

SOFTWARES E SIMULADORES EDUCACIONAIS E O ENSINO DE QUÍMICA: UM PANORAMA DA LITERATURA

EDUCATIONAL SOFTWARE AND SIMULATORS AND CHEMISTRY TEACHING: AN OVERVIEW OF LITERATURE

Douglas Guerhart dos Santos¹, Marcelo Valério²

Recebido: setembro/2024 - Aprovado: dezembro/2025

RESUMO: Softwares e simuladores são tecnologias que podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem, buscando formas de superar as práticas pedagógicas de baixo envolvimento dos estudantes. As evidências de uso, no entanto, não são as mais claras, dada a diversidade de software e simuladores existentes, e seu uso avaliado a partir de experiências pontuais. Este trabalho objetiva realizar uma revisão bibliométrica da literatura (RBL) para avaliar a produção científica da área. A pesquisa tem caráter qualitativo, sistematizada nas quatro fases fundamentais da RBL: (I) constituição de descritores, (II) seleção dos artigos, (III) análise dos artigos selecionados e (IV) sistematização dos resultados. A partir de descritores previamente definidos, a produção científica de acesso livre datada no período entre 2012 a 2022 foi mapeada no portal de periódicos da Capes e no gerenciador Mendeley. Foram encontrados 199 artigos que, após aplicação de filtros de exclusão, resultaram em um Corpus de 52 trabalhos que foram analisados. Os resultados apontam uma tendência de crescimento nas pesquisas sobre softwares educacionais no contexto de ensino de Química entre os anos de 2018 a 2022.

PALAVRAS-CHAVE: ensino de química; tecnologias educacionais; software e simuladores.

ABSTRACT: Educational software and simulators are digital technologies that can enhance the teaching and learning process by supporting the visualization and representation of chemical phenomena. However, evidence regarding their use in Chemistry education remains fragmented, given the diversity of available tools and the predominance of isolated experiences reported in literature. This study aims to analyze the scientific production on educational software and simulators in the context of Chemistry teaching through a bibliometric literature review (BLR). The research adopts a qualitative approach and is organized into four fundamental phases: (I) definition of descriptors, (II) selection of articles, (III) analysis of the selected studies, and (IV) systematization of the results. Open-access articles published between 2012 and 2022 were mapped using the CAPES journals portal and the Mendeley reference manager. From an initial set of 199 articles, a corpus of 52 studies was selected after applying exclusion criteria.

- ¹ <https://orcid.org/0000-0002-1475-5071> – Mestre em Educação em Ciências e em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Professor da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná (SEED-PR). Endereço: Estrada da Barragem da Sanepar, SN, Entre Mares, Piraquara, PR, Brasil. CEP: 83407-992. E-mail: dglsguerhart@gmail.com
- ² <https://orcid.org/0000-0003-2107-6023> – Doutor em Educação para a Ciência e a Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: marcelovalerio@ufpr.br





The results indicate a growth in research on educational software and simulators in Chemistry teaching, particularly between 2018 and 2022, while also revealing gaps related to teacher education and methodological rigor in the analyzed studies

KEYWORDS: chemistry teaching; educational technologies; softwares and simulators.

Introdução

No cenário contemporâneo, marcado por redes móveis de comunicação, dispositivos eletrônicos portáteis, diagnósticos médicos por imagem, reprodução assistida e mudanças climáticas, a ciência e a tecnologia não apenas povoam o cotidiano, mas definem a cultura, sob um olhar específico para a história dos conhecimentos químicos. Souza e Neto (2021) denuncia a dialética produção-destruição que marca o desenvolvimento da área, apontando os desafios da Química em rever seus modelos teórico-práticos e produzir alternativas que considerem a preservação e a renovação ambiental.

Entretanto, ainda que as relações entre a Química, a sociedade e a cultura sejam absolutamente relevantes na contemporaneidade, permanecem em debate os fundamentos e as práticas relacionados ao seu ensino na escola e na academia. Isso ocorre porque, além da abstração necessária para a apropriação de seus conceitos e fenômenos, a Química é articulada em uma linguagem própria e específica. Maldaner (2013, p. 203) compreende que “a linguagem Química se apresenta de forma muito específica e, ao mesmo tempo, universal, assim como acontece na Matemática e na Música, [...] como uma dificuldade adicional para os estudantes”. Corroborando essa visão, Batista et al. (2016, p. 50) argumentam que a linguagem na qual “a Química se apoia [...] para organizar as informações e expressar o pensamento lógico [...] não faz parte do cotidiano das pessoas”.

Estes são alguns dos temas dos quais se ocupa a comunidade de pesquisadores em Ensino de Química, que há muito definiu que a representação, a modelização e os discursos pertinentes ao ensino e à aprendizagem desta área não são triviais. Desse modo, projetar objetivos como conscientização, criticidade e tomada de decisão não permite prescindir de um domínio sólido de como essa ciência interpreta e descreve o mundo natural. Santos e Schnetzler (1996, p. 1), por exemplo, apontam que “a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão”, mas ressaltam que isso implica vincular o “conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido”. É neste contexto que se evidencia a necessidade de o Ensino de Química valer-se de recursos diversos, sobretudo quando permitem transcender os sentidos e vislumbrar diferentes formas de linguagem e modelos de representação (Maldaner, 2013).

As tecnologias digitais e, no escopo desta pesquisa, os *softwares* e simuladores educacionais mostraram-se relevantes para trabalhar esses aspectos e facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Tais tecnologias possuem caráter atual e dialogam com o contexto dos estudantes, os quais se encontram imersos nos recursos disponíveis na rede mundial de computadores, a partir da interação com smartphones, notebooks, tablets e demais equipamentos (Santos; Pauletti, 2022). Com a utilização de *softwares* e simuladores, é



possível demonstrar e realizar experimentos que, em muitos casos, seriam inviáveis sem estes recursos. Além disso, pode-se trabalhar com os aspectos abstratos da Química, sua linguagem e representação, permitindo a exploração de conceitos em nível molecular e invisível (Carvalho *et al.*, 2022). Isso viabiliza representações que contemplam os níveis atômico, molecular e representacional de forma concomitante e organizada (Mesquita; Mesquita; Barroso, 2021).

A formação de professores é parte fundamental deste processo. Ao atuarem na educação básica e/ou superior, esses profissionais enfrentam o desafio de planejar e ministrar aulas para estudantes que interagem cada vez mais com as tecnologias digitais e que não permanecem inertes às mudanças que essas ferramentas trouxeram à organização da sociedade (Cervera; Martínez; Mon, 2016). A fluência digital apresenta-se, portanto, como uma demanda para esses profissionais da educação, englobando habilidades necessárias para a utilização de artefatos tecnológicos, tais como *softwares* e simuladores educacionais, bem como redes, computadores e dispositivos móveis. Aspectos como a criatividade e as capacidades cognitivas e emocionais são necessários para que as tecnologias digitais sejam utilizadas nas mais diversas situações da prática docente (Siqueiro; Molon; Franco, 2021).

Nesta pesquisa, apresentam-se os resultados de uma revisão bibliométrica de literatura (RBL), realizada para investigar a produção científica da área sobre os softwares e simuladores educacionais e o Ensino de Química. Para tanto, explorou-se a produção de artigos sobre a formação de professores, as tecnologias digitais e o Ensino de Química.

Metodologia

Fundamentada como campo de estudo das Ciências da Informação e da Biblioteconomia, a Revisão Bibliométrica de Literatura (RBL) possui caráter metodológico qualitativo-exploratório e é utilizada para mapear Referências sobre uma determinada área do conhecimento (Lopes et al., 2015; Mattar; Ramos, 2021). Distingue-se de revisões bibliográficas gerais (ou narrativas), as quais fundamentam estudos de modo assistemático, com seleção de Referências por familiaridade, oportunidade de acesso ou conveniência; difere também das revisões sistemáticas, que visam ao esgotamento de um tema e à elaboração de sínteses. A RBL, por sua vez, auxilia os pesquisadores na compreensão das tendências de produção de determinada área e tema de estudo, permitindo uma visão inicial do estado do conhecimento com base na produção científica coletada e analisada (Sousa, 2020).

Neste trabalho, utilizou-se a RBL para verificar o panorama das pesquisas acerca de *softwares* e simuladores educacionais relacionados ao Ensino de Química e ao contexto da formação de professores. A partir de descritores previamente definidos, mapeou-se a produção científica publicada no período entre 2012 e 2022, acessível pelo Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e via gerenciador *Mendeley*. Foram selecionadas produções no formato de artigo científico em periódicos de acesso aberto. Tal opção justifica-se pelo fato de essas produções acadêmicas



constituírem referência de maior alcance, estando mais facilmente à disposição do debate da área e, assim, compondo um arcabouço mais sólido em comparação a teses e dissertações.

Adotando estratégias metodológicas utilizadas em outros trabalhos de revisão de literatura, tais como os de Valério e Junior (2019), Pauletti e Moraes (2021), Brito e Silva (2022) e Coelho (2023), definiram-se os descritores relacionando-os à formação de professores, aos *softwares* e simuladores, às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e ao Ensino de Química. Os descritores utilizados no processo de seleção em ambas as bases de dados consultadas, bem como o código criado para apresentar os resultados, estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descritores utilizados para a busca de artigos

Código	Descritor utilizado
A1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “ <i>softwares</i> ”
B1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “ <i>softwares</i> educacionais”
C1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simuladores”
D1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simuladores educacionais”
E1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “simulações virtuais”
F1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “tecnologias da informação e comunicação”
G1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “tecnologias digitais da informação e comunicação”
H1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “ferramentas tecnológicas”
I1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “TICs”
J1	“formação” AND “professores” AND “Química” AND “TDICs”
K1	“Ensino” AND “Química” AND “ <i>softwares</i> ”
L1	“Ensino” AND “Química” AND “ <i>softwares</i> educacionais”
M1	“Ensino” AND “Química” AND “simuladores”
N1	“Ensino” AND “Química” AND “simuladores educacionais”
O1	“Ensino” AND “Química” AND “simulações virtuais”

Fonte: Os autores, 2025.

Optou-se pelo Portal de Periódicos da CAPES como repositório-base devido à sua relevância no cenário da pesquisa científica nacional. O portal foi criado em 2000 para democratizar o acesso à informação científica e fortalecer a pós-graduação brasileira. A outra fonte de dados utilizada, o Mendeley, constitui um gerenciador de Referências e uma rede social acadêmica da editora Elsevier, adotada por



pesquisadores globalmente. A plataforma permite o compartilhamento, a leitura e a busca de artigos e outros materiais acadêmicos em uma base colaborativa, a qual é alimentada por aproximadamente seis milhões de pesquisadores, segundo estimativa da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, 2018).

Conforme explicitado anteriormente, a busca limitou-se a artigos publicados no período entre 2012 e 2022. Utilizou-se o operador booleano “AND”, conforme apresentado na Tabela 1, para restringir a pesquisa e selecionar as obras que continham a combinação dos termos empregados. Além disso, a estratégia de busca foi adaptada para cada uma das bases de dados: no Portal de Periódicos da CAPES, os descritores foram empregados com aspas; já no gerenciador *Mendeley*, o uso de aspas foi dispensado devido às especificidades do mecanismo de busca. Como resultado, foram selecionados 199 artigos, sendo 48 do Portal da CAPES e 151 do *Mendeley*.

Todas as produções foram, então, analisadas para a seleção específica daquelas pertinentes ao escopo do estudo. Procedeu-se à leitura flutuante dos artigos, verificando-se o conteúdo nas seções de título, palavras-chave, resumo, introdução, metodologia e resultados. Em seguida, utilizaram-se essas informações para excluir do corpus de análise os trabalhos alheios à temática. Foram desconsiderados artigos que não discutiam a utilização, aplicação ou mediação de *softwares* e/ou simuladores educacionais no Ensino de Química, independentemente do nível de ensino relatado ou investigado. Excluíram-se, também, aqueles que não abordavam a formação de professores de Química, fosse ela inicial ou continuada para a utilização desses recursos na prática docente. Na Tabela 2, sistematiza-se a quantidade de artigos encontrada para cada um dos descritores em ambas as bases de dados.

Tabela 2 - Sistematização dos artigos encontrados

Código	Artigos Portal de Periódicos CAPES	Artigos Gerenciador <i>Mendeley</i>
A1	6	3
B1	0	0
C1	1	1
D1	0	0
E1	0	1
F1	4	23
G1	1	10
H1	0	0
I1	1	21
J1	1	1
K1	17	55
L1	6	19



M1	6	7
N1	0	2
O1	3	8
Total	48	151

Fonte: Os autores, 2025.

A partir da aplicação desse filtro de exclusão, constatou-se que 75 artigos divergiam da temática abordada, sendo 5 dos selecionados no Portal de Periódicos da CAPES e 70 do *Mendeley*. Além disso, identificaram-se 58 artigos duplicados, sendo 23 provenientes do Portal da CAPES e 35 do *Mendeley*. Observou-se, ainda, que outros 14 artigos selecionados no *Mendeley* se encontravam com acesso indisponível. Ao término desta etapa, a RBL desenvolveu-se com base em um corpus composto por 52 artigos (20 do Portal CAPES e 32 do *Mendeley*), conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Sistematização da seleção de artigos

Critérios de exclusão	Artigos por base de dados	Total por base de dados
Fora da Temática	5 CAPES e 70 <i>Mendeley</i>	75
Duplicados	23 CAPES e 35 <i>Mendeley</i>	58
Acesso indisponível	23 CAPES e 35 <i>Mendeley</i>	14
Analisados	20 CAPES e 32 <i>Mendeley</i>	52
Total		199

Fonte: Os autores, 2025.

Destaca-se que parte das limitações identificadas durante a análise do *corpus* decorre das próprias características metodológicas dos artigos selecionados. Um número expressivo de produções não explicita de forma detalhada seus critérios de coleta e análise de dados, tampouco os instrumentos metodológicos empregados. Nesse sentido, a ausência ou a descrição limitada desses elementos constitui um achado da própria revisão bibliométrica, revelando fragilidades recorrentes na produção científica da área, e não uma lacuna do presente estudo. Tal constatação reforça a necessidade de maior rigor metodológico nas pesquisas que investigam o uso de *softwares* e simuladores educacionais no Ensino de Química, especialmente no que se refere à transparência dos procedimentos adotados.

Para analisar e apresentar os resultados que caracterizam a produção sobre o tema, amparando-se nas sugestões de pesquisadores que seguem métodos de revisão, tais como Valério e Júnior (2019), Pauletti e Morais (2021), Brito e Silva (2022) e Coelho (2023), adotaram-se os seguintes parâmetros: 1) ano de publicação; 2) nível de ensino (relatado ou investigado); 3) número de autores; 4) abordagem



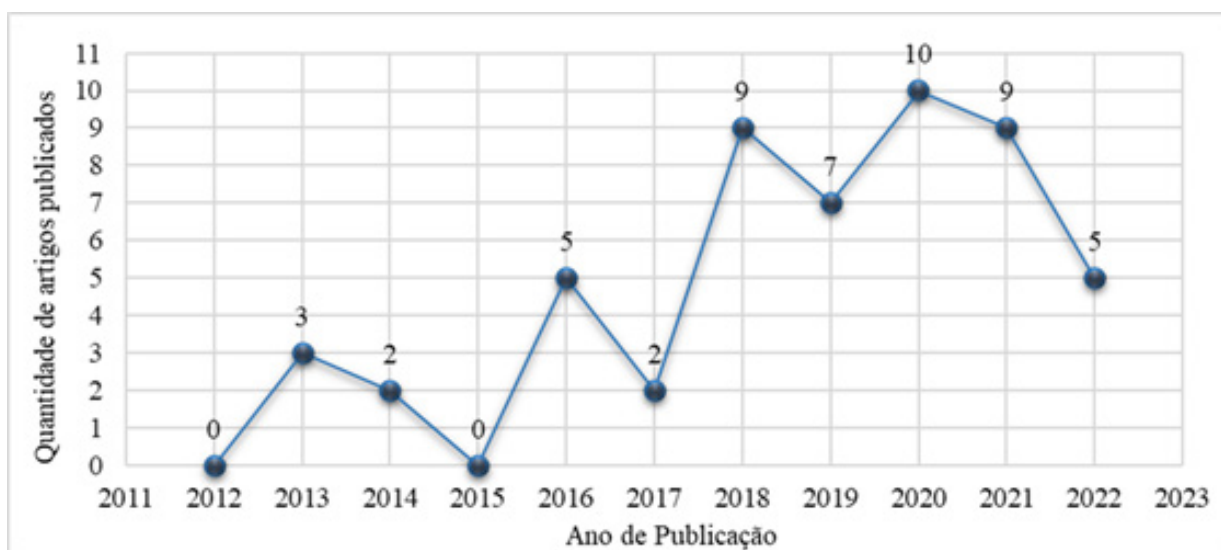
metodológica principal; 5) objeto de estudo; 6) *software* e/ou simulador educacional presente no estudo; e 7) instrumento de coleta de dados.

Resultados e discussões

O levantamento da literatura aqui desenvolvido revelou uma produção incipiente sobre o tema nos anos iniciais do recorte. Em 2013, houve a localização de apenas três produções, seguidas por duas em 2014 e outras três em 2017. Nota-se, portanto, que o volume de publicações não se apresentou de forma linear; observou-se uma tendência de crescimento significativa apenas no triênio 2020-2022. Nos três anos finais do recorte temporal da análise concentram-se 24 dos 52 artigos recuperados. Tais resultados sugerem que o interesse pela temática do uso de *softwares* e simuladores educacionais, bem como sua repercussão na formação de professores e no Ensino de Química, intensificou-se mais recentemente. Na Figura 1, apresenta-se o gráfico com a distribuição anual dos trabalhos.

O crescimento observado nesses três últimos anos (2020 a 2022), pode ser compreendido à luz do contexto educacional imposto pela pandemia de *COVID-19*. O Ensino Remoto Emergencial intensificou o debate sobre o uso de tecnologias digitais na educação e ampliou a visibilidade de *softwares* e simuladores educacionais como alternativas para a mediação do Ensino de Química em contextos de distanciamento físico. Ainda que nem todos os artigos analisados explicitem diretamente essa relação, infere-se que as condições excepcionais vivenciadas no período impulsionaram tanto a adoção desses recursos quanto o interesse da comunidade acadêmica em investigá-los.

Figura 1 – Distribuição da produção brasileira sobre softwares e simuladores educacionais no contexto da Química.



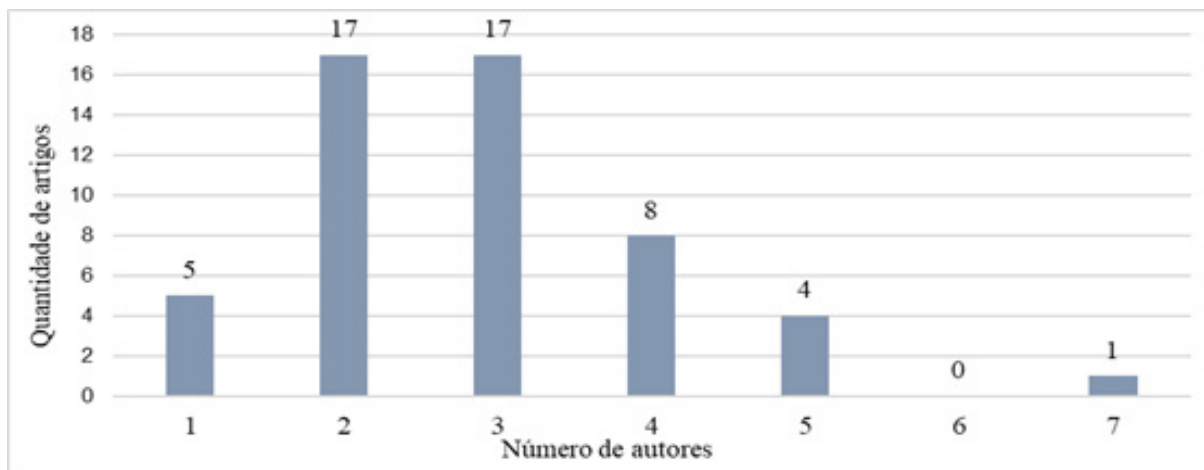
Fonte: Os autores, 2025.

Outro parâmetro relevante em uma RBL refere-se ao número de autores por artigo (Souza; Santos, 2020). Identificou-se que 17 dos 52 trabalhos contam com dois autores, e outros 17, com três; em



contrapartida, apenas cinco publicações são de autoria individual. Embora tenha sido localizado um artigo desenvolvido por sete autores, a análise dos vínculos institucionais evidenciou um padrão na produção acadêmica da área: a maior parte do conhecimento provém de pesquisadores vinculados a programas de pós-graduação nas áreas de Ensino de Ciências, Educação e Informática na Educação, resultando da colaboração entre orientadores e orientandos. Tais dados podem ser observados no gráfico da Figura 2.

Figura 2 – Número de autores por artigo analisado



Fonte: Os autores, 2025.

Quanto ao escopo ou tipificação da produção acadêmica, 17 dos 52 artigos analisados foram classificados como relato e avaliação de experiências didáticas. Nesta categoria, enquadram-se as produções que registraram e avaliaram experiências com *softwares* e simuladores educacionais no Ensino de Química e/ou na formação de professores. Valério e Júnior (2019) argumentam que essas comunicações possuem consistência distinta das pesquisas escritas, porém apresentam rigor metodológico superior ao de simples relatos, oferecendo reflexões relevantes sobre as experiências realizadas e constituindo evidências vicárias.

Os relatos de experiência simples correspondem a apenas sete artigos. Outros 13 referem-se a revisões bibliográficas e sistemáticas de literatura. Tais materiais focam na apresentação e discussão dos resultados do ensino de Química mediado por *softwares* e/ou simuladores no contexto do Ensino Médio. Entretanto, não se identificou nenhum artigo de revisão com o objetivo de discutir essa temática em outros níveis de ensino, tampouco no âmbito da formação de professores. A classificação entre revisão bibliográfica e revisão sistemática seguiu a definição adotada pelos próprios autores dos artigos analisados, não tendo sido realizada reclassificação metodológica por parte dos pesquisadores.

No que tange aos 15 estudos teóricos, estes correspondem às publicações voltadas ao estudo sobre a produção e/ou avaliação de *softwares* e simuladores para o Ensino de Química, associados, frequentemente, à formação de professores ou a temas como a gamificação. Incluem-se, ainda, trabalhos que abordam a formação docente para o Ensino de Química no contexto desses recursos tecnológicos. Na Tabela 4, sistematizam-se os resultados da análise do escopo do material.



Tabela 4 - Caracterização dos trabalhos por escopo

Escopo	Quantidade de artigos
Relato e avaliação da experiência didática	17
Estudo teórico	15
Revisão Biográfica	8
Relato de experiência simples	7
Revisão sistemática de literatura	5

Fonte: Os autores, 2025.

Outro aspecto relevante verificado foi a abordagem metodológica dos artigos, conforme apresentado na Tabela 5. A maioria dos trabalhos, totalizando 37 artigos, adota a pesquisa qualitativa como abordagem metodológica. Nesta categoria, encontram-se os relatos e as avaliações de experiências didáticas, definidos como pesquisas de caráter qualitativo pelos respectivos autores. Do mesmo modo, os estudos que tiveram como objetivo a criação e/ou avaliação de *softwares* educacionais enquadram-se nessa abordagem, uma vez que os pesquisadores buscavam compreender de que forma o recurso tecnológico pode contribuir para o Ensino de Química e quais são as suas potencialidades para a área. Em contrapartida, em apenas três artigos os autores afirmam adotar um caráter metodológico de natureza mista (qualiquantitativa). Trata-se de trabalhos nos quais foi utilizado mais de um instrumento de coleta de dados, como, por exemplo, a combinação de questionários com questões fechadas e entrevistas semiestruturadas.

Tabela 5 – Abordagem metodológica empregada

Abordagem metodológica	Quantidade de artigos
Qualitativa	37
Não especificado pelos autores	12
Mista (Quali – quanti)	3

Fonte: Os autores, 2025.

Não obstante, 12 dos 52 artigos do corpus não apresentam o caráter metodológico definido pelos autores, sendo a maioria composta por relatos de experiência simples. Tal omissão de aspectos metodológicos tende a fragilizar o conhecimento produzido sobre o tema, haja vista que esta constitui uma etapa fundamental para a produção científica (Gil, 2007).

Os resultados descritos coadunam-se com as tendências metodológicas da área, a qual busca investigar os processos de ensino-aprendizagem considerando os sujeitos envolvidos, as especificidades do referido fenômeno social e as nuances subjetivas de sua compreensão. Isso se justifica pelo fato de a

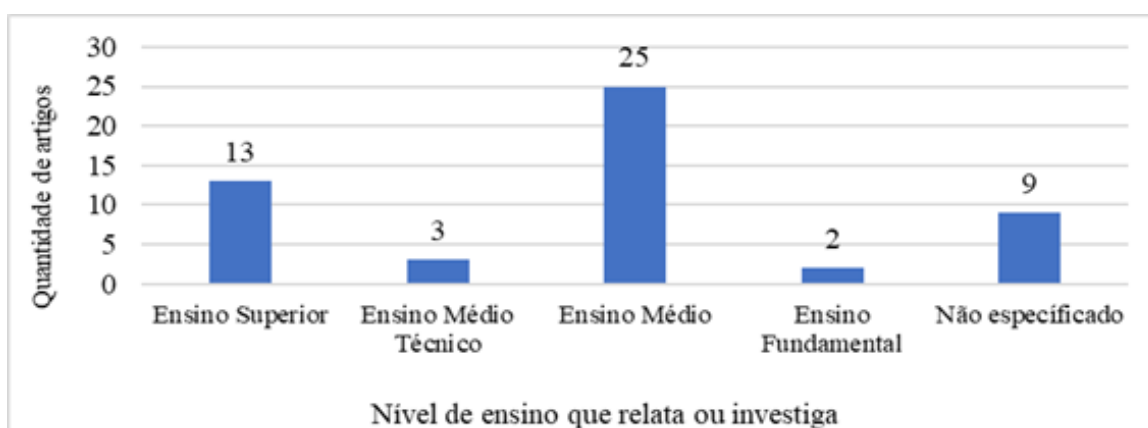


pesquisa em educação “não constituir um campo epistemológico próprio, como ocorre com a maioria das ciências, ou seja, não tem um objeto monolítico, em relação unívoca com o sujeito conhecedor” (Vieira, 2009, p. 41).

A predominância da abordagem qualitativa explica-se por compreender um número considerável de instrumentos de constituição de dados (entrevistas, grupos focais, questionários abertos e mistos, etnografia, entre outros), os quais podem ser utilizados em pesquisas que envolvam relações sociais entre indivíduos em um contexto específico, como é o caso do ambiente educacional (Gray, 2017).

No que tange ao nível de ensino investigado ou relatado nos artigos, observou-se que o foco dos pesquisadores brasileiros recaiu sobre o Ensino Médio, seguido pelo Ensino Superior. Na Figura 3, apresenta-se o gráfico que sistematiza tais resultados.

Figura 3 - Nível de ensino relatado e/ou investigado.



Fonte: Os autores, 2025.

Em linhas gerais, a maior parte dos artigos nos quais o nível de ensino foi especificado concentra-se na Educação Básica: o Ensino Médio figura em 25 trabalhos; a Educação Profissional e Tecnológica (Ensino Médio Técnico), em três; e o Ensino Fundamental, em dois. Já o Ensino Superior — especificamente a Licenciatura em Química — responde por 13 artigos (menos de um quarto da produção). Ademais, outros nove artigos não especificaram o nível de ensino estudado, tratando-se, em sua totalidade, de estudos teóricos.

No que tange ao objeto de estudo declarado nos trabalhos selecionados, 15 artigos investigam o Ensino de Química mediado por simuladores, enquanto 17 abordam a mesma temática mediada por *softwares*. Oito artigos versam sobre a formação de professores para o uso de TDIC no contexto do Ensino de Química. Observa-se, ainda, um outro grupo de objetos de estudo com menor incidência, conforme apresentado na Tabela 6.



Tabela 6 – Objeto de estudo do corpus de análise

Objeto de estudo	Quantidade de artigos
Formação de professores para o uso de TIC	8
Ensino de Química mediado por simuladores	15
Ensino de Química mediado <i>por softwares</i>	17
Produção e avaliação de <i>softwares</i> para o Ensino de Química	2
Avaliação de <i>softwares</i> para o Ensino de Química	3
Gamificação no Ensino de Química	1
Avaliação de simuladores para o Ensino de Química	1
Ambiente virtual de aprendizagem no Ensino de Química	1
Ensino Remoto mediado por simuladores	1
Informática aplicada ao Ensino de Química	1
Ensino de Química mediado por <i>softwares</i> e simuladores	2

Fonte: Os autores, 2025.

Os conceitos mais discutidos pelos autores acerca de *softwares* e simuladores relacionam-se à mediação da aprendizagem, avaliação da aprendizagem, formação de professores, informática aplicada ao ensino e ensino remoto. Além disso, as pesquisas discutem a formação docente sob aspectos relacionados ao currículo e às especificidades da profissão. Contudo, uma vez que os professores formadores não figuram como alvos frequentes das investigações, reconhece-se uma lacuna nas pesquisas da área e um tema com grande potencial a ser explorado. Considerando que diversos autores, tais como Vaillant (2003), Mizukami (2005) e Ambrosetti et al. (2020), argumentam que esses profissionais são fundamentais nesse processo, o Ensino de Química não deveria negligenciar sua formação e atuação.

Ao abordar os *softwares* e simuladores educacionais como mediadores da aprendizagem, a produção analisada evidencia limites na explicitação de como esses artefatos participam efetivamente da construção do conhecimento pelos estudantes. Na maioria dos trabalhos, o uso dessas tecnologias é descrito de forma instrumental, associado à visualização de fenômenos, à ilustração de conceitos ou à realização de atividades pontuais, sem aprofundamento analítico sobre os processos cognitivos, interativos e pedagógicos mobilizados.

Tais resultados não permitem afirmar, categoricamente, a predominância de um viés pedagógico tradicional nas práticas docentes investigadas, uma vez que a ausência ou a descrição limitada do uso de *softwares* e simuladores não implica, por si só, a adoção de metodologias tradicionais. No entanto, a recorrência de abordagens pouco problematizadas sugere que a integração dessas tecnologias ainda ocorre, majoritariamente, sem articulação explícita com concepções pedagógicas que enfatizem a autonomia,



a investigação e a participação ativa dos estudantes, apontando para a necessidade de aprofundamento teórico e metodológico nas pesquisas da área.

Outro aspecto relevante refere-se ao termo “formação”: os trabalhos que discutem a formação de professores no contexto do fomento aos conhecimentos e habilidades necessárias para a inserção das TDIC, especificamente softwares e simuladores na prática desses futuros docentes são, em sua maioria, estudos teóricos, bem como relatos e avaliações de experiências didáticas desenvolvidas em disciplinas de Ensino de Química com caráter bastante instrumental. Também mereceram atenção o fato de os trabalhos não abordarem uma formação crítica para o uso das TDIC e a constatação de que o uso dos recursos tecnológicos resulta, predominantemente, de iniciativas pontuais, esporádicas e individuais.

Quanto aos instrumentos de coleta de dados, 19 artigos que compõem o *corpus* não apresentaram um ou mais instrumentos definidos. Ou seja, os autores não explicitaram como os dados foram constituídos. Desse modo, a produção acadêmica revela fragilidade do ponto de vista metodológico, carecendo de maior rigor e solidez. O questionário constituiu o instrumento mais utilizado, presente em 23 trabalhos. Testes e avaliações (produção textual, mapas de ideias, seminários) foram identificados em oito artigos. Já a entrevista foi utilizada em cinco, e o diário de bordo, em apenas uma produção. Ao todo, identificaram-se 37 instrumentos de coleta de dados nos 33 artigos que os definiram. Isso ocorreu porque quatro publicações apresentaram o uso de instrumentos mistos, sendo a entrevista e o questionário os escolhidos pelos pesquisadores. Apresentam-se esses resultados na Tabela 7.

Tabela 7 – Instrumento de coleta de dados

Instrumento de coleta de dados	Quantidade de artigos
Questionário	23
Não especificado	19
Teste e avaliações próprias	8
Entrevista	5
Diário de bordo	1

Fonte: Os autores, 2025.

A predominância do questionário sugere a necessidade de submeter tal instrumento, em sua origem e/ou concepção, a um processo de validação, visando ampliar a legitimidade das respostas obtidas. Tais pontos mostram-se fundamentais ao considerar-se a subjetividade inerente a esse tipo de coleta de dados, bem como a necessidade de alinhar sua estrutura aos objetivos do estudo pretendido (Mattar; Ramos, 2021; Vieira, 2009).

O último parâmetro analisado refere-se aos *softwares* e simuladores discutidos nos artigos. Embora alguns trabalhos apresentem a discussão de mais de um recurso educacional, a grande maioria foca em apenas um. Com exceção das pesquisas que abordam ferramentas generalistas — como o *Microsoft*



PowerPoint e o *software* para mapas conceituais *CmapTools*, os artefatos tecnológicos utilizados nas investigações são voltados especificamente para o Ensino de Química. Nota-se, contudo, que a maior parte desses recursos é desenvolvida por universidades e institutos de pesquisa estrangeiros, estando disponíveis predominantemente em língua inglesa — barreira reconhecida por Rosa e Schnetzler (1998).

O simulador educacional *PhET Colorado*, concebido por pesquisadores da Universidade do Colorado (EUA), constitui o recurso mais frequente na produção acadêmica mapeada. Já o *software* de maior incidência nas discussões é o *ChemSketch*, programa computacional de modelagem molecular utilizado para criar e modificar representações de estruturas químicas, auxiliando na visualização tridimensional. Na Tabela 8, apresentam-se os *softwares* e simuladores discutidos em 46 dos 52 artigos que declararam essa informação.

Tabela 8 – Software e/ou Simulador discutido nos artigos analisados

Software e/ou simulador	Link	Quantidade de artigos
Powerpoint	https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/powerpoint	2
Royal Society of Chemistry	https://virtual.edu.rsc.org/	1
Mix Chemicals	Link indisponível	1
Molecular onstructor	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.alextepl.molconstr&hl=pt_BR&gl=US&pli=1	1
WebMO	https://play.google.com/store/apps/details?id=net.webmo.android.moledit	1
3D Chemical Bonding simulation	https://javalab.org/en/category/chemistry_en/chemical_bonds_en/	1
Avogadro	https://avogadro.cc/	3
ChemSketch	https://www.acdlabs.com/resources/freechemistry-software-apps/chemsketch-freeware/	9
Quiz ambiental	Link indisponível	1
Tabela periódica interativa	Link indisponível	2
Balance Químico	http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html http://www.quiprocura.net/quiptabela/	1
The Law of Mass Action	Link indisponível	1
Arguslab	http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html	1
Quiptabela	http://www.quiprocura.net/quiptabela/	2
Não especificado	-----	6
Quiz Tabela Periódica	https://play.google.com/store/apps/details?id=pl.paridae.app.android.timequiz.periodictable&hl=pt_BR&gl=US	1



Hot Potatoes	https://hotpot.uvic.ca/	1
PhET Colorado	https://phet.colorado.edu/pt_BR/	15
Voltaic cell	https://teachchemistry.org/classroom-resources/voltaic-cells	1
electrolysis	https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php	1

Fonte: Os autores, 2025.

No que concerne aos conteúdos e conceitos passíveis de abordagem por meio dos *softwares* e simuladores educacionais identificados, observa-se que, à exceção daqueles voltados à Tabela Periódica e suas propriedades, os artefatos priorizam aspectos da Físico-Química. Destacam-se conceitos específicos como eletroquímica (pilhas e eletrólise), Cinética Química e propriedades dos gases e das soluções. Os demais recursos têm como foco a construção de moléculas e a visualização tridimensional. Tais características conferem versatilidade a esses materiais, permitindo sua utilização em diferentes níveis de ensino e em diversas propostas pedagógicas.

Considerações Finais

Os resultados apresentados indicam que os softwares e simuladores educacionais, no contexto do Ensino de Química, são abordados pela literatura predominantemente como prática de ensino e recurso metodológico. A maioria dos artigos configura-se como relatos de experiência em sala de aula. Ademais, constata-se um número limitado de pesquisas empíricas com foco nos docentes, o que evidencia um vasto campo a ser explorado.

As análises da revisão bibliométrica revelam lacunas significativas na produção científica da área, notadamente no que se refere aos professores formadores. Embora esses profissionais sejam reconhecidos na literatura como atores centrais nos processos de formação docente, sua atuação figura de forma pouco expressiva nos estudos que investigam o uso de softwares e simuladores no Ensino de Química.

Outro aspecto relevante refere-se à predominância de recursos desenvolvidos por instituições estrangeiras, disponíveis majoritariamente em língua inglesa. Tal característica pode constituir uma barreira para a apropriação pedagógica em contextos escolares brasileiros, sobretudo na Educação Básica. Isso reforça a necessidade de investimento no desenvolvimento de recursos educacionais digitais em língua portuguesa, de acesso aberto e alinhados às realidades curriculares nacionais.

Nesse sentido, os achados deste estudo apontam para a urgência de investigações que articulem, de forma consistente, o uso dessas tecnologias à formação crítica de professores de Química. É imperativo superar abordagens meramente instrumentais, visando contribuir para práticas pedagógicas reflexivas, contextualizadas e socialmente comprometidas.



Referências

AMBROSETTI, N. B.; LIMA, F. de P. M.; SIGNORELLI, G.; CALIL, A. M. G. C. Formadores de professores: conceito, contextos e perspectivas de atuação em processos de indução à docência. **Revista Eletrônica de Educação**, [S. l.], v. 14, p. e4263118, 2020.

BATISTA, G. C. *et al.* softwares para o ensino de Química: chemsketch um poderoso recurso didático. **Revista Educacional Interdisciplinar** [s. l.], v. 5, n. 1, 2016.

BRITO, G. de A.; SILVA, M. das G. de O. e. Information and Communication Technologies in Chemistry teaching: an analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e488111234690, 2022

BRITO, G. de A.; SILVA, M. das G. de O. e. Information and Communication Technologies in Chemistry teaching: an analysis. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e488111234690, 2022

CARVALHO, E. G. *et al.* Aplicabilidade de softwares Educacionais no Ensino e Aprendizagem. **Rev. FSA**, Teresina, v. 19, n. 2, p. 116-129, 2022.

CERVERA, M. G.; MARTÍNEZ, J. G.; MON, F. M. E. Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. RIITE: **Revista Interuniversitaria de Investigación Tecnológica Educativa**, n.0, p. 74- 83, 2016.

COELHO, I. M. W. S. Métodos sistemáticos de revisão de literatura científica: apontamentos para o desenvolvimento e publicação de pesquisas educacionais. Educitec - **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, Brasil, v. 9, n. jan./dez., p. e216523, 2023.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). Ferramentas e estratégias para pesquisa bibliográfica. **Guia prático**. [s.l.] ago. 2019. Disponível em: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/36370/Ferramentas%20e%20estrat%C3%A9gias%20para%20pesquisa%20bibliogr%C3%A1fica_Adriano.pdf?sequence=2&isAllowed=y Acesso em: jul. 2025.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

SEVERINO, A. J. – **A pesquisa na pós-graduação em educação**. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar, v.1, no. 1, p. 31-49, set. 2007.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**.3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

LOPES, S. *et al.* Bibliometria e a Avaliação da Produção Científica: indicadores e ferramentas. **Actas do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**. v. 12, 2015.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

MATTAR, J.; RAMOS, D. K. **Metodologia da Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**,



Quantitativas e Mistas. 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2021.

MESQUITA, J. M.; MESQUITA, L. S. F.; BARROSO, M. C. da S. Educational software applied in Chemistry Teaching: Teaching resources that enhance the learning process. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e458101115278, 2021.

MIZUKAMI, M. da G. N. Aprendizagem da docência: Professores formadores. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v.1, n.1, dez.-jul.2005-2006.

PAULETTI, F.; MORAIS, C. Inquiry-based science education: revisão de uma década de produções científicas. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 5, n. 1, 2021.

ROSA, M.I. e SCHNETZLER, R.P. O conceito de transformação química. **Química Nova na Escola**, n. 8, p. 31-35,1998.

SANTOS, W.; SCHNETZLER, R.P. O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, n. 4, p. 28-34, 1996.

SANTOS, G.D.; PAULETTI, F. Possibilidades de uso do Software Cmap tools: construção de mapas conceituais para uma aprendizagem de funções inorgânicas. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 12, n. 2, p. 51-70, 2022.

SIQUEIRA, C. F. R. de; MOLON, J.; FRANCO, S. R. K. Professores de TDIC nos cursos de formação docente: desafios dos profissionais frente às tecnologias educacionais. **Ensino da Matemática em Debate**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 42-60, 2021.

SOUSA, J. R. de; SANTOS, S. C. M. dos. Análise de conteúdo em pesquisa qualitativa: modo de pensar e de fazer. **Pesquisa e Debate em Educação**, [S. l.], v. 10, n. 2, pp. 1396-1416, 2020.

SOUZA, S. C.; SILVA, M. N. H. O ensino de Química como unidade dialética entre os níveis macroscópicos e submicroscópicos: para além do triângulo de Johnstone. **Revista Exitus**, v. 11, n. 1, p. e020201, 2021.

VALÉRIO, M.; BELETI, J. C. R. Caracterização da produção acadêmica brasileira sobre a sala de aula invertida. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 17-34, 2019.

VAILLANT, D. **Formação de Formadores: estado da prática**. Rio de Janeiro: PREAL, 2003.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas, 2009.