Alves, R. C. C., & Trentin, T. (2023). Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o atual currículo brasileiro pós-pandemia. *Revista Ilustração*, 4(2), 85-89. <https://doi.org/10.46550/ilustracao.v4i2.158>
- Duarte, B. M., Oliveira, R. S., Carvalhais, L. S., & Kiouranis, N. M. M. (2022). Pensamento crítico na educação em ciências: Um mapeamento de pesquisas brasileiras. In *XI Congreso Latinoamericano de Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental* (edición virtual), Anais (número especial, pp. 2859–2873). Bogotá: Revista Bio-grafía. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/18486>
- Facione, P. (1990). Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. (The Delphi Report). <https://philarchive.org/archive/faccta>
- Farah, N., & Ayoubi, Z. (2020). Enhancing the critical thinking skills of grade 8 chemistry students using an inquiry and reflection teaching method. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(3), 207–219. <https://doi.org/10.21891/jeseh.656872>
- Fernandes, K. G., Dias-Silva, G., Freitas-Reis, I., & De Sousa, R. A. (2023). Studies in chemistry education under the perspective of the animal issue: a review on the international literature. *Research, Society and Development*, 12(4), e11512440995–e11512440995. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.40995>
- Frima, F. K., Gumilar, G. G., & Supriyanti, F. M. T. (2020). Pengaruh metode discovery-inquiry terhadap profil keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran topik kelarutan. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(1), 41–49
- Giang, N. T. C., Anh, N. T. Q., Dao, T. T., Tuan, P. A., Linh, C. T. H., & Chau, P. T. H. (2024). A systematic review of problem-solving skill development for students in STEM education. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(5), 1-20. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.5.1>
- Hidayah, S. N., Azizah, U., & Nasrudin, H. (2024). Development of problem-based-learning (PBL)-oriented electronic student worksheets (e-Worksheet) to improve critical thinking skills of class XI senior high school students on factors that influence rate of chemical reactions material. *International Journal of Current Science Research and Review*, 7(6), 4284–4292. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V7-i6-80>
- Hooks, b. (2020). *Ensino o pensamento crítico: sabedoria prática* (1^a ed.). Elefante.
- Irwanto, I. (2023). Improving preservice chemistry teachers' critical thinking and science process skills using research-oriented collaborative inquiry learning. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 23–35. <https://doi.org/10.3926/jotse.1796>
- Ishii, T. (2024). 5 Assessment for fostering Japanese STEM literacy. *Theory and Practice of STEAM Education in Japan* (pp. 63-84). Routledge.
- Jamil, M., Bibi, T., & Shahzadi, U. (2024). Critical thinking skills development among secondary school students: An analysis of Chemistry textbook grade X (2020). *Research Journal for Societal Issues*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.56976/rjsi.v6i2.202>
- Jamil, M., Bokhari, T. B., & Zia, Q. (2024). Qualitative content analysis for critical thinking and skill development: A case of chemistry curriculum. *Journal of Asian Development Studies*, 13(1), 147–155. <https://doi.org/10.62345/jads.2024.13.1.12>
- Kandiri, K., Nur wahidin, M., & Aransyah, A. (2024). Inquiry learning as an effort to improve results. *Science Journal of Education*, 9(5), 51–55. <https://doi.org/10.11648/j.sjedu.20241204.11>
- Kholilah, S. Q., & Triwoelandari, R. (2024). Critical thinking skills of grade 5 students on science lessons in the independent curriculum. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 10(3), 491-499. <https://doi.org/10.31949/jcp.v10i3.9423>
- Lipscher, J. (2023). Reflections on challenges and rewards in teaching chemistry. *Chimia*, 77(10), 659–662. <https://doi.org/10.2533/chimia.2023.659>
- Mastul, A.-R. H., & Sulisworo, D. (2024). Exploring methods for assessing critical thinking: Insights from qualitative study. *Qomaruna Journal of Multidisciplinary Studies*, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.62048/qjms.v1i2.38>

- Mayasari, N., Sastraatmadja, A. H. M., Suparman, T. Mutiara, I. I., & Maqfirah, P. A.. (2024). Effectiveness of using artificial intelligence learning tools and customized curriculum on improving students' critical thinking skills in Indonesia. *The Eastsouth Journal of Learning and Educations*, 2(02), 111-118. <https://doi.org/10.58812/esle.v2i02.302>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., & Stewart, L. A. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *BMJ*, 4, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.g7647>
- Muzaimah, M., Gani, A., Pada, A. U. T., Rahmayani, R. F. I., Syukri, M., & Yusrizal, Y. (2022). Implementation of creative problem solving model to improve students' critical thinking skills in chemistry lessons. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 7(2), 227-244. <https://doi.org/10.15575/jtk.v7i2.21262>
- Neto, J. L. H. (2022). Pisa and curricular reforms in Brazil: The influence of a powerful regulatory instrument. In *Critical Perspectives on PISA as a Means of Global Governance* (pp. 70-103). Routledge.
- Ngai, C., & Sevian, H. (2017). Capturing chemical identity thinking. *Journal of Chemical Education*, 94(2), 137-148. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00387>
- Olednic, T., & Negru, N. (2024). Development of critical thinking through the implementation of STEM/STEAM projects. *Acta et Commentationes Sciences of Education*, 36(2), 182-190. <https://doi.org/10.36120/2587-3636.v36i2.182-190>
- Paethrangsri, N., Teekasap, S., Khiewpan, R., & Jandabou, W. (2024). Empowering students' autonomous learning through self-regulation, metacognitive strategies, and collaborative learning environments. *Journal of Liberal Arts RMUTT*, 5(1), 69-79. <https://doi.org/10.60101/jla.2024.5.1.4065>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life* (4th ed.). Pearson Education.
- Rizki, A., Khaldun, I., & Pada, A. U. T. (2021). Development of discovery learning student worksheets to improve students' critical thinking skills in chemical balance materials. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(4), 707-711. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.829>
- Safidon, J. H. (2024). Promoting critical thinking skills in the classroom. *Innovare Journal of Education*, 11(2), 154-158. <https://doi.org/10.36676/urr.v11.i2.1274>
- Silva, J.J.G. da, Oliveira, M.L. de & Silva, W. da (2024). Estratégias pedagógicas para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo em alunos. *RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.51473/rcmos.v1i1.2024.575>
- Smith, K. M., Wilson, S., Lant, P., & Hassall, M. E. (2022). How do we learn about drivers for industrial energy efficiency—current state of knowledge.. *Energies*, 15(7), 1-26. <https://doi.org/10.3390/en15072642>
- Skrzek-Lubasińska, M., & Malik, R. (2023). Is critical thinking a future skill for business success: Science mapping and literature review. *Central European Management Journal*, 31(1), 48-63. <https://doi.org/10.1108/CEMJ-09-2021-0110>
- Surin, S., & Damrongpanit, S. (2024). Developing students' critical thinking: Examining the influence of learning management approaches through meta-analysis and propensity score matching. *European Journal of Educational Research*, 13(3), 1391-1409. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.3.1391>
- Syahana, S., Suyanta, S., Sari, D. R., Asmiati, L., & Pujiyana, E. (2023). Design thinking as an effort to enhance critical thinking and science literacy in chemistry learning: A systematic review. *Jurnal*

- Penelitian Pendidikan IPA*, 9(Special Issue), 275–284.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9iSpecialIssue.4709>
- Taşti, Ö. Y., & Yıldırım, A. (2022). Critical thinking skills and dispositions of Turkish pre-service teachers: A systematic review of research. *Journal of Theoretical Educational Science*, 15(3), 561-604.
<https://doi.org/10.30831/akukeg.1062721>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2019). Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 15(1), 36-49. <https://doi.org/10.17151/rlee.2019.15.1.3>
- Vila, L., Márquez, C., & Oliveras, B. (2023). Una propuesta para el diseño de actividades que desarrollean el pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 20(1), e130201.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1302
- Vincent-Lancrin, S. (2022). Fostering students' creativity and critical thinking in science education. In *Education in the 21st Century: STEM, Creativity and Critical Thinking* (pp. 29-47). Springer International Publishing.
- Vincent-Lancrin, S. (2024). Critical thinking. In *Elgar Encyclopedia of Interdisciplinarity and Transdisciplinarity* (pp. 124-128). Edward Elgar Publishing.
- Wong, D. (2018). VOSviewer. *Technical Services Quarterly*, 35(2), 219–220.
<https://doi.org/10.1080/07317131.2018.1425352>
- Zakaria, N. A. I., Saad, M. R. M., & Nor, M. M. (2021). Systematic review of early English literacy in ELL children: What do we know from a decade of research. *3L: Language, Linguistics, and Literature*, 27(4), 194-214. <https://doi.org/10.17576/3L-2021-2704-14>
- Zavaleta Guevara, L. (2021). El pensamiento crítico como práctica pedagógica innovadora. *Journal Latin American Science*, (n. esp.), 364–385. <https://doi.org/10.46785/lasjournal.v5i2.84>
- Zawacki-Richter, O., Bäcker, E. M., & Vogt, S. (Eds.). (2020). *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application*. Springer Nature.

Apêndice

A Figura 6 apresenta um QR Code que permite acessar o quadro contendo informações detalhadas dos 96 estudos incluídos na revisão, como título, autores, periódico, ano, instituição, palavras-chave e país.



Figura 6. Apresentação detalhada da amostra.