

Educação Química e Inteligência Artificial: Um Panorama sobre Práticas Inclusivas na Formação de Professores no Brasil

Antonio Douglas Teixeira Barbosa¹

Rafael Soares Silva²

Resumo:

Este estudo, de natureza qualitativa e caracterizado como estado da arte, analisa a produção acadêmica brasileira acerca da interface entre inteligência artificial (IA), formação de professores e o ensino de Química em contextos inclusivos. A investigação concentrou-se em teses e dissertações disponíveis na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), dentro do período de 2014 a 2025, a partir de descritores já previamente definidos. O corpus foi composto por 11 trabalhos, dos quais foram analisados por meio de categorias temáticas e metodológicas. Os resultados evidenciam uma predominância de estudos voltados ao uso instrumental da IA e à formação docente, com baixa articulação com o ensino de Química inclusivo. Identificou-se concentração regional das pesquisas no Sudeste, além de lacunas significativas no desenvolvimento de propostas pedagógicas inclusivas mediadas por IA. Conclui-se que o campo ainda se encontra em consolidação, demandando investigações que integrem tecnologia, didática e inclusão de forma crítica e contextualizada.

Palavras-chave:

Estado da Arte. Inteligência Artificial. Formação de Professores. Ensino de Química Inclusivo.

Chemical Education and Artificial Intelligence: An Overview of Inclusive Practices in Teacher Training in Brazil

Abstract: This study, qualitative in nature and characterized as a state-of-the-art review, analyzes Brazilian academic production on the interface between artificial intelligence (AI), teacher education, and the teaching of Chemistry in inclusive contexts. The investigation focused on theses and dissertations available in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD), covering the period from 2014 to 2025, based on previously defined descriptors. The corpus consisted of 11 studies, analyzed through thematic and methodological categories. The results reveal a predominance of studies focused on the instrumental use of AI and teacher education, with limited articulation with inclusive Chemistry education. A regional concentration of research in the Southeast was identified, as well as significant gaps in the development of inclusive pedagogical proposals mediated by AI. It is

¹ Licenciando em Química; Faculdade de Educação de Itapipoca – FACEDI/UECE. E-mail: doug.barbosa@aluno.uece.br ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2675-3655>

² Doutor em Ensino de Ciências; Professor Adjunto de Ensino de Química da Universidade Estadual do Ceará (UECE). E-mail: rafa.soares@uece.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9994-6653>

concluded that the field is still in the process of consolidation, requiring further investigations that integrate technology, pedagogy, and inclusion in a critical and contextualized manner.

Keywords: State of the Art. Artificial Intelligence. Teacher Education. Inclusive Chemistry Teaching.

Educación Química e Inteligencia Artificial: Un Panorama sobre Prácticas Inclusivas en la Formación de Profesores en Brasil

Resumen: Este estudio, de naturaleza cualitativa y caracterizado como un estado del arte, analiza la producción académica brasileña sobre la interfaz entre inteligencia artificial (IA), formación docente y enseñanza de la Química en contextos inclusivos. La investigación se centró en tesis y disertaciones disponibles en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD), en el período de 2014 a 2025, a partir de descriptores previamente definidos. El corpus estuvo compuesto por 11 trabajos, analizados mediante categorías temáticas y metodológicas. Los resultados evidencian una predominancia de estudios orientados al uso instrumental de la IA y a la formación docente, con baja articulación con la enseñanza inclusiva de la Química. Se identificó una concentración regional de las investigaciones en el Sudeste, así como importantes vacíos en el desarrollo de propuestas pedagógicas inclusivas mediadas por IA. Se concluye que el campo aún se encuentra en proceso de consolidación, requiriendo investigaciones que integren tecnología, didáctica e inclusión de manera crítica y contextualizada.

Palabras clave: Estado del Arte. Inteligencia Artificial. Formación de Profesores, Enseñanza Inclusiva de la Química.

1 Introdução

O ensino de Química, no contexto contemporâneo, encontra-se atravessado por tensões estruturais que expressam, simultaneamente, a incorporação acelerada de tecnologias digitais e a emergência de demandas por uma educação efetivamente inclusiva. Nesse cenário, a Inteligência Artificial (IA) desloca-se da condição de recurso instrumental para assumir centralidade como mediadora dos processos de produção, circulação e apropriação do conhecimento. Conforme argumentam Silva e Gonsales (2018), a IA configura-se como um conjunto de sistemas capazes de processar dados, realizar simulações e operar inferências complexas, o que a posiciona como elemento ativo na reorganização das práticas educativas.

Todavia, a incorporação da IA no campo educacional não se realiza de forma linear nem isenta de contradições. Ao contrário, evidencia fragilidades estruturais na formação docente, especialmente no que se refere à apropriação crítica dessas tecnologias. Estudos como o de Lindner e Berges (2020) indicam que professores em formação apresentam compreensões incipientes sobre IA, reflexo da baixa presença dessa temática nos currículos de licenciatura. Tal cenário não apenas limita o uso pedagógico da tecnologia, mas também reforça uma lógica de instrumentalização que obscurece suas implicações epistemológicas, éticas e didáticas.

No âmbito do ensino de Química, essas tensões adquirem contornos ainda mais complexos. Trata-se de uma área historicamente marcada por elevados níveis de abstração, linguagem simbólica especializada e práticas experimentais que, muitas vezes, constituem barreiras à participação de estudantes com deficiência. Nesse sentido, a discussão sobre inclusão não pode ser dissociada da formação docente, uma vez que, como aponta Gomes

(2019), a qualidade da educação está intrinsecamente vinculada à capacidade dos professores de reorganizar suas práticas frente à diversidade. A ausência de uma formação que articule, de maneira consistente, os saberes específicos da área, os fundamentos pedagógicos e as demandas inclusivas revela um limite persistente na constituição da profissionalidade docente.

Adicionalmente, observa-se que a literatura existente tende a tratar, de forma dissociada, os três eixos que estruturam este estudo: inteligência artificial, formação docente e educação inclusiva. Revisões recentes apontam para a predominância de abordagens que compreendem a IA sob uma perspectiva instrumental, ao passo que mantêm o professor como figura central da mediação pedagógica, mesmo em contextos altamente tecnologizados. Entretanto, tais análises não avançam na problematização das interseções entre tecnologia, didática e inclusão, evidenciando uma lacuna teórica e investigativa relevante no campo do ensino de Química.

É nesse ponto que este estudo se insere. Ao focalizar a produção acadêmica brasileira, materializada em teses e dissertações, busca-se compreender como se configura o debate acerca da formação de professores para o uso da inteligência artificial em contextos inclusivos no ensino de Química. Trata-se de uma escolha que reconhece a pós-graduação como espaço privilegiado de produção de conhecimento e de emergência de novas agendas investigativas, conforme assinala Teixeira (2008).

Assim, este artigo tem como objetivo analisar criticamente o estado da arte da formação de professores para o uso da inteligência artificial e sua relação com o ensino de Química inclusivo no Brasil. A investigação orienta-se pela seguinte questão: como a produção acadêmica brasileira tem articulado ou deixado de articular os campos da inteligência artificial, da formação docente e da educação inclusiva no ensino de Química?

Para tanto, adota-se como referencial metodológico o estado da arte, compreendido não apenas como levantamento da produção, mas como exercício analítico de sistematização, categorização e problematização do conhecimento produzido, conforme discutem Ferreira (2002) e Romanowski e Ens (2006). Nessa perspectiva, o estudo busca não apenas mapear tendências, mas evidenciar tensões, silenciamentos e possibilidades emergentes.

Ao propor essa leitura, este trabalho pretende contribuir para o avanço do campo ao explicitar a necessidade de uma abordagem integrada entre tecnologia, formação docente e inclusão, deslocando o debate de uma perspectiva meramente instrumental para uma compreensão crítica, ética e pedagogicamente situada da inteligência artificial no ensino de Química.

2 Referencial Teórico

O arcabouço teórico que fundamenta esta investigação articula-se em torno de duas perspectivas complementares sobre a Inteligência Artificial (IA) e sua interface com a educação: a abordagem racionalista-computacional e a abordagem crítico-educacional. Esta dicotomia teórica reflete a complexidade inerente à inserção de tecnologias inteligentes em contextos formativos, especialmente quando consideramos o duplo desafio de instrumentalizar docentes para o uso pedagógico da IA e, simultaneamente, promover uma educação química inclusiva.

A Inteligência Artificial (IA) constitui um campo interdisciplinar que articula conhecimentos da ciência da computação, da lógica matemática e das ciências cognitivas, sendo tradicionalmente definida como o estudo de sistemas capazes de simular processos

inteligentes e tomar decisões orientadas por dados. Conforme Russell e Norvig (2013), a IA pode ser compreendida como o estudo de agentes que percebem o ambiente por meio de sensores e atuam sobre ele por intermédio de mecanismos de resposta, operando sob o princípio da racionalidade. Essa definição insere-se em uma tradição racionalista-computacional que concebe a inteligência como processamento simbólico e resolução de problemas, remontando a estudos pioneiros como os de McCulloch e Pitts, que estabeleceram uma relação entre funcionamento neural, lógica formal e teoria da computação. Na contemporaneidade, a IA ultrapassa o domínio dos sistemas computacionais clássicos e se insere em contextos ubíquos, presentes em dispositivos móveis, plataformas digitais e ambientes virtuais, ampliando significativamente seu alcance social e educativo, ao mesmo tempo em que introduz novos desafios relacionados à sua compreensão, apropriação e regulação.

No campo educacional, a inteligência artificial tem sido compreendida como uma tecnologia com potencial para reconfigurar práticas pedagógicas, sobretudo no que se refere à personalização da aprendizagem, ao uso de sistemas adaptativos e à análise de dados educacionais. Estudos como os de Luckin *et al.* (2016) e Fadel, Bialik e Trilling (2019) indicam que a IA pode contribuir para a construção de percursos formativos mais flexíveis, oferecendo feedback contínuo e ampliando as possibilidades de acompanhamento do processo de aprendizagem. Entretanto, a incorporação dessas tecnologias no contexto escolar não ocorre de forma neutra nem linear. Conforme Kenski (2012) e Moran (2015), o uso de tecnologias na educação implica transformações profundas nas formas de ensinar e aprender, exigindo do professor não apenas domínio técnico, mas também competências pedagógicas e capacidade de reflexão crítica sobre o papel dessas ferramentas no processo educativo. Nesse sentido, a IA não deve ser reduzida à condição de recurso instrumental, mas compreendida como elemento que reconfigura as relações entre conhecimento, ensino e aprendizagem, exigindo processos formativos que possibilitem ao professor atuar de maneira consciente, intencional e crítica.

Essa discussão torna-se ainda mais complexa quando articulada à formação docente e à educação inclusiva. Conforme Tardif (2014), o trabalho docente envolve a mobilização de diferentes saberes disciplinares, pedagógicos e experiências que se constroem ao longo da trajetória profissional e se reconfiguram diante das demandas contemporâneas. No campo da educação inclusiva, Mantoan (2015) destaca que a inclusão não se limita à presença do estudante na sala de aula, mas implica a transformação das práticas pedagógicas de modo a garantir a aprendizagem de todos, deslocando o foco do déficit individual para a responsabilidade coletiva da escola. No contexto do ensino de Química, essa discussão assume contornos ainda mais relevantes, uma vez que a área é historicamente marcada por dificuldades de aprendizagem e por práticas pedagógicas que, muitas vezes, desconsideram a diversidade dos estudantes. Nesse cenário, a formação de professores de Química precisa incorporar, de forma integrada, conhecimentos científicos, pedagógicos e tecnológicos, de modo a possibilitar o uso crítico da inteligência artificial como ferramenta de mediação didática e de promoção da inclusão.

Para além de suas potencialidades, a inserção da inteligência artificial no campo educacional demanda uma análise crítica de seus impactos éticos, sociais e políticos. Campos (2018) problematiza a crescente instrumentalização do ensino mediado por tecnologias digitais, alertando para o risco de redução dos processos educativos à lógica da eficiência, da automatização e do controle. Nessa perspectiva, as tecnologias não são compreendidas como ferramentas neutras, mas como artefatos sociotécnicos que influenciam modos de pensar, agir

e aprender, podendo tanto ampliar possibilidades educativas quanto reforçar desigualdades existentes. A ausência de mediação crítica no uso dessas tecnologias pode contribuir para a reprodução de estereótipos, preconceitos e exclusões, especialmente em contextos marcados por desigualdades estruturais. Desse modo, a integração da inteligência artificial no ensino de Química exige uma formação docente que articule domínio técnico e consciência crítica, permitindo que essas tecnologias sejam utilizadas não apenas como instrumentos de inovação, mas como meios para a construção de práticas pedagógicas inclusivas, éticas e socialmente comprometidas.

Embora o referencial teórico aponte para a necessidade de uma integração crítica, ética e inclusiva da inteligência artificial no ensino, especialmente no contexto da formação de professores de Química, observa-se que essa articulação ainda não se consolida de forma significativa na produção acadêmica analisada. Tal distanciamento entre o potencial teórico e as práticas investigativas evidencia não apenas lacunas no campo, mas também a urgência de estudos que avancem na direção de uma abordagem mais integrada entre tecnologia, didática e inclusão.

3 Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, ancorada nos pressupostos do estado da arte. Essa abordagem metodológica tem como objetivo mapear, sistematizar e analisar criticamente a produção acadêmica sobre uma determinada temática, permitindo identificar tendências, lacunas e perspectivas investigativas no campo (FERREIRA, 2002; SILVA, 2020; ROMANOWSKI; ENS, 2006). Nesse sentido, o estudo busca compreender como a interface entre inteligência artificial, formação docente e ensino de Química inclusivo tem sido abordada na produção acadêmica brasileira.

A escolha pela abordagem qualitativa justifica-se pela possibilidade de análise aprofundada dos significados, concepções e perspectivas presentes nos trabalhos investigados, considerando que esse tipo de pesquisa se ocupa de dimensões da realidade que não podem ser reduzidas à quantificação (MINAYO, 2001). Além disso, o estudo também assume caráter exploratório e bibliográfico, uma vez que busca proporcionar maior familiaridade com o problema investigado e se fundamenta em produções acadêmicas previamente publicadas (GIL, 2008).

A busca pelas produções foi realizada na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), selecionada por sua abrangência nacional e por constituir o principal repositório da produção *stricto sensu* no Brasil. Para a realização da busca, foram utilizados os seguintes descritores: "Inteligência artificial", "Formação de Professores", "Inteligência artificial na educação", "Formação de Professores de Química" e "Educação inclusiva". A combinação dos termos foi realizada por meio do operador booleano AND, sendo também utilizadas variações sem aspas com o objetivo de ampliar o alcance dos resultados. Após a etapa de identificação, os trabalhos foram organizados em planilha eletrônica para controle sistemático do processo de triagem, permitindo o registro e acompanhamento de todas as etapas do processo seletivo.

Com o intuito de garantir transparência e rigor metodológico, as estratégias de busca e suas respectivas combinações foram sistematizadas, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Combinações de descritores e quantitativo de resultados encontrados na BDTD

Combinações de descritores	Registros encontrados na BDTD
“Inteligência artificial” AND “Formação de Professores”	17
“Inteligência artificial AND Formação de Professores”	49
“Inteligência artificial na educação”	17
“Formação de Professores de Química” AND “Educação inclusiva”	10

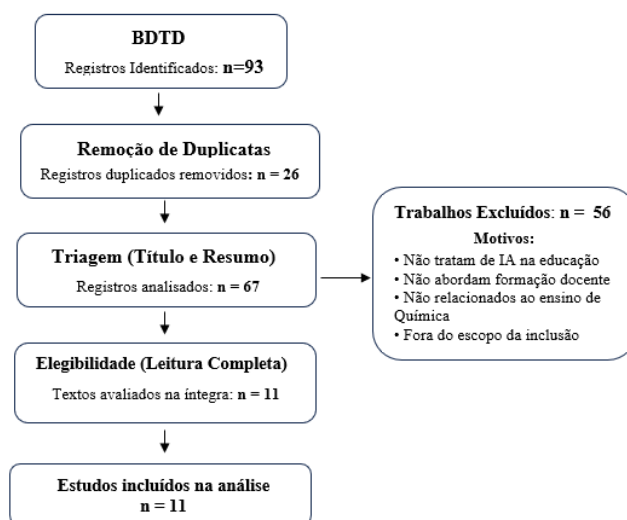
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Observa-se que a variação no número de registros encontrados evidencia a sensibilidade dos resultados às diferentes combinações de descritores, indicando que a produção acadêmica sobre a temática ainda se encontra dispersa e não consolidada sob um conjunto terminológico estável. Tal aspecto revela, por um lado, a emergência do campo investigativo e, por outro, a necessidade de maior padronização conceitual nas futuras pesquisas.

Os critérios de inclusão adotados foram: (i) publicações disponíveis integralmente em formato digital e gratuito; (ii) trabalhos que abordassem a inteligência artificial na educação ou a formação de professores de Química em contextos inclusivos; (iii) produções publicadas no período de 2014 a 2025; e (iv) estudos disponíveis em língua portuguesa. Como critérios de exclusão, consideraram-se: (i) trabalhos fora do período estabelecido; (ii) publicações em línguas estrangeiras; (iii) duplicatas; e (iv) estudos que não apresentassem relação direta com a temática investigada.

Para garantir transparência e rastreabilidade do processo de seleção dos estudos, foi elaborado um fluxograma que sistematiza as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão das produções analisadas. Para melhor compreensão do percurso metodológico adotado, a Figura 1 apresenta a sistematização das etapas de seleção dos trabalhos.

Figura 1 - Fluxograma do Processo de Seleção dos Trabalhos Mapeados



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O processo de seleção dos trabalhos seguiu as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão, conforme indicado na literatura especializada em revisões de

literatura. Inicialmente, foram identificados 93 registros na base de dados, incluindo duplicatas. Após a remoção de 26 registros duplicados, os estudos remanescentes foram submetidos à triagem com base nos critérios estabelecidos, resultando na seleção final de 11 trabalhos para compor o corpus de análise.

A Figura 1 revela o percurso metodológico adotado, permitindo visualizar de forma sequencial as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. Essa sistematização contribui para a transparência do processo de seleção, garantindo maior confiabilidade e rastreabilidade dos procedimentos realizados.

A explicitação dessas etapas assegura transparência metodológica e fortalece a confiabilidade do estudo, ao permitir a rastreabilidade e a replicabilidade do percurso investigativo. Ademais, a organização sequencial do processo contribui para a coerência interna da pesquisa, articulando de forma consistente os momentos de busca, filtragem, categorização e interpretação dos dados.

Para a organização e sistematização dos dados, os trabalhos selecionados foram registrados em uma planilha eletrônica, permitindo o acompanhamento das etapas do processo e a organização das informações relevantes. A análise dos dados foi conduzida por meio de um instrumento analítico estruturado, elaborado na forma de checklist temático. Esse instrumento foi construído com base na literatura da área e adaptado ao campo do ensino de Química, sendo operacionalizado em ambiente digital por meio de planilha eletrônica.

O checklist foi organizado em categorias analíticas previamente definidas, conforme sistematizado no Quadro 2.

Quadro 2 - Estrutura do checklist temático utilizado na análise dos estudos

Categoria	Elementos analisados
Informações bibliográficas	Autor, ano, instituição, programa
Aspectos temáticos	Aspectos temáticos
Aspectos metodológicos	Tipo de pesquisa, abordagem, instrumentos
Resultados	Principais contribuições
Lacunas	Limitações e sugestões futuras

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O Quadro 2 explicita a estrutura do instrumento analítico utilizado, evidenciando as dimensões consideradas na análise dos trabalhos. Cada estudo foi examinado individualmente a partir dessas categorias, o que possibilitou a padronização da análise e a comparabilidade entre os dados.

A definição dessas categorias não apenas orientou o processo de organização dos dados, mas também possibilitou a construção de uma leitura analítica mais sistemática, evitando descrições fragmentadas e favorecendo a comparabilidade entre os estudos. Dessa forma, o quadro atua como um dispositivo estruturante da análise, contribuindo para a consistência interpretativa dos resultados apresentados.

Adicionalmente, foi elaborada uma nuvem de palavras com base nas palavras-chave dos trabalhos selecionados, utilizando o software *Wordcloud*, com o objetivo de identificar os termos mais recorrentes na produção analisada. A Figura 2 permite visualizar os termos mais recorrentes nas pesquisas analisadas, evidenciando os focos temáticos predominantes no campo investigado.

Figura 2 - Nuvem de Palavras.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise da nuvem de palavras evidencia a centralidade de termos como “formação”, “professores”, “tecnologia” e “inteligência artificial”, indicando que o campo investigado tem se estruturado predominantemente em torno da dimensão formativa e do uso de recursos tecnológicos. No entanto, observa-se a baixa recorrência de termos diretamente associados à inclusão, como “acessibilidade”, “educação inclusiva” ou “deficiência”, o que reforça a lacuna já identificada ao longo deste estudo no que se refere à articulação entre inteligência artificial e ensino de Química em contextos inclusivos. Essa configuração lexical sugere que, embora haja avanço na incorporação da tecnologia nos processos formativos, ainda persiste um distanciamento entre inovação tecnológica e compromisso com a diversidade. Assim, a nuvem de palavras não apenas sintetiza tendências temáticas, mas também revela ausências significativas, funcionando como um indicador das prioridades e dos silenciamentos presentes na produção acadêmica analisada.

A sistematização dos dados permitiu a realização de uma análise qualitativa interpretativa, orientada pela identificação de padrões, recorrências e lacunas na produção acadêmica. Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou não apenas o mapeamento das pesquisas existentes, mas também a construção de uma leitura crítica acerca do estado atual do campo, especialmente no que se refere à articulação entre inteligência artificial, formação docente e ensino de Química inclusivo.

4 Resultados e Discussão

A análise dos 11 estudos selecionados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) permite delinear um panorama da produção acadêmica sobre formação docente, inteligência artificial e ensino de Química inclusivo no contexto brasileiro. O exame comparativo dessas pesquisas evidencia tendências predominantes, tensões no modo como a temática vem sendo abordada e lacunas estruturais que revelam os limites de consolidação do campo, especialmente no que se refere à articulação entre tecnologia, formação docente e inclusão.

4.1 Caracterização da produção acadêmica

No que se refere à caracterização da produção acadêmica, foram identificados 11

trabalhos que compõem o corpus desta pesquisa, permitindo uma análise mais detalhada acerca da configuração e do desenvolvimento do campo investigado. Em relação à natureza das produções, observa-se a predominância de dissertações de mestrado em relação às teses de doutorado, aspecto que pode indicar que a temática ainda se encontra em fase inicial de amadurecimento científico, com investigações concentradas em níveis formativos mais introdutórios. Esse dado sugere a necessidade de aprofundamento teórico e metodológico nas pesquisas futuras, especialmente em estudos de maior fôlego investigativo.

Em relação à distribuição temporal, verifica-se uma concentração das produções nos anos mais recentes do recorte analisado, especialmente a partir de 2020, o que evidencia um crescimento do interesse acadêmico pela temática, possivelmente impulsionado pela expansão das tecnologias digitais e pelo avanço da inteligência artificial no campo educacional. Esse movimento reforça o caráter emergente da área e aponta para sua crescente relevância no contexto contemporâneo.

A sistematização dessas informações encontra-se apresentada no Quadro 3, no qual são organizados os estudos selecionados, considerando aspectos como autoria, ano de publicação, instituição de origem e características gerais das pesquisas.

Quadro 3 - Caracterização geral das produções analisadas

Ano de Defesa	Título	Autor	Principais Contribuições
2014	Saberes profissionais para o exercício da docência em Química voltado à educação inclusiva	Field	Conhecimento superficial sobre educação inclusiva, engajamento consciente, reconhecimento de dificuldades, ineficácia legislativa
2014	Reflexões sobre a formação de professores de Química na perspectiva da inclusão e sugestões de metodologias inclusivas aos surdos aplicadas ao ensino de Química	Oliveira	Despreparo dos docentes, barreira comunicativa, ausência de discussões no contexto de inclusão, inclusão interpretada erroneamente como integração
2016	Representações sociais acerca da educação inclusiva na formação inicial de professores: um estudo com licenciandos-bolsistas PIBID de uma licenciatura em Química	Camargo	Representações sociais, PIBID, NEE, inclusão escolar, ausência de base teórica, formação inicial sobre educação especial e inclusiva, formação insuficiente para inclusão
2018	Formação inicial de professores de Química na perspectiva da educação inclusiva: um diálogo entre as propostas curriculares de instituições de ensino superior no estado de São Paulo e do Teachers College da Columbia University (EUA)	Nascimento	Poucas disciplinas voltadas para educação inclusiva e educação especial, ausência de disciplinas pedagógicas integradas, diferença no nível de formação, maior presença da inclusão em instituições estrangeiras, necessidade urgente de reformulações curriculares inclusivas
2019	Educação básica e inteligência artificial: perspectivas, contribuições e desafios Shimasaki	Gatti	Ausência de discussões sobre currículo, ausência de questão ética envolvendo IA, exclusão de grupos que não detêm as tecnologias
2021	Inteligência artificial: possibilidades nos processos de ensino e de aprendizagem	Shimasaki	Apoio da IA ao ensino e à aprendizagem, tutores inteligentes, ambientes virtuais adaptativos, gamificação, valorização docente, falta de investimento, capacitação docente
2021	Um olhar nas propostas pedagógicas para formação de professores de Química na perspectiva inclusiva em IES públicas da Paraíba	Barros	Lacuna de inclusão prática, surdez, ensino de Química, dificuldades de aprendizagem, carência de disciplinas voltadas à inclusão, necessidade urgente de atualização curricular

2022	A inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação	Domeneghini	Potencialização de práticas pedagógicas, respeito à diversidade, promoção de aprendizagens personalizadas, sistemas inteligentes, educação colaborativa, complementação do ensino tradicional
2023	Inteligência artificial aplicada à educação: transformação ou desintegração da escola?	Santos	Desestruturação da forma escolar, lógica mercantil e privatizante do conhecimento, substituição da centralidade do saber pelo domínio dos dados
2024	A inteligência artificial e a educação: uma investigação sobre como docentes percebem a IA e suas potenciais consequências educativas	Sousa	Reflexões críticas sobre o uso da IA na educação, valorização docente, necessidade de formação docente, letramento digital com foco em IA, uso de recursos educacionais abertos, desenvolvimento de práticas educativas, subjetividade humana
2024	O ChatGPT como recurso nos processos de ensino e aprendizagem na educação básica: sob a ótica de professores e alunos de uma rede de educação básica privada	Carvalho	Percepções variadas com relação ao uso do ChatGPT, falta de consenso sobre o uso do ChatGPT na educação, conformismo, falsa aparência intelectual

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

De modo geral, os dados indicam que, embora haja um movimento crescente de produção científica sobre a temática, o campo ainda apresenta características de dispersão e fragmentação, com limitada articulação entre inteligência artificial, formação docente e educação inclusiva no ensino de Química, evidenciando a necessidade de investigações mais integradas e aprofundadas.

4.2 Análise Detalhada dos Estudos Seleccionados

A análise dos estudos que compõem o corpus da pesquisa evidencia a diversidade de abordagens teórico-metodológicas e de focos investigativos presentes na produção acadêmica. De modo geral, observa-se que parte das investigações concentra-se na formação docente para atuação em contextos inclusivos, enquanto outras se dedicam à análise do uso da inteligência artificial no campo educacional, ainda que nem sempre articuladas diretamente ao ensino de Química.

No que se refere às pesquisas voltadas à formação docente e à educação inclusiva, destacam-se estudos que investigam tanto a formação inicial quanto a atuação de professores em contextos específicos. Nesse sentido, Field (2014) analisou os mecanismos de mobilização de saberes na formação de professores de Química para a inclusão escolar, envolvendo licenciandos, formadores e estudantes com deficiência visual em diferentes etapas do processo formativo. De forma complementar, Oliveira (2014) examinou o ensino de Química para estudantes surdos na rede estadual de Juiz de Fora, considerando as perspectivas de professores, intérpretes e alunos, evidenciando a necessidade de formação continuada e de metodologias que respeitem as especificidades linguísticas e cognitivas desses sujeitos.

Ainda nesse eixo, Camargo (2016) investigou as representações sociais de licenciandos participantes do PIBID sobre educação especial e inclusiva, destacando concepções relacionadas ao papel do professor de Química e à inclusão de estudantes com necessidades educacionais específicas. Em perspectiva institucional, Nascimento (2018) analisou a formação inicial em cursos de licenciatura em Química no estado de São Paulo, estabelecendo um diálogo comparativo com experiências internacionais e evidenciando lacunas na preparação para o atendimento a estudantes com deficiência. De modo semelhante,

Barros (2021) examinou a inserção da educação especial nos cursos de Licenciatura em Química da Paraíba, apontando fragilidades na articulação entre currículo, práticas formativas e inclusão.

Por outro lado, observa-se um conjunto de estudos voltados à investigação da inteligência artificial no contexto educacional, com diferentes níveis de aprofundamento teórico e empírico. Nesse grupo, Gatti (2019) realizou um mapeamento da produção acadêmica brasileira sobre inteligência artificial e educação, evidenciando o caráter emergente do campo. Na mesma direção, Shimasaki (2021) desenvolveu uma revisão sistemática sobre o uso da IA na educação, analisando teses e dissertações produzidas entre 2015 e 2020. Domeneghini (2022), por sua vez, investigou as características do uso de técnicas de inteligência artificial como prática mediadora no ensino e na aprendizagem, a partir de uma abordagem bibliográfica.

Em uma perspectiva mais recente, Santos (2023) analisou os impactos da inteligência artificial na estrutura escolar tradicional, discutindo a adequação das práticas educativas aos novos contextos tecnológicos. Já Sousa (2024) investigou as percepções de professores da rede pública do Distrito Federal sobre a inteligência artificial e suas implicações educativas, evidenciando tanto expectativas quanto preocupações relacionadas ao uso dessas tecnologias. Complementarmente, Carvalho (2024) examinou o uso do ChatGPT na Educação Básica a partir das percepções de alunos e professores, permitindo compreender como essa ferramenta tem sido incorporada às práticas escolares.

De forma geral, observa-se que, embora exista uma produção significativa tanto no campo da formação docente para a inclusão quanto no uso da inteligência artificial na educação, essas dimensões ainda aparecem de maneira pouco articulada nos estudos analisados. Tal cenário evidencia a fragmentação do campo e a necessidade de investigações que integrem de forma mais consistente as discussões sobre tecnologia, formação de professores e ensino de Química inclusivo.

4.3 Agrupamentos temáticos e análise institucional

A análise do corpus permitiu identificar a organização da produção acadêmica em dois grandes eixos temáticos, os quais evidenciam não apenas tendências investigativas predominantes, mas também os modos pelos quais o campo vem sendo estruturado. Esses agrupamentos revelam uma configuração ainda em consolidação, marcada por aproximações parciais entre os debates sobre formação docente para a inclusão e as discussões emergentes acerca da inteligência artificial na educação.

O primeiro agrupamento, constituído pelos estudos de Field (2014), Oliveira (2014), Camargo (2016), Nascimento (2018) e Barros (2021), concentra-se na formação de professores de Química na perspectiva da educação inclusiva, evidenciando preocupações recorrentes com as lacunas formativas, a ausência de preparo específico para o atendimento à diversidade e a necessidade de reorganização curricular nos cursos de licenciatura. Esses estudos apresentam relativa consistência teórica ao situarem a inclusão como eixo estruturante da prática docente.

Por outro lado, o segundo agrupamento, composto pelas pesquisas de Gatti (2019), Shimasaki (2021), Domeneghini (2022), Santos (2023), Sousa (2024) e Carvalho (2024), revela a emergência de um campo investigativo voltado à inteligência artificial na educação. Tais estudos caracterizam-se, em grande medida, por abordagens exploratórias, com ênfase nas potencialidades tecnológicas e em preocupações de natureza ética e pedagógica, ainda que,

em sua maioria, não estabelecem articulação direta com o ensino de Química inclusivo. Essa organização temática indica que, embora existam avanços em ambas as frentes, as discussões ainda se desenvolvem de maneira relativamente paralela, com limitada articulação entre formação docente, inclusão e tecnologias emergentes, o que reforça a fragmentação do campo. No que se refere à distribuição institucional dos estudos, observa-se um cenário marcado por desigualdades regionais significativas, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 - Orientadores e Universidades por Região.

Região	Orientadores	Universidades
Sudeste	Joana de Jesus de Andrade; Maria da Graça Moreira da Silva; Elie George Guimarães Ghanem Júnior; Eder Pires de Camargo; Ivoni de Freitas Reis; Caroline Medeiros Martins de Almeida	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP); Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo (USP); Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências, Campus de Bauru; Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP); Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).
Nordeste	Eduardo Gomes Onofre	Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
Centro-Oeste	Lúcio França Teles; Anna M. Canavarro Benite	Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal de Goiás (UFG)
Sul	Cristina Maria Pescador; Maria Elisabette Brisola Brito Prado	Universidade de Caxias do Sul (UCS); Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).
Norte	----	----

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise dos dados evidencia uma concentração expressiva de estudos em instituições da região Sudeste, com destaque para o estado de São Paulo, refletindo padrões mais amplos da produção científica nacional. Em contraste, verifica-se a participação mais limitada das regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sul, além da ausência de produções oriundas da região Norte no corpus analisado.

A análise dos programas de pós-graduação envolvidos, sintetizada no Quadro 5, evidencia a natureza interdisciplinar do campo, ao reunir pesquisas oriundas tanto da área de Educação quanto de áreas específicas como Química e Ensino de Ciências.

Quadro 5 - Programas de Pós-Graduação e Respectivas Regiões.

Região	Programa de Pós-Graduação
Sudeste	Educação; Educação para a Ciência; Química; Gestão Educacional
Nordeste	Ensino de Ciências e Educação Matemática
Centro-Oeste	Educação; Química
Sul	Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias; Educação
Norte	-----

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A predominância de programas da área de Educação, em comparação com aqueles diretamente vinculados à Química, indica que a discussão sobre inteligência artificial e inclusão ainda não foi plenamente incorporada ao núcleo específico do ensino de Química. Esse deslocamento do debate para campos mais amplos sugere que a área ainda carece de apropriação teórica e metodológica mais consistente, capaz de integrar, de forma orgânica, as dimensões tecnológica, didática e inclusiva.

Em síntese, os agrupamentos temáticos e a análise institucional evidenciam um campo em processo de consolidação, marcado por avanços importantes, mas também por fragmentações teóricas e desigualdades estruturais. A ausência de articulação mais robusta entre os eixos analisados reforça a necessidade de investigações que promovam a integração entre formação docente, inteligência artificial e ensino de Química inclusivo, contribuindo para o fortalecimento epistemológico da área.

4.4 Análise dos Eixos Temáticos e Contribuições Específicas

A categorização dos trabalhos conforme seus focos predominantes, apresentada no Quadro 6, permitiu a identificação de quatro eixos temáticos principais, relacionados à formação inicial, formação continuada, articulação entre formação inicial e continuada e outros contextos investigativos.

Quadro 6 - Classificação dos Estudos por Eixos.

Formação Inicial	Formação Continuada	Formação Inicial e Continuada	Outros Contextos
Formação inicial de professores de Química na perspectiva da Educação Inclusiva: um diálogo entre as propostas curriculares.	Inteligência Artificial: possibilidades nos processos de ensino e de aprendizagem	Um olhar nas propostas pedagógicas para formação de professores de Química na perspectiva inclusiva em IES públicas da Paraíba	Inteligência Artificial aplicada à educação: transformação ou desintegração da escola?
Representações sociais acerca da educação inclusiva na formação inicial de professores: um estudo com licenciandos-bolsistas PIBID.	A Inteligência Artificial e a Educação: uma investigação sobre como docentes percebem a IA e suas potenciais consequências educativas	Reflexões sobre a Formação de Professores de Química na Perspectiva da Inclusão e sugestões de metodologias inclusivas aos surdos...	Educação Básica e Inteligência Artificial: perspectivas, contribuições e desafios
Saberes profissionais para o exercício da docência em Química voltado à educação inclusiva	O ChatGPT como recurso nos processos de ensino e aprendizagem na Educação Básica: sob a ótica de professores e alunos.	----	A Inteligência Artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A organização dos estudos nesses eixos evidencia a diversidade de abordagens presentes no campo, ao mesmo tempo em que permite identificar tendências, limites e contribuições específicas em cada dimensão analisada. Além disso, observa-se que a articulação entre formação inicial e continuada aparece de forma menos expressiva, indicando uma fragilidade na compreensão da formação docente como um processo contínuo e integrado. Tal aspecto sugere que o campo ainda opera sob uma lógica fragmentada, na qual os diferentes momentos da formação são tratados de maneira dissociada, o que pode comprometer a construção de práticas pedagógicas mais consistentes e alinhadas às demandas contemporâneas da educação inclusiva.

Essa configuração evidencia que, embora haja avanços na incorporação das discussões sobre inclusão e tecnologia na formação docente, ainda persiste uma lacuna significativa na integração dessas dimensões. A ausência de abordagens que articulem de forma consistente os diferentes eixos temáticos revela a necessidade de investigações que superem a fragmentação analítica e avancem na construção de perspectivas mais interdisciplinares e integradas.

Dessa forma, a análise dos eixos temáticos não apenas permite mapear os focos predominantes da produção acadêmica, mas também explicita os limites estruturais do campo, especialmente no que se refere à articulação entre formação docente, inteligência artificial e ensino de Química inclusivo. O avanço dessa agenda investigativa depende, portanto, da superação de abordagens compartimentalizadas e da construção de referenciais teóricos e metodológicos que promovam a integração entre essas dimensões.

4.4.1 Análise dos Estudos sobre Formação Inicial

Os trabalhos categorizados no eixo da formação inicial revelam análises críticas consistentes sobre as deficiências na preparação de professores de química. A investigação de Nascimento (2018) demonstrou compromisso social ao evidenciar o distanciamento entre as previsões documentais e as práticas efetivas nas universidades, valorizando adequadamente as lutas da comunidade surda pela inclusão da Libras e problematizando a adoção acrítica de modelos estrangeiros.

O estudo de Camargo (2016) tornou evidente o despreparo dos futuros professores de química para a educação inclusiva, apontando a carência de disciplinas específicas como lacuna formativa significativa. A pesquisa demonstrou que, embora o PIBID represente experiência positiva, não substitui base teórica sólida sobre a temática, sendo que as experiências práticas frequentemente reforçam visões limitadas sobre inclusão. Essa constatação alinha-se ao entendimento de Vilela-Ribeiro e Benite (2010, p. 587) de que "o professor de ciências deve estar preparado para lidar com as diferenças dos alunos em sala de aula, inclusive com aqueles com necessidades educativas especiais".

A investigação de Field (2014) sobre saberes profissionais para a docência em química inclusiva evidenciou a relevância da articulação teoria-prática na formação inicial, demonstrando que o uso de instrumentos reflexivos como diários coletivos e parcerias com instituições especializadas configuram estratégias eficazes para desenvolver sensibilidade e preparo nos licenciandos.

4.4.2 Análise dos Estudos sobre Formação Continuada

As pesquisas sobre formação continuada revelam compreensão aprofundada do potencial da inteligência artificial como aliada do processo educativo. O estudo de Shimasaki (2021) demonstrou que a tecnologia oferece ferramentas poderosas capazes de beneficiar professores, alunos, gestores e governos, mas simultaneamente impõe desafios significativos relacionados à infraestrutura, capacitação docente e enfrentamento das desigualdades sociais.

A investigação de Sousa (2024) mostrou-se relevante ao tratar criticamente os impactos da tecnologia na educação, distinguindo-se pela abordagem ética, pela escuta qualificada dos professores e pela proposição de formação crítica. A pesquisa de Carvalho (2024) sobre utilização do ChatGPT abordou com pertinência o uso dessa ferramenta específica, apresentando reflexões fundamentadas sobre ética, intencionalidade pedagógica e formação docente.

4.4.3 *Análise dos Estudos sobre Formação Inicial e Continuada*

As investigações que articulam formação inicial e continuada evidenciaram a complexidade do papel do professor de química. O estudo de Barros (2021) demonstrou que o domínio de conteúdos científicos é necessário, mas insuficiente, sendo essencial a capacidade de traduzi-los de forma significativa para todos os alunos, respeitando suas singularidades.

Complementarmente, a investigação de Oliveira (2014) sobre metodologias inclusivas para surdos no ensino de química revelou a urgência de avanços práticos na inclusão de estudantes surdos no ensino médio, proporcionando reflexão substantiva sobre a responsabilidade da formação docente e o papel da escola na promoção de ambientes verdadeiramente inclusivos.

4.4.4 *Inteligência artificial e outros contextos educacionais*

As pesquisas categorizadas em outros contextos provocaram reflexões profundas sobre os rumos da educação. A análise de Santos (2023) evidenciou riscos significativos de esvaziamento do sentido formativo da educação quando o conhecimento é reduzido a dados e algoritmos.

O estudo de Gatti (2019) demonstrou que, apesar da regularidade nas publicações, a maioria dos trabalhos ainda trata a inteligência artificial como ferramenta de apoio ao ensino, sem aprofundamento conceitual, ético ou pedagógico adequado. A investigação de Domeneghini (2022) contribuiu significativamente para a reflexão sobre o papel da IA como ferramenta pedagógica, ressaltando a necessidade de alinhamento a princípios éticos. Essa perspectiva corrobora a visão de Herpich (2015, p. 24) de que "a implementação de agentes inteligentes possibilita oferecer um suporte ciente das reais exigências dos estudantes, fazendo com que os conteúdos sejam direcionados de acordo com o nível de conhecimento do usuário".

De modo geral, a análise dos eixos temáticos evidencia que, embora haja avanços nas discussões sobre formação docente, inclusão e uso de tecnologias, essas dimensões ainda se apresentam de forma fragmentada no campo investigado. Observa-se a ausência de articulações mais consistentes entre formação inicial, formação continuada e uso crítico da inteligência artificial, o que limita o potencial transformador dessas práticas no ensino de Química.

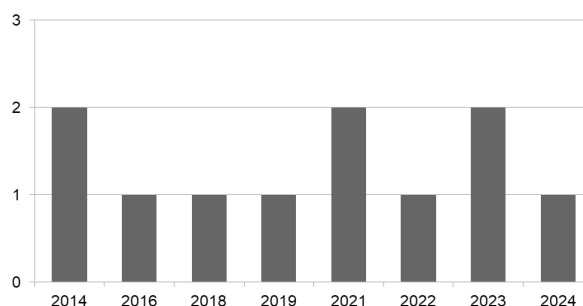
4.5 *Análise Bibliométrica da Produção Acadêmica*

A análise bibliométrica da produção acadêmica permitiu identificar padrões de distribuição temporal, institucional e temática dos estudos, oferecendo subsídios para a compreensão do estágio de desenvolvimento do campo investigado. Mais do que uma descrição quantitativa, essa análise possibilita evidenciar tendências, lacunas e assimetrias que caracterizam a produção sobre a interface entre inteligência artificial, formação docente e ensino de Química em contextos inclusivos.

A análise temporal da produção acadêmica, representada na figura 3, revela padrões interessantes na evolução das publicações sobre a temática no período investigado. Verifica-se que o ano de 2014 apresentou significativa produção inicial, com duas publicações correspondendo a 18,2% do total de trabalhos analisados. Seguiu-se um período de produção

mais esparsa entre 2016 e 2019, com apenas uma publicação por ano (9,1% cada). O ano de 2021 marcou novo pico produtivo, com duas publicações (18,2%), padrão repetido em 2023. Os anos de 2022 e 2024 apresentaram, cada um, uma única publicação (9,1%), indicando flutuação na continuidade da produção acadêmica sobre o tema.

Figura 3 - Distribuição temporal das publicações

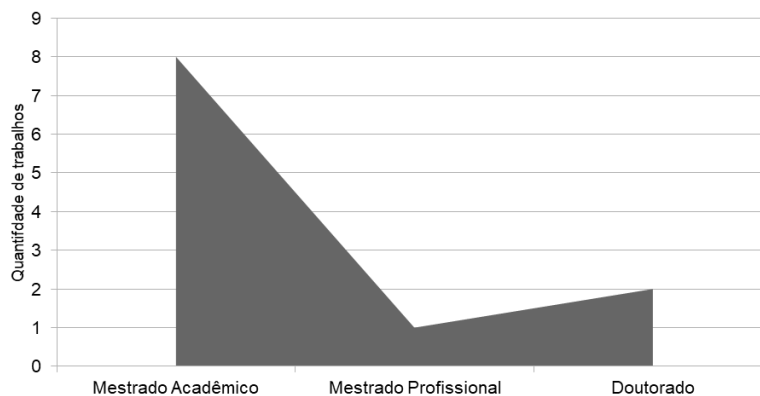


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esse comportamento irregular da produção ao longo do tempo indica que o campo ainda não apresenta estabilidade investigativa, caracterizando-se como uma área emergente, sujeita a oscilações decorrentes de interesses pontuais de pesquisa e da incorporação recente da temática da inteligência artificial no contexto educacional.

No que concerne aos níveis de formação dos trabalhos, a Figura 4 demonstra clara predominância de estudos em nível de mestrado acadêmico, que totalizam 72,7% (8 trabalhos) da produção analisada. O mestrado profissional representa 9,1% (1 trabalho), enquanto o doutorado corresponde a 18,2% (2 trabalhos), indicando que a temática ainda está em processo de consolidação na pós-graduação *stricto sensu*.

Figura 4 – Distribuição da produção acadêmica segundo o nível de formação

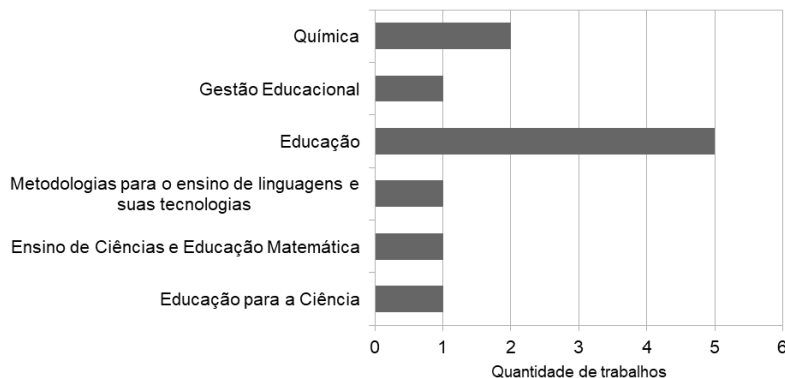


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A distribuição por programas de pós-graduação (Figura 5), evidencia a centralidade dos Programas de Educação na produção do conhecimento sobre o tema, representando 45,5% (5 trabalhos) do total.

A predominância de dissertações em relação às teses reforça o caráter ainda incipiente do campo, sugerindo que as investigações se concentram em níveis formativos iniciais, com menor presença de estudos de maior densidade teórica e aprofundamento analítico, característicos do doutorado.

Figura 5 - Distribuição dos programas de pós-graduação na produção acadêmica analisada



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os Programas de Química respondem por 18,2% (2 trabalhos), enquanto Gestão Educacional, Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias, Ensino de Ciências e Educação Matemática, e Educação para a Ciência contribuem cada um com 9,1% (1 trabalho) da produção analisada.

A centralidade dos programas da área de Educação indica que o debate sobre inteligência artificial e inclusão ainda não foi plenamente incorporado pela área específica do ensino de Química, revelando um deslocamento do campo para espaços mais amplos da pesquisa educacional, em detrimento de uma apropriação mais consolidada pela área

disciplinar.

4.6 Análise Geográfica da Produção Científica

A distribuição espacial da produção acadêmica, detalhada no Quadro 7, confirma a hegemonia do estado de São Paulo, responsável por 36,4% (4 trabalhos) do total. Minas Gerais segue com 18,2% (2 trabalhos), enquanto Distrito Federal, Goiás, Paraná, Paraíba e Rio Grande do Sul contribuem individualmente com 9,1% (1 trabalho cada).

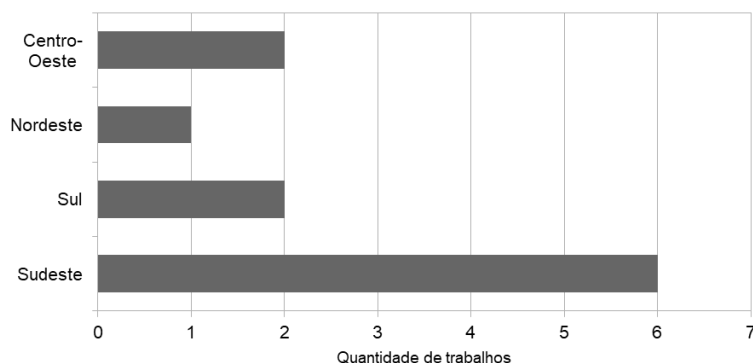
Quadro 7 - Número de Trabalhos por Estado.

Estado	Nº de Trabalhos
São Paulo	4
Minas Gerais	2
Distrito Federal	1
Goiás	1
Paraná	1
Paraíba	1
Rio Grande do Sul	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esta distribuição reflete as assimetrias regionais características da produção científica nacional. A análise regional consolidada, apresentada na figura 6, reforça a concentração no Sudeste (54,5%, 6 trabalhos), seguido por Centro-Oeste e Sul (18,2% cada, 2 trabalhos), Nordeste (9,1%, 1 trabalho), com ausência completa de produções da região Norte. Este panorama evidencia a necessidade de políticas de fomento à pesquisa que contemplem a redução das desigualdades regionais.

Figura 6 - Distribuição regional da produção acadêmica.



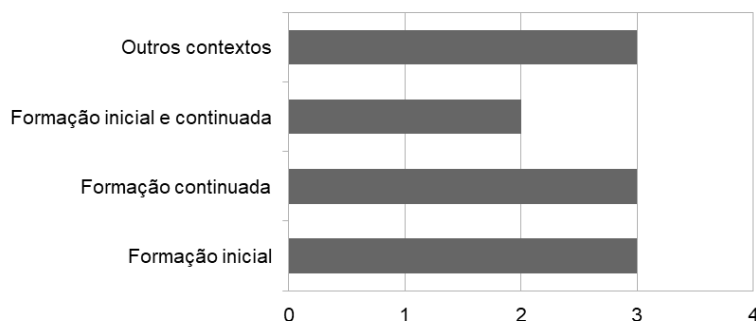
Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Essa concentração regional evidencia desigualdades estruturais na produção científica brasileira, indicando que o acesso a programas de pós-graduação e a recursos de pesquisa ainda se distribui de forma assimétrica. Tal cenário pode limitar a diversidade de contextos investigados, restringindo a compreensão das múltiplas realidades educacionais do país.

4.7 Análise dos Eixos Temáticos e Focos de Análise

A distribuição por eixos temáticos, representada na figura 7, demonstra equilíbrio relativo entre as categorias analíticas. Os eixos "Formação Inicial", "Formação Continuada" e "Outros Contextos" apresentam 27,3% cada (3 trabalhos), enquanto "Formação Inicial e Continuada" representa 18,2% (2 trabalhos). Esta distribuição indica a multifocalidade das investigações no campo.

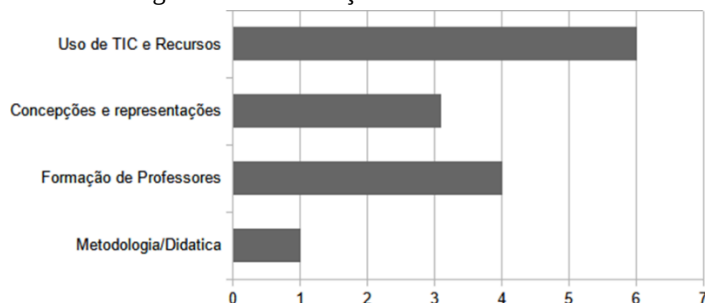
Figura 7 - Quantidade de Trabalhos por Eixo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise dos focos de investigação predominantes, ilustrada na figura 8, revela que "Uso de TIC e Recursos" constitui o foco principal em 54,6% (6 trabalhos) das pesquisas. "Formação de Professores" aparece em 36,4% (4 trabalhos), "Concepções e Representações" em 27,3% (3 trabalhos), e "Metodologia/Didática" em 9,1% (1 trabalho). A sobreposição de focos em alguns trabalhos demonstra a complexidade e interdisciplinaridade da temática.

Figura 8 - Distribuição dos Focos de Análise.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A predominância de estudos centrados no uso de tecnologias e recursos digitais, em detrimento de investigações voltadas às dimensões didáticas e metodológicas, revela uma tendência tecnicista no campo, na qual as ferramentas são priorizadas em relação à reflexão pedagógica. Tal configuração indica que a incorporação da inteligência artificial no ensino ainda ocorre de forma instrumental, sem a devida problematização de seus impactos educacionais.

O Quadro 8 detalha a distribuição específica dos focos de análise por trabalho, permitindo visualizar as intersecções temáticas e as particularidades de cada investigação.

Quadro 8 - Focos de Análise Presentes nos Trabalhos Mencionados.

Focos de Análise	Trabalhos Mencionados
Concepções e representações	Camila Pereira de Camargo; Rodrigo Shimasaki
Formação de Professores	Jesse Silva Barros; Karla Amâncio Pinto Field; Ana Carolina Dalbó do Nascimento; Ricardo Lima Praciano de Sousa
Metodologia/Didática	Cristiane Lopes Rocha de Oliveira
Uso de TIC e recursos	Douglas Ladislau dos Santos; Rita de Cássia Junqueira de Carvalho; Daiana Domeneghini; Francielle Nogueira Gatti; Rodrigo Shimasaki; Ricardo Lima Praciano de Sousa

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A distribuição entre os eixos reforça a fragmentação do campo, uma vez que os estudos tendem a se concentrar em dimensões específicas da formação docente, sem promover articulações mais amplas entre os diferentes níveis e contextos formativos.

4.8 Análise Aprofundada dos Focos de Investigação

A dissertação de Shimasaki (2021) caracterizou-se pela dupla focalização, investigando tanto o "Uso de TIC e Recursos" quanto "Concepções e representações" sobre inteligência artificial na educação. O trabalho analisou estudos realizados entre 2015 e 2020, permitindo mapear a evolução das discussões sobre IA no contexto educacional brasileiro.

O estudo de Nascimento (2018) centrou-se na "Formação de Professores", especificamente na formação inicial de professores de química sob a perspectiva inclusiva. A pesquisa evidenciou deficiências estruturais na preparação docente para a inclusão, apontando a escassa abordagem dessa temática nos cursos de licenciatura.

A investigação de Camargo (2016), focada em "Concepções e representações", mapeou as representações sociais de licenciandos em química sobre alunos com Necessidades Educacionais Especiais (NEE) e inclusão escolar. As conclusões indicaram representações inadequadas para a atuação docente inclusiva, revelando lacunas formativas significativas.

O trabalho de Barros (2021), também no eixo "Formação de Professores", defendeu que a formação inicial deve contemplar discussões e metodologias voltadas à inclusão, fundamentadas em legislações nacionais e internacionais, com adequada estruturação curricular desde o início da formação docente.

A tese de Field (2014) reforçou a importância de iniciar as discussões sobre formação para inclusão já na graduação, argumentando que a inserção de disciplinas específicas, embora necessária, é insuficiente sem a articulação entre teoria acadêmica e vivência prática.

A dissertação de Oliveira (2014), com foco em "Metodologia/Didática", identificou que as escolas investigadas praticavam predominantemente a integração em detrimento da inclusão, revelando carência de materiais didáticos adequados e a necessidade de formação continuada específica para professores e intérpretes.

O estudo de Sousa (2024) articulou "Uso de TIC e Recursos" com "Formação de Professores", abordando a inteligência artificial a partir da percepção docente sobre suas consequências educativas e a preparação para utilização pedagógica da ferramenta.

A tese de Santos (2023), focada no "Uso de TIC e Recursos", analisou como a IA, ao operar com linguagem de aprendizagem e dados, pode comprometer a escola como espaço público e coletivo.

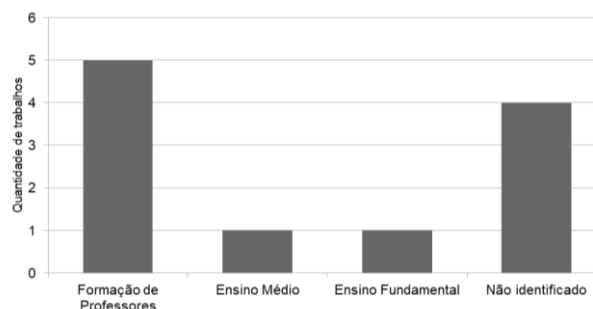
As investigações de Carvalho (2024), Domeneghini (2022) e Gatti (2019), todas com foco no "Uso de TIC e Recursos", abordaram a inteligência artificial sob perspectivas distintas, respectivamente: potencial do ChatGPT como ferramenta pedagógica; enriquecimento do processo educativo mediante respeito à diversidade; e incorporação da IA como conteúdo curricular para formação de cidadãos críticos.

De modo geral, os dados analisados reforçam a necessidade de superação de abordagens fragmentadas, indicando que o avanço do campo depende da articulação entre formação docente, tecnologia e inclusão de forma crítica e integrada.

4.9 Análise Metodológica Aprofundada

O nível de ensino contemplado nos trabalhos, representado na (Figura 9), demonstra que a "Formação de Professores" constitui o foco principal em 45,5% (5 trabalhos) das investigações. O ensino médio e fundamental aparecem com 9,1% cada (1 trabalho), enquanto 36,4% (4 trabalhos) não tiveram nível de ensino específico identificado, refletindo o caráter teórico ou transversal de parte das pesquisas.

Figura 9 - Nível de Ensino Contemplado.

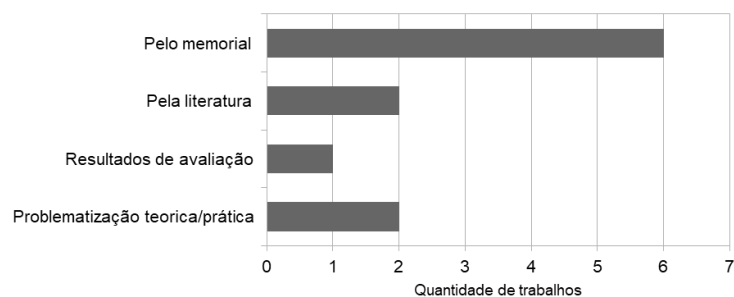


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A forma de tratamento do problema de pesquisa (Figura 10), revela predominância do memorial como estratégia de construção do problema (54,5%, 6 trabalhos). A literatura e a

problematização teórico-prática representam 18,2% cada (2 trabalhos), enquanto os resultados de avaliação correspondem a 9,1% (1 trabalho).

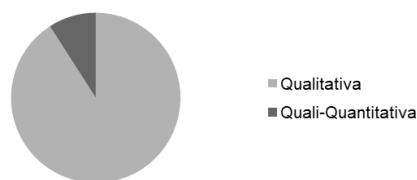
Figura 10 - Forma de Tratamento do Problema.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Quanto às abordagens metodológicas, a (Figura 11) evidencia hegemonia da abordagem qualitativa (90,9%, 10 trabalhos), com apenas um estudo (9,1%) adotando abordagem quali-quantitativa. Esta distribuição reflete a natureza interpretativa e compreensiva predominante nas pesquisas em educação.

Figura 11 - Abordagem Metodológica das pesquisas mapeadas.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A predominância de abordagens qualitativas evidencia a preocupação dos pesquisadores com a compreensão aprofundada dos fenômenos educacionais. No entanto, a baixa incidência de estudos de natureza aplicada ou experimental aponta para uma lacuna importante, especialmente no que se refere à validação prática de propostas pedagógicas mediadas por inteligência artificial.

O Quadro 9 detalha os procedimentos metodológicos adotados, destacando-se a pesquisa exploratória (45,5%, 5 trabalhos) como a mais frequente. Estado da arte, estudo de caso, pesquisa descritiva, revisão sistemática e Análise Textual Discursiva (ATD) aparecem com 18,2% cada (2 trabalhos), enquanto pesquisa-ação, revisão integrativa e análise bibliográfica e documental representam 9,1% cada (1 trabalho).

Quadro 9 - Procedimentos e Frequência nos trabalhos

Procedimentos	Nº
Pesquisa exploratória	5
Estado da arte	2
Estudo de caso	2
Pesquisa descritiva	2
Revisão sistemática	2
Análise Textual Discursiva (ATD)	2
Pesquisa-ação	1
Revisão integrativa	1
Análise Bibliográfica e Documental	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Finalmente, o Quadro 10 apresenta os instrumentos de produção de dados, com destaque para plataformas digitais (45,5%, 5 trabalhos), entrevistas (36,4%, 4 trabalhos), questionários (27,3%, 3 trabalhos), documentos (18,2%, 2 trabalhos), e diário de campo, vídeo/áudio e softwares (9,1% cada, 1 trabalho). Esta diversidade instrumental reflete a complexidade metodológica requerida pela temática investigada.

Quadro 10 - Instrumentos de Produção de Dados utilizados nos trabalhos

Instrumentos de produção de dados utilizados	Nº
Plataformas digitais	5
Entrevistas	4
Questionários	3
Documentos	2
Diário de campo	1
Vídeo/áudio	1
Softwares	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Esta análise metodológica detalhada demonstra a sofisticação e diversidade das abordagens investigativas adotadas nos trabalhos analisados, revelando a maturidade metodológica do campo, ainda que este apresente significativas lacunas temáticas e regionais a serem superadas.

De modo geral, a análise bibliométrica evidencia que o campo investigado se encontra em processo de consolidação, apresentando avanços importantes, mas também lacunas significativas, especialmente no que se refere à integração entre inteligência artificial, formação docente e ensino de Química inclusivo. Os dados reforçam a necessidade de investigações que superem abordagens fragmentadas e tecnicistas, avançando na construção de perspectivas mais críticas, contextualizadas e pedagogicamente fundamentadas.

5 Considerações Finais

O percurso analítico desenvolvido neste estudo permite retomar, sob uma perspectiva ampliada, a tensão inicialmente apresentada entre a incorporação de tecnologias emergentes e a construção de uma educação efetivamente inclusiva no ensino de Química. Ao examinar a produção acadêmica brasileira sobre inteligência artificial, formação docente e inclusão, evidencia-se que, embora esses campos tenham avançado de forma significativa nas últimas décadas, sua articulação permanece incipiente e marcada por fragmentações que limitam seu potencial transformador.

Sob essa perspectiva, observa-se que a inserção da inteligência artificial no contexto educacional tem sido conduzida, majoritariamente, por uma lógica instrumental, que privilegia o uso de ferramentas em detrimento da problematização de suas implicações pedagógicas, éticas e formativas. Tal tendência, longe de promover rupturas substantivas, tende a reconfigurar práticas tradicionais sob novas mediações tecnológicas, sem, contudo, alterar de forma consistente suas bases pedagógicas.

No que concerne à formação docente, os achados reforçam a persistência de fragilidades estruturais que dificultam a constituição de práticas pedagógicas críticas e integradas. A ausência de propostas formativas que articulem, de maneira consistente, os conhecimentos específicos da Química, os fundamentos didáticos e as demandas da educação inclusiva evidencia um descompasso entre os processos formativos e as exigências contemporâneas da escola.

Particularmente expressiva é a constatação de que a intersecção entre inteligência artificial e ensino de Química em perspectiva inclusiva permanece praticamente inexplorada na produção acadêmica analisada. Essa ausência não deve ser compreendida apenas como uma lacuna empírica, mas como indicativa de um limite epistemológico mais amplo, associado à permanência de abordagens compartimentalizadas que dificultam a construção de respostas pedagógicas mais complexas e articuladas.

Ademais, as assimetrias regionais identificadas na produção científica evidenciam a concentração do conhecimento em determinados centros, reiterando desigualdades históricas no cenário acadêmico brasileiro. Tal constatação reforça a necessidade de políticas de fomento que promovam a descentralização da pesquisa e ampliem a diversidade de contextos investigados, especialmente em áreas estratégicas como a interface entre tecnologia, formação docente e inclusão.

Reconhece-se que, por sua natureza, estudos do tipo estado da arte apresentam limitações inerentes, sobretudo diante do ritmo acelerado de produção científica em áreas emergentes. Ainda assim, tais investigações desempenham papel fundamental ao sistematizar

o conhecimento disponível, evidenciar tensões e lacunas, e orientar o desenvolvimento de novas agendas investigativas.

Diante desse cenário, este estudo reafirma a urgência de deslocamentos teóricos e metodológicos no campo. Mais do que incorporar a inteligência artificial às práticas educativas, torna-se necessário repensar as bases da ação pedagógica, reconhecendo que a tecnologia, por si só, não garante inovação nem inclusão. É na mediação docente, na intencionalidade pedagógica e na construção de práticas sensíveis à diversidade que reside o potencial transformador dessas ferramentas.

Por fim, espera-se que as reflexões aqui desenvolvidas contribuam para o fortalecimento de uma agenda de pesquisa comprometida com a integração entre tecnologia, formação docente e inclusão, incentivando investigações que avancem para além do uso instrumental da inteligência artificial e se orientem por uma perspectiva crítica, ética e socialmente referenciada. Mais do que responder aos desafios do tempo presente, trata-se de reconfigurar as bases do ensino de Química, de modo a torná-lo efetivamente inclusivo, epistemologicamente crítico e socialmente comprometido.

Referências

BARROS, José da Silva. **Um olhar nas propostas pedagógicas para formação de professores de Química na perspectiva inclusiva em IES públicas da Paraíba**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

CAMARGO, Carlos Pires de. **Representações sociais acerca da educação inclusiva na formação inicial de professores: um estudo com licenciandos-bolsistas PIBID de uma licenciatura em Química**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016.

CAMPOS, Luis Fernando Altenfelder de Arruda. **Inteligência artificial e instrumentalização digital no ensino: a semiformação na era da automatização computacional**. 2018. Tese (Doutorado em Educação Escolar) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/157281>. Acesso em: 2 abr. 2026.

CARVALHO, Rita de Cássia Junqueira de. **O ChatGPT como recurso nos processos de ensino e aprendizagem na educação básica: sob a ótica de professores e alunos de uma rede de educação básica privada**. 2024. Dissertação (Mestrado em Gestão Educacional) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2024.

DOMENEGHINI, Daiana. **A inteligência artificial como prática mediadora para o ensino e aprendizagem na educação**. 2022. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2022.

FADEL, Charles; BIALIK, Maya; TRILLING, Bernie. **Educação em quatro dimensões: as competências que os estudantes devem ter para atingir o sucesso**. São Paulo: Instituto Península, 2019.

FIELD, Karla Amâncio Pinto. **Saberes profissionais para o exercício da docência em química voltado à educação inclusiva**. 2014. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

FERREIRA, Norma Sandra de Almeida. As pesquisas denominadas “estado da arte”. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 23, n. 79, p. 257-272, ago. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/ZQdds5fsVQVfVfJjB3T5B5M/>. Acesso em: 2 abr. 2026.

GATTI, Francielle Nogueira. **Educação básica e inteligência artificial: perspectivas, contribuições e desafios**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/22788/2/Francielle%20Nogueira%20Gatti.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, Aline Barbosa. **Professores de química no processo ensino-aprendizagem de estudantes com deficiência visual: formação e prática**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

HERPICH, Fabrício. **Intelligent agent adaptive to the level of expertise of students**. 2015. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15250>. Acesso em: 2 abr. 2026.

KENSKI, Vani Moreira. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. 9. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LINDNER, Annabel; BERGES, Marc. Can you explain AI to me? Teachers' pre-concepts about artificial intelligence. In: IEEE FRONTIERS IN EDUCATION CONFERENCE, 2020, Uppsala. **Anais [...]**. Uppsala: IEEE, 2020. p. 1-9. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9274005>. Acesso em: 2 abr. 2026.

LUCKIN, Rose; HOLMES, Wayne; GRIFFITHS, Mark; FORCIER, Laurie. **Intelligence unleashed: an argument for AI in education**. London: Pearson, 2016.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. **Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?** São Paulo: Moderna, 2015.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAN, José Manuel. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto; MORALES, Ofélia Elisa Torres (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: UEPG, 2015. p. 15–33.

NASCIMENTO, Ana Cláudia Dias do. **Formação inicial de professores de Química na perspectiva da educação inclusiva: um diálogo entre as propostas curriculares das instituições de ensino superior no estado de São Paulo e do Teachers College da Columbia University (EUA)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências – área: Educação) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

OLIVEIRA, Cristiane Lopes Rocha de. **Reflexões sobre a formação de professores de Química na perspectiva da inclusão e sugestões de metodologias inclusivas aos surdos aplicadas ao ensino de Química**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

ROMANOWSKI, Joana Paulin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em:
<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24176>. Acesso em: 2 abr. 2026.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

SANTOS, Douglas Lima dos. **Inteligência artificial aplicada à educação: transformação ou desintegração da escola**. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SHIMASAKI, Rodrigo. **Inteligência artificial: possibilidades nos processos de ensino e de aprendizagem**. 2021. 107 f. Dissertação (Mestrado em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias) – Universidade Pitágoras Unopar, Londrina, 2021.

SILVA, Maria da Graça Moreira da; GONSALES, Priscila. **Possibilidades de IA na educação**. São Paulo: IBM, 2018. Disponível em:
<https://www.ibm.com/ibm/responsibility/br-pt/downloads/e-book-IA-na-educacao.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2026.

SILVA, Rafael Soares. **A defectologia e a teoria histórico-cultural no ensino de química para o deficiente visual: um estado da arte em teses e dissertações (2000–2019)**. 2020. 138 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

SOUZA, Rafael Lima Pereira de. **A inteligência artificial e a educação: uma investigação sobre como docentes percebem a IA e suas potenciais consequências educativas**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

TEIXEIRA, Anísio Spínola. **Educação não é privilégio**. 7. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008.

VILELA-RIBEIRO, Eveline Borges; BENITE, Anna Maria Canavarro. A educação inclusiva na percepção dos professores de química. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, p. 585-594, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a06.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2026.

Contribuições da autoria

Antonio Douglas Teixeira Barbosa: Conceitualização, Organização, Interpretação e Análise de Dados, Investigação, Metodologia, Redação.

Rafael Soares Silva: Análise de Dados, Metodologia, Supervisão/Orientação, Redação.

Data de submissão: 20/10/2025

Data de aceite: 24/04/2026