

<https://doi.org/10.56117/resbenq.2026.v7.e072623>

A Inteligência Artificial como ferramenta sociocultural no Ensino de Química

Artificial Intelligence as a Sociocultural Tool in Chemistry Education

La Inteligencia Artificial como herramienta sociocultural en la Enseñanza de la Química

Isabela Pereira Ferraz da Silva (isabela.ferraz@unesp.br)
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
<https://orcid.org/0000-0002-8577-6291>

Aguinaldo Robinson de Souza (aguinaldo.robinson@unesp.br)
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
<https://orcid.org/0000-0003-2373-267X>

Marcelo Maia Cirino (mmcirino@uel.br)
Universidade Estadual de Londrina
<https://orcid.org/0000-0002-5377-382X>

Resumo

Este estudo analisa como a Inteligência Artificial (IA) vem sendo significada e mobilizada no campo do Ensino de Química, à luz da Teoria Sociocultural de James V. Wertsch, com o objetivo de compreender se essa tecnologia pode ser caracterizada como uma ferramenta sociocultural nos processos educativos contemporâneos. Fundamentado no conceito de ação mediada, o trabalho investiga de que maneira a IA, enquanto artefato cultural e simbólico, atua de forma distribuída entre sujeitos e contextos. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, orientada pela Análise de Discurso, utilizando o Pentagrama de Burke, composto pelos elementos ato, agente, agência, cena e propósito, como referencial analítico complementar para examinar como a tecnologia é construída discursivamente na literatura científica recente. O corpus documental é constituído por nove trabalhos selecionados nas bases de dados



Este texto é licenciado pela [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

acadêmicas CAPES, SciELO e Google Scholar, considerando publicações entre 2020 e 2025. A análise organiza-se em quatro categorias: a Inteligência Artificial como instrumento de mediação cognitiva, como artefato simbólico, como autoridade discursiva e suas implicações éticas no contexto educacional. Os resultados indicam que a Inteligência Artificial atua como agência mediadora capaz de redistribuir processos mentais, apoiar a elaboração de representações complexas, como simulações e planejamentos didáticos, e influenciar práticas pedagógicas no Ensino de Química, embora apresente limitações relacionadas à instabilidade das respostas e à superficialidade conceitual em determinados usos. Conclui-se que a Inteligência Artificial pode ser compreendida como ferramenta sociocultural que redefine as relações mediadas entre sujeitos e objetos de conhecimento, ampliando possibilidades pedagógicas, mas exigindo mediações humanas intencionais e apropriação crítica consciente.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Ação Mediada. Teoria Sociocultural.

Abstract

This study analyzes how Artificial Intelligence (AI) has been signified and mobilized in the field of Chemistry Education, considering James V. Wertsch's Sociocultural Theory, with the objective of understanding whether this technology can be characterized as a sociocultural tool in contemporary educational processes. Grounded in the concept of mediated action, the study investigates how AI, as a cultural and symbolic artifact, operates in a distributed manner among subjects and contexts. The research adopts a qualitative approach, guided by Discourse Analysis, using Burke's Pentad, composed of the elements act, agent, agency, scene, and purpose, as a complementary analytical framework to examine how technology is discursively constructed in recent scientific literature. The documentary corpus consists of nine studies selected from the academic databases CAPES, SciELO, and Google Scholar, considering publications between 2020 and 2025. The analysis is organized into four categories: Artificial Intelligence as an instrument of cognitive mediation, as a symbolic artifact, as discursive authority, and its ethical implications in the educational context. The results indicate that Artificial Intelligence acts as a mediating agency capable of redistributing mental processes,

supporting the development of complex representations, such as simulations and instructional planning, and influencing pedagogical practices in Chemistry Education within historically situated practices, although it presents limitations related to response instability and conceptual superficiality in certain uses. It is concluded that Artificial Intelligence can be understood as a sociocultural tool that redefines mediated relationships between subjects and objects of knowledge, expanding pedagogical possibilities while requiring intentional human mediation and conscious critical appropriation.

Keywords: Artificial Intelligence. Mediated Action. Sociocultural Theory.

Resumen

Este estudio analiza cómo la Inteligencia Artificial (IA) ha sido significada y movilizada en el campo de la Enseñanza de la Química, a la luz de la Teoría Sociocultural de James V. Wertsch, con el objetivo de comprender si esta tecnología puede caracterizarse como una herramienta sociocultural en los procesos educativos contemporáneos. Fundamentado en el concepto de acción mediada, el trabajo investiga de qué manera la IA, como artefacto cultural y simbólico, actúa de forma distribuida entre sujetos y contextos. La investigación adopta un enfoque cualitativo, orientado por el Análisis del Discurso, utilizando el Pentagrama de Burke, compuesto por los elementos acto, agente, agencia, escena y propósito, como marco analítico complementario para examinar cómo la tecnología es construida discursivamente en la literatura científica reciente. El corpus documental está constituido por nueve trabajos seleccionados en las bases de datos académicas CAPES, SciELO y Google Scholar, considerando publicaciones entre 2020 y 2025. El análisis se organiza en cuatro categorías: la Inteligencia Artificial como instrumento de mediación cognitiva, como artefacto simbólico, como autoridad discursiva y sus implicaciones éticas en el contexto educativo. Los resultados indican que la Inteligencia Artificial actúa como una agencia mediadora capaz de redistribuir procesos mentales, apoyar la elaboración de representaciones complejas, como simulaciones y planificaciones didácticas, e influir en las prácticas pedagógicas en la Enseñanza de la Química, aunque presenta limitaciones relacionadas con la inestabilidad de las respuestas y la superficialidad conceptual en determinados usos. Se

concluye que la Inteligencia Artificial puede comprenderse como una herramienta sociocultural que redefine las relaciones mediadas entre sujetos y objetos de conocimiento, ampliando las posibilidades pedagógicas, pero exigiendo mediaciones humanas intencionales y una apropiación crítica consciente.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Acción Mediada. Teoría Sociocultural.

Introdução

As transformações promovidas pela Inteligência Artificial (IA) na sociedade contemporânea impõem novos desafios à cultura e, sobretudo, à educação (COMEST, 2019). À medida que as formas de criar e validar o conhecimento são reconfiguradas, a escola precisa lidar com a distinção crucial entre o acesso à informação e a efetiva construção do saber. Nesse contexto, a UNESCO (2022a) destaca o papel da educação na redução das desigualdades e assimetrias de poder ampliadas pelo digital.

A trajetória da tecnologia na educação, contudo, não é linear. Cope e Kalantzis (2024) e Reich (2020) alertam que a absorção de inovações disruptivas, como os computadores no passado, foi frequentemente marcada por ciclos de apreensão e apropriação superficial, sustentados pela rigidez estrutural das instituições de ensino. Hoje, a IA Generativa representa o ápice desse desafio, questionando pilares fundamentais da escolarização como a autoria intelectual, a avaliação e a autonomia cognitiva dos sujeitos (Luckin, 2018; Alves, 2023).

Desde meados do século XX, a possibilidade de que máquinas pudessem simular processos cognitivos humanos vem sendo objeto de investigação científica. Um marco fundador desse debate foi o artigo *Computing Machinery and Intelligence*, publicado por Alan Turing em 1950, no qual o autor propôs que sistemas computacionais poderiam empregar informações disponíveis para tomar decisões e resolver problemas de forma semelhante ao raciocínio humano (Turing, 1950).

A partir dessas ideias iniciais, diferentes denominações e abordagens emergiram até que, em 1956, John McCarthy organizou o Seminário de Verão de Dartmouth, evento que consolidou a Inteligência Artificial (IA) como um campo formal de pesquisa. Naquele contexto, seus participantes defendiam que aspectos do aprendizado e da

inteligência poderiam ser descritos de maneira precisa e, portanto, não seriam exclusivos de organismos biológicos (McCarthy et al., 2006).

Ao longo das décadas seguintes, essa perspectiva deu origem ao desenvolvimento de sistemas capazes de simular interações humanas, como o programa ELIZA, criado na década de 1960, que já realizava diálogos em linguagem natural. Desde então, soluções baseadas em IA passaram a integrar progressivamente o cotidiano das pessoas, com destaque para os chatbots e assistentes virtuais utilizados em dispositivos móveis e plataformas digitais, hoje amplamente disseminados e socialmente aceitos (Anyoha, 2017).

As reflexões de James V. Wertsch, que têm suas raízes na teoria sociocultural de Vygotsky, mencionam que toda ação humana é mediada por instrumentos culturais, criados pelo ser humano para interagir e transformar o ambiente. Essas ferramentas podem ser físicas, como o celular, ou simbólicas, como a linguagem. A partir das ideias apresentadas por Wertsch, é possível analisar o uso da Inteligência Artificial em contextos educacionais para além de suas dimensões técnicas, compreendendo-a como parte de um processo mais amplo de mediação cultural, no qual o conhecimento é construído a partir da interação entre sujeitos, ferramentas e contextos sociais (Wertsch, 2025; 1998).

Diante desse panorama teórico e das discussões contemporâneas sobre o uso da IA na educação, o presente artigo tem como objetivo compreender se a IA pode ser definida como uma ferramenta sociocultural, à luz da Teoria Sociocultural de James V. Wertsch. Para isso, este estudo relaciona o referencial teórico utilizado com a análise de artigos científicos recentes, buscando identificar como a IA é mobilizada, significada e integrada às práticas sociais e educativas. Ao articular fundamentos teóricos consolidados com produções atuais, o estudo pretende contribuir para uma compreensão mais crítica do papel da IA evidenciando suas implicações para os processos de mediação, construção do conhecimento e desenvolvimento humano.

A ação mediada

O conceito de ação mediada constitui o eixo central da proposta teórica desenvolvida por James Verner Wertsch, ancorada na Teoria Sociocultural, vertente de

pensamento originada nos trabalhos de Vygotsky, Leontiev e Luria, realizados na União Soviética a partir da década de 1920. A partir desse referencial, Wertsch dedica-se a investigar de que modo os seres humanos atuam no mundo por meio do uso de ferramentas culturais, que podem ser de natureza material como os livros, computadores e mapas, ou simbólica, como a linguagem e a escrita. Tais instrumentos exercem papel fundamental na organização das práticas sociais e na constituição de processos cognitivos como o pensamento, a memória e a aprendizagem (Wertsch, 2025; Pereira et al., 2010; Pereira & Ostermann, 2012; Cirino, 2012).

Essa perspectiva teórica desloca a compreensão da cognição de uma concepção centrada exclusivamente na mente individual para uma abordagem que a entende como distribuída e intrinsecamente relacionada aos contextos sociais, aos objetos e aos artefatos culturais. A Teoria Sociocultural sustenta que o desenvolvimento histórico da cultura humana segue princípios próprios, distintos daqueles associados à evolução biológica. Nesse processo, o uso de ferramentas criadas socialmente desempenha papel central, uma vez que, ao utilizá-las para intervir no ambiente, os indivíduos não apenas transformam o mundo ao seu redor, mas também são transformados por essas mediações (Wertsch, 2025; Pereira et al., 2010; Pereira & Ostermann, 2012; Cirino, 2012).

A abordagem sociocultural da ação mediada apresenta reflexões pertinentes quando se pretende observar, descrever e analisar interações entre pessoas e ferramentas culturais em variados contextos, inclusive educacionais. A proposta de Wertsch descreve que ao adotar a ação como foco principal da análise, os seres humanos passam a ser compreendidos em constante interação com o ambiente, ao mesmo tempo em que o transformam, são por ele transformados por meio das atividades nas quais se envolvem. Desse modo, é a ação que se constitui como o ponto central de partida para a análise (Wertsch, 2025; Pereira et al., 2010; Pereira & Ostermann, 2012; Cirino, 2012).

Toda ação envolve instrumentos culturais, físicos ou simbólicos, que ao mesmo tempo ampliam as possibilidades de ação humana e impõem limites porque incorporam modos historicamente constituídos de pensar e agir. Assim, a ação mediada emerge sempre de uma relação dinâmica entre o sujeito, as ferramentas culturais e o

contexto sociocultural no qual essa ação se realiza. Wertsch (2025) destaca ainda que a ação mediada é essencialmente distribuída, situada e historicamente construída, o que implica reconhecer que a compreensão da ação humana exige ultrapassar a análise do indivíduo isolado, considerando os sistemas simbólicos e culturais que tornam suas ações possíveis e orientadas (Wertsch, 2025; 1998).

Um exemplo ilustrativo de ação mediada ocorre quando um professor, ao planejar uma aula, não se recorda da data exata de uma descoberta científica e recorre a um dispositivo móvel ou a um mecanismo de busca digital. Nesse caso, o ato de lembrar não se restringe ao indivíduo, mas resulta da articulação entre o professor, o artefato tecnológico e os sistemas de informação disponíveis. A memória, portanto, encontra-se distribuída entre o sujeito e os artefatos culturais digitais que ele mobiliza (Wertsch, 2025; Cirino, 2012).

No campo educacional, a reflexão sobre a ação mediada apresenta implicações significativas, porque evidencia que os processos de ensino e aprendizagem não se limitam à transmissão de conteúdos, mas envolvem a apropriação consciente de ferramentas culturais, como a linguagem científica, experimentos, representações gráficas e tecnologias digitais. Esses instrumentos possibilitam aos estudantes participarem de práticas sociais mais complexas, que contribuam para construção de conhecimento e aprimoramento de habilidades essenciais para a formação cidadã (UNESCO, 2020; 2022b).

Wertsch também aponta que muitas ferramentas culturais não são originalmente concebidas com finalidades educacionais, sendo posteriormente resignificadas em novos contextos. Os computadores, por exemplo, desenvolvidos inicialmente para atender a demandas empresariais, passaram a exercer impactos profundos e muitas vezes imprevistos na educação. Além disso, tais ferramentas estão imersas em relações de poder e autoridade, o que reforça a ideia de que os meios de mediação, assim como a própria Ciência, não são neutros. Determinados termos ou discursos científicos podem exercer forte influência social, mesmo quando apresentam fragilidades em sua fundamentação conceitual. Nesse sentido, a autoridade não reside exclusivamente no agente ou na ferramenta, mas emerge da interação entre ambos,

revelando a complexidade das dinâmicas socioculturais que estruturam a ação mediada (Wertsch, 2025; Pereira et al., 2010; Pereira & Ostermann, 2012; Cirino, 2012).

A Inteligência Artificial como Ferramenta Sociocultural

Os princípios geradores desta investigação emergem das crescentes interações entre a Inteligência Artificial (IA) e os humanos nos âmbitos acadêmico, profissional e social. Sob a perspectiva da Teoria Sociocultural, a IA pode ser compreendida não apenas como um avanço tecnológico, mas como um artefato cultural mediador, capaz de reorganizar práticas cognitivas, redefinir formas de comunicação e influenciar os modos de produção do conhecimento. Assim como a escrita, os sistemas de notação matemática ou os modelos científicos, a IA atua como um instrumento simbólico que participa ativamente da construção de significados e da organização do pensamento, interferindo nos processos de aprendizagem e de tomada de decisão (UNESCO, 2020; 2022b).

As interações humanas com os sistemas de IA em atividades como resolução de problemas, planejamento pedagógico, simulação de fenômenos ou análise de dados configuram-se como uma ação mediada, na qual parte do processamento cognitivo é distribuída entre o sujeito e a ferramenta tecnológica. À luz do argumento de Wertsch (2025), segundo o qual as ferramentas culturais simultaneamente ampliam e restringem a ação humana, compreende-se que a IA, embora potencialize a eficiência e amplie possibilidades de atuação, também introduz limites e condicionamentos próprios. Desse modo, a IA não opera como um recurso meramente instrumental, mas como uma parceira cognitiva que reorganiza estratégias, orienta modos de pensar e possibilita formas de ação antes inacessíveis, impactando diretamente os processos cognitivos e as práticas sociais dos sujeitos.

Sistemas de IA, treinados a partir de grandes volumes de dados, tendem a produzir respostas que são frequentemente recebidas com elevado grau de confiança, o que exige uma postura crítica diante de sua autoridade discursiva. Nesse sentido, sua inserção no contexto educacional demanda mais do que acesso tecnológico, requerendo processos de apropriação consciente e reflexiva. A alfabetização digital e algorítmica torna-se, assim, fundamental para que professores e estudantes

compreendam não apenas os aspectos técnicos da IA, mas também seus limites, vieses e implicações éticas e sociais (UNESCO, 2020; Lee et al., 2026).

Como toda ferramenta sociocultural, a IA não é neutra: carrega intencionalidades, estruturas de raciocínio e decisões historicamente produzidas. Os dados utilizados em seu treinamento incorporam escolhas humanas e visões de mundo específicas, o que implica que, ao mediar a ação humana, a IA pode tanto ampliar capacidades cognitivas quanto orientar modos de pensar e influenciar decisões (UNESCO, 2020). Dessa forma, a Inteligência Artificial pode ser compreendida como uma das ferramentas culturais mais complexas e significativas da contemporaneidade, inserindo-se diretamente no conceito de ação mediada. O desafio que se impõe à educação no século XXI consiste em promover uma apropriação crítica dessa ferramenta, de modo a integrá-la às práticas pedagógicas de forma consciente, contextualizada e socialmente responsável (UNESCO, 2022b).

Percurso metodológico

Considerando essa compreensão da IA como ferramenta sociocultural, este estudo adota categorias analíticas elencadas a priori, fundamentadas nas definições propostas por James V. Wertsch, para Análise de Discurso (Caregnato & Mutti, 2006; Pêcheux, 1993) de artigos científicos publicados nos últimos cinco anos que abordam o uso de Inteligência Artificial no Ensino de Química. O objetivo é compreender como essa tecnologia é concebida e utilizada nesse campo educacional, avaliando se sustenta ou problematiza a hipótese da IA como ferramenta sociocultural.

As categorias definidas incluem: IA como instrumento de mediação cognitiva, relacionada à ampliação ou redistribuição de processos mentais; IA como artefato simbólico, associada à produção de significados, linguagem e representação do conhecimento; IA e autoridade discursiva, referente ao grau de confiança atribuído às respostas geradas pelos sistemas; e IA e implicações éticas, que contempla vieses, restrições e impactos sociais. Essas categorias orientam a leitura e a interpretação dos textos analisados (Caregnato & Mutti, 2006; Pêcheux, 1993).

Como dispositivo teórico-metodológico complementar, adota-se para a análise dos artigos científicos o Pentagrama de Burke (Burke, 1969), composto pelos

elementos ato, agente, agência, cena e propósito. A partir desse referencial, a Inteligência Artificial é vinculada principalmente ao eixo da agência, permitindo analisá-la como ferramenta cultural que medeia práticas cognitivas e educativas. A articulação analítica entre os demais eixos possibilita investigar quem são os agentes que utilizam a IA (agente), em quais contextos socioculturais essa ação ocorre (cena), quais propósitos orientam seu uso (propósito) e quais ações são efetivamente realizadas (ato). Essa abordagem amplia a compreensão da IA para além de um artefato técnico, evidenciando sua inserção em sistemas simbólicos, discursivos e históricos, e reforçando a análise da ação mediada em consonância com os pressupostos da Teoria Sociocultural (Burke, 1969; Wertsch, 2025, 1998).

A Análise de Discurso desloca o foco da tecnologia em si para os modos pelos quais a IA é significada, naturalizada e legitimada nos textos científicos (Caregnato & Mutti, 2006; Pêcheux, 1993). Desse modo, a IA é compreendida como artefato cultural mediador, cujos sentidos e efeitos não são inerentes ao sistema tecnológico, mas emergem das relações discursivas entre agentes, ferramentas e contextos históricos e sociais. Essa estratégia metodológica contribui para uma análise mais rigorosa das práticas discursivas que sustentam a hipótese da Inteligência Artificial como ferramenta cultural no campo educacional com foco no Ensino de Química.

Os artigos científicos analisados neste estudo foram selecionados a partir de buscas realizadas nas bases de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), na plataforma SciELO (Scientific Electronic Library Online) e no Google Scholar, todas reconhecidas como fontes de referência na produção científica e por viabilizarem o acesso aberto às suas publicações. Para a realização das buscas, utilizaram-se os descritores “Inteligência Artificial” e “Ensino de Química”, adotando-se como recorte temporal o período de 2020 a 2025, considerando a intensificação do uso e da discussão sobre sistemas de IA em contextos educacionais nesse intervalo.

Após a definição das bases, descritores e recorte temporal, aplicaram-se filtros adicionais com o intuito de assegurar a qualidade e a pertinência das fontes, restringindo-se a busca a artigos científicos revisados por pares. Como a busca inicial retornou, somando as três plataformas, 944 resultados, número incompatível com o

escopo do estudo, foi necessário aplicar um filtro adicional no Google Scholar, delimitando a busca apenas aos trabalhos que apresentassem os descritores no título. Com essa restrição, o total nas três bases foi reduzido para 11 trabalhos.

Na etapa de refinamento do corpus, foram excluídos os artigos caracterizados como revisões bibliográficas, bem como artigos duplicados. Além disso, um dos trabalhos inicialmente selecionado foi descartado por não apresentar relação direta com o uso da Inteligência Artificial no Ensino de Química. Ao final desse processo, foram selecionados oito artigos e um trabalho de conclusão de curso que compõem o corpus analisado neste estudo. A busca foi realizada em 10 de janeiro de 2026, e os trabalhos selecionados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Trabalhos Selecionados para Análise

Base de dados	Título	Autor(es)	Ano
CAPES e SciELO	Inteligência Artificial e Ensino de Química: Uma análise propedêutica do ChatGPT na definição de conceitos químicos.	Bruno S. Leite	2023
CAPES	Educação híbrida e cultura digital: reflexões sobre docência, aprendizagem e tecnologias na contemporaneidade.	Braian Veloso; Camila Dias de Oliveira Sestito; Cícera Aparecida Lima Malheiro; Claudinei Zagui Pareschi; Daniel Mill; Kátia Gardênia Henrique da Rocha; Luciane Penteado Chaquime.	2023
CAPES	Integrando a Inteligência Artificial generativa na Educação em Química: desenvolvimento de ferramentas e avaliação como recurso educacional.	Diogo Gonzaga Monte da Costa Edgar Perin Moraes	2024
Google Scholar	Uso de inteligência artificial no ensino de química: uma pesquisa bibliográfica.	Ana Paula Brescancini Rabelo; Lucas Labigalini Fuini.	2024
Google Scholar	Inteligência Artificial e o ChatGPT: uma análise sobre conhecimentos conceituais de química básica no Ensino Superior.	Reni Campos Farias	2024

Base de dados	Título	Autor(es)	Ano
Google Scholar	Percepções de Professores de Química da Amazônia paraense sobre a incorporação da Inteligência Artificial no Ensino.	Loyde Mendes Gonçalves Teles; Lucicléia Pereira da Silva; Luely Oliveira da Silva.	2024
Google Scholar	Análise da Inteligência Artificial ChatGPT na proposição de planos de aulas para o ensino da química.	Bruno Silva Leite.	2024
SciELO	ChatGPT no Ensino de Química: Análise das explicações sobre ácidos e bases para o Novo Ensino Médio e Ensino Superior.	Elisson Olczewski; Renato Marcondes; Larissa Sens.	2025
Google Scholar	A influência multiforme da Inteligência Artificial no Ensino de Química nas escolas de Ensino Médio da rede pública.	Marcionilio F-Silva	2025

Os nove trabalhos foram lidos integralmente para uma análise aprofundada, com o objetivo de identificar e organizar os trechos que se articulavam às categorias analíticas definidas *a priori*. Esse procedimento orientou a análise qualitativa dos textos a partir de uma perspectiva discursiva, permitindo examinar como a Inteligência Artificial é significada no campo educacional, com foco no Ensino de Química. A leitura orientada pelas categorias *a priori* cria as condições analíticas necessárias para examinar se a Inteligência Artificial é discursivamente construída como ferramenta cultural mediadora das ações pedagógicas e dos processos de construção do conhecimento.

Resultados e Discussões

A exposição dos resultados está organizada de acordo com as categorias analíticas definidas *a priori*, fundamentadas no conceito de ação mediada de Wertsch (2025; 1998) junto às ideias que orientam a construção do Pentagrama de Burke para análise de discurso. Nessa perspectiva, os textos analisados são descritos considerando a Inteligência Artificial como *agência*, isto é, como mediadora das ações pedagógicas no Ensino de Química (Burke, 1969). Os resultados evidenciam os modos pelos quais a IA é apresentada nos trabalhos, bem como os contextos, sujeitos e finalidades associados

ao seu uso, avaliando se a Inteligência Artificial pode ser definida como ferramenta cultural segundo as definições propostas por James V. Wertsch.

A Tabela 2 apresenta as categorias analíticas definidas *a priori* que orientam a Análise de Discurso dos trabalhos selecionados, enquanto a Tabela 3 apresenta excertos representativos das categorias, permitindo a análise dos sentidos produzidos discursivamente e dos modos como a Inteligência Artificial é significada nos artigos analisados.

Tabela 2 – Categorias Analíticas Definidas *a priori* com Base na Teoria de James Wertsch

CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
IA como instrumento de mediação cognitiva	Relacionada à ampliação ou redistribuição de processos mentais.
IA como artefato simbólico	Associada à produção de significados, linguagem e representação do conhecimento.
IA e autoridade discursiva	Referente ao grau de confiança atribuído às respostas geradas pelos sistemas.
IA e implicações éticas	Contempla vieses, limites, restrições e impactos sociais.

Tabela 3 - Excertos Representativos das Categorias

CATEGORIA	EXCERTOS REPRESENTATIVOS
IA como instrumento de mediação cognitiva	“A pesquisa destacou que a IAG contribui para a inclusão educacional, especialmente no atendimento a alunos com necessidades especiais. Ferramentas de conversão de texto para fala e adaptação de materiais visuais demonstraram ser eficazes para criar um ambiente de aprendizado mais acessível” (Costa e Moraes, 2024, p.9). “O ChatGPT pode auxiliar em atividades acadêmicas, como realizar uma revisão bibliográfica inicial, colaborando com algumas atividades tidas como maçantes de procura de informações sobre um determinado tema” (Farias, 2024, p. 17). “O estudo [...] explorou a utilização do ChatGPT, como professor substituto durante as ausências dos professores em aulas de Química. [...] observou-se que o grupo orientado pelo professor teve quase o dobro de respostas de alta qualidade em comparação ao grupo orientado pelo ChatGPT” (Olczewski et al., 2025, p. 5). “É fundamental destacar que a IA apenas reproduz os processos de nossa sociedade, em atividades para as quais foi treinada, realizando-as com maior rapidez e, muitas vezes, com maior precisão do que um ser humano” (Leite, 2023, p. 916).

CATEGORIA	EXCERTOS REPRESENTATIVOS
IA como artefato simbólico	“Em relação ao suporte emocional e motivacional, os autores indicam que além de melhorar o desempenho acadêmico, a IA pode oferecer suporte emocional aos alunos. Sistemas de análise de sentimentos e <i>chatbots</i> educacionais são capazes de identificar sinais de desmotivação ou estresse, proporcionando intervenções oportunas para apoiar os estudantes” (Rabelo, 2024, p. 8).
	“Ademais, o uso da IAGen pode tanto aprimorar quanto prejudicar os processos de aprendizagem, dependendo de como é utilizada — seja para potencializar as capacidades dos estudantes ou simplesmente para delegar a execução de tarefas” (Leite, 2024).
	“Em relação ao ensino de Química, os <i>chatbots</i> podem auxiliar na compreensão de fórmulas complexas, na resolução de problemas e até mesmo na simulação de experimentos, possibilitando que o aprendizado seja mais interativo e acessível” (Leite, 2024, p. 478).
	“Na Educação em Química, a IAG tem sido empregada para criar visualizações de conceitos complexos, simulações de experimentos e planos de aula personalizados” (Costa e Moraes, 2024, p.5).
	“Portillo <i>et al.</i> (2020), apresentam uma ferramenta educacional inovadora nomeada ReAQ, que combina um Sistema de Tutoria Inteligente com Realidade Aumentada, direcionada ao ensino de Química” (Teles et al., 2024, p. 143).
IA e autoridade discursiva	“Os resultados indicam que o ChatGPT consegue oferecer definições sobre os conceitos ácido-base, mas a profundidade das respostas varia de acordo com o nível de ensino proposto, demonstrando a sua capacidade em adaptar as respostas para os diferentes públicos” (Olczewski et al., 2025, p. 15).
	“Na Química, o ChatGPT pode ser útil, por exemplo, na química computacional ao possibilitar a geração de relatórios detalhados sobre as propriedades de determinada molécula, descrever de forma legível sistemas complexos, contribuindo para o processo de interpretação e comunicação de resultados da química computacional” (Leite, 2023, p. 917).
	“É importante destacar que o ChatGPT não apresentou alguma fórmula, símbolo ou reação química na sua definição de equilíbrio químico. Este é um ponto que deve ser considerado no uso da IA, uma vez que na Química para definição de alguns conceitos se faz necessário o uso também do nível representacional” (Leite, 2023, p. 919).
IA e autoridade discursiva	“A IAGen pode ser utilizada para criar jogos e experiências de realidade aumentada e virtual, possibilitando que o ensino de Química se torne mais eficaz e envolvente” (Leite, 2024, p. 478).
	“A maioria dos professores destacou a necessidade de supervisão rigorosa e validação humana, com 23 de 34 participantes atribuindo nota 10 à importância da intervenção humana para garantir a precisão dos conteúdos gerados” (Costa & Moraes, 2024, p. 9).

CATEGORIA	EXCERTOS REPRESENTATIVOS
IA e autoridade discursiva	“[...] o aluno está envolvido com a tecnologia, o aluno está envolvido com a ciência em si. Eu acredito que trazendo essa inteligência artificial para o mundo da química, o aluno vai ficar mais incentivado ainda, vai chegar mais à participação no envolvimento dele nas aulas de química e vai ser um atrativo para ele” (Teles et al., 2024, p. 153). “O grupo que utilizou o software da OpenAI apresentou um melhor grau desempenho e maior grau de confiança nas questões, o que pode estar diretamente ligado ao suporte de um software de inteligência artificial que possui seu banco de dados em constante crescimento, capaz de interagir de forma generativa, desenvolver conversas e aprender sobre os conteúdos discutidos” (Farias, 2024, p. 41). “Talanquer (2023), o qual fez uma série de perguntas à IA observando que mesmo após ser questionado sobre uma resposta errônea, o ChatGPT reconhece o erro, mas não é capaz de elevar conceitualmente o nível da resposta, além de apresentar confusão e ser repetitivo em alguns momentos” (Olczewski et al., 2025, p. 5). “O uso do ChatGPT na educação apresenta desafios relacionados à sua precisão e confiabilidade. Como o ChatGPT é treinado em um grande <i>corpus</i> de dados brutos e não polidos, ele pode não ser objetivo e pode apresentar imprecisões. A eficácia dos modelos generativos depende da qualidade e diversidade dos dados utilizados na sua formação” (Leite, 2024, p. 477).
IA e implicações éticas	“Preocupações éticas, como privacidade de dados e viés algorítmico, devem ser cuidadosamente abordadas para garantir a equidade e a integridade na educação (Wach <i>et al.</i>, 2023)” (Costa & Moraes, 2024, p.6). “Apesar das vantagens relatadas, desafios como dependência tecnológica, falta de infraestrutura adequada e a necessidade de validação humana foram amplamente mencionados, alinhando-se às preocupações discutidas por Watts <i>et al.</i> (2023) e Ngwenya (2024)” (Costa & Moraes, 2024, p.9). “Fava (2018) descreve que o desenvolvimento e aplicação de IA tem progredido em uma velocidade impressionante e poderá modificar completamente a sociedade a qual estamos habituados [...]. Atualmente, as ocupações humanas estão sendo substituídas gradualmente, mas é esperado que esse processo ganhe velocidade em breve” (Teles, et al., 2024, p. 153). “Fatores que podem ser proporcionados por meio de formações de caráter tecnológico, e especificamente no viés da inteligência artificial” (Teles, et al., 2024, p. 145). “A qualidade dos materiais gerados pela IA está diretamente ligada à qualidade dos dados utilizados em seu treinamento, o que pode gerar respostas com erros conceituais ou informações inventadas, pois não possui acesso à internet e opera com base nos dados de treinamento disponíveis até 2021” (Olczewski et al., 2025, p. 4).

CATEGORIA	EXCERTOS REPRESENTATIVOS
IA e implicações éticas	“A ausência de outras teorias nas explicações sobre ácido-base pode limitar a compreensão dos alunos, pois a Teoria de Arrhenius só abrange reações que ocorrem em soluções aquosas sendo uma de suas limitações (Santos, 2020a; Santos, 2020b)” (Olczewski et al., 2025, p. 9). “Além disso, há preocupações quanto ao uso da IA para práticas de plágio, com alunos utilizando o ChatGPT para concluir tarefas de forma indevida (Tlili et al., 2023). [...] Outro ponto crítico, conforme destacam Souza <i>et al.</i> (2023, p. 23), é a questão do viés algorítmico, “que ocorre quando os sistemas de IA reproduzem preconceitos e estereótipos presentes nos dados de treinamento” (Olczewski et al., 2025, p. 2). “O fato de o software não mencionar nem a teoria de Brönsted-Lowry e nem a de Lewis deixa uma lacuna na aprendizagem do estudante” (Leite, 2023, p. 921). “É fundamental considerar o risco de a IA exacerbar as desigualdades existentes no sistema educacional. O acesso desigual a dispositivos e à conectividade pode fazer com que os benefícios da IA se concentrem em um grupo restrito de estudantes, ampliando a lacuna educacional. Portanto, políticas públicas que visem garantir o acesso equitativo à tecnologia e à formação são essenciais para que a IA possa contribuir de forma positiva para o ensino de química em todas as escolas da rede pública” (Silva, 2025, p. 5).

Na primeira categoria, os excertos analisados (Costa & Moraes, 2024; Olczewski et al., 2025; Leite, 2023; 2024; Rabelo & Fuini, 2024), indicam que a Inteligência Artificial é mobilizada como instrumento de mediação cognitiva que amplia as capacidades humanas, como evidenciam Costa e Moraes (2024) afirmando que a IA auxilia na inclusão de alunos com necessidades especiais por proporcionarem experiências de aprendizagem acessíveis. Além disso, a maior parte dos trabalhos aborda análises utilizando o *Chat Generative Pre-trained Transformer* (ChatGPT 3.5) da empresa OpenAI (2022), essa ferramenta simula conversas humanas através de algoritmos e modelos, os textos reforçam a ideia de que o seu uso pode tanto aprimorar quanto prejudicar os processos de aprendizagem, dependendo de como é utilizado, assim como Wertsch descreve outras ferramentas culturais como a calculadora ou os computadores (Wertsch, 2025; 1998).

O artigo de Olczewski et al. (2025) analisa o desempenho do ChatGPT na explicação de conceitos de ácido-base para o Novo Ensino Médio e o Ensino Superior, comparando um grupo que explorou a utilização do ChatGPT como professor substituto e outro orientado por professores. A partir da análise foi possível concluir

que o grupo orientado pelo professor teve quase o dobro de respostas de alta qualidade em comparação ao grupo orientado pelo ChatGPT, mostrando que a interação com a IA pode limitar os processos cognitivos assim como outras ferramentas culturais.

Paralelamente, alguns trechos presentes nos trabalhos de Rabelo e Fuini (2024), Leite (2024; 2023) e Farias (2024), evidenciam o deslocamento de atividades como busca, organização e explicação de informações para a IA configurando uma externalização parcial de processos mentais, ainda que condicionada pelos limites dos dados e modelos que sustentam o sistema. As diferentes maneiras de utilizar a IA apresentadas pelos trabalhos apontam para uma redistribuição dos processos cognitivos entre sujeito e ferramenta, aproximando-se do conceito de ação mediada de Wertsch, segundo o qual o desempenho cognitivo emerge da interação entre agente, instrumento cultural e contexto (Wertsch, 2025; 1998).

Na segunda categoria, a IA é discursivamente construída como artefato simbólico (Costa & Moraes, 2024; Teles et al., 2024; Olczewski et al., 2025; Leite, 2023; 2024), operando sobre linguagens, signos e representações próprias do campo da Química. Os textos analisados a posicionam como *agência* (Burke, 1969) capaz de produzir e reorganizar representações simbólicas, como textos explicativos, planos de aula, simulações e visualizações tridimensionais. Leite (2023), reforça que na Química computacional, por exemplo, a IA permite gerar relatórios detalhados sobre propriedades moleculares específicas e descreve sistemas complexos de forma inteligível. Sob a perspectiva da ação mediada, esses usos indicam que a construção de significados científicos é orientada por ferramentas culturais que estruturam modos específicos de representação e comunicação do conhecimento (Wertsch, 2025; 1998).

Ao mesmo tempo, os excertos evidenciam limites dessa mediação simbólica, especialmente quando a IA apresenta definições conceituais incompletas, mesclas teóricas inadequadas ou ausência de níveis representacionais essenciais à Química, o que demanda intervenção pedagógica e formação conceitual para evitar interpretações distorcidas, conforme Olczewski et al. (2025) expõem, quando há algo errado nas informações apresentadas pela IA não é fácil alterar essa resposta, ou seja, a IA enquanto artefato precisa da interação com agentes nos contextos socioculturais que

está vinculada para que os propósitos que orientam seu uso acarretem nas ações que se desejam executar, pontos reforçados por Wertsch (2025; 1998) quando articula às ideias de Burke (1969) a definição de ferramenta sociocultural.

A terceira categoria revela que a IA é associada a um elevado grau de autoridade discursiva, frequentemente vinculada à confiança atribuída às respostas geradas pelos sistemas. No entanto, essa autoridade é tensionada nos próprios discursos analisados, que destacam a instabilidade das respostas, suas limitações conceituais e a necessidade de validação humana. Leite (2024), reforça a existência desses desafios relacionados à confiabilidade dos dados expostos, uma vez que a IA se constitui a partir de dados brutos e não polidos. O desempenho dos modelos de IA generativos está diretamente relacionado à qualidade e à diversidade dos dados empregados em seu processo de treinamento.

À luz de Wertsch (2025; 1998), tais aspectos evidenciam que a confiança atribuída à IA não é inerente ao sistema, mas emerge da relação mediada entre sujeitos, ferramenta cultural e contexto educacional, exigindo mediações conscientes para evitar sua naturalização acrítica no Ensino de Química. Por fim, na quarta categoria, os excertos analisados (Costa & Moraes, 2024; Teles et al., 2024; Olczewski et al., 2025; Leite, 2023; Silva, 2025), articulam a IA a um conjunto de implicações éticas, envolvendo vieses algorítmicos, restrições conceituais, limites operacionais e impactos sociais mais amplos. Emergem preocupações relacionadas à privacidade de dados, ao plágio e à reprodução de vieses, reforçando a necessidade de uma apropriação crítica e pedagógica da IA enquanto ferramenta cultural situada no Ensino de Química.

Silva (2025), em seu texto, evidencia preocupações relacionadas às desigualdades estruturais do sistema educacional. Observa-se que a incorporação da Inteligência Artificial no Ensino de Química é frequentemente condicionada ao acesso a dispositivos digitais, conectividade e formação adequada, o que pode restringir seus benefícios a determinados grupos de estudantes. Essa assimetria de acesso aponta para o risco de a IA, enquanto ferramenta cultural, reforçar ou intensificar desigualdades já existentes, ao invés de reduzi-las. A perspectiva sociocultural evidencia que tais limitações estão diretamente relacionadas às condições sociais e institucionais em que a mediação exercida pela Inteligência Artificial ocorre. Nesse sentido, os

resultados indicam a necessidade de políticas públicas voltadas à ampliação do acesso à tecnologia e à formação docente, de modo que a IA possa ser integrada de forma mais equitativa e socialmente responsável ao Ensino de Química na rede pública.

O texto de Veloso et al. (2023), apesar de lido integralmente, não teve trechos incluídos em nenhuma categoria por se tratar de um texto introdutório de um dossiê que contempla diversos outros textos, diante do exposto optou-se por excluí-lo do corpus do trabalho devido à amplitude deste artigo. Os excertos analisados evidenciam a Inteligência Artificial sendo discursivamente construída como instrumento de mediação cognitiva, associado à ampliação e à redistribuição de processos mentais nos contextos educacionais incluindo o Ensino de Química.

Considerações Finais

Diante do objetivo de analisar como a Inteligência Artificial vem sendo significada e mobilizada no campo do Ensino de Química, à luz da Teoria Sociocultural, buscando compreender se essa tecnologia pode ser definida como uma ferramenta sociocultural, adotou-se a Análise de Discurso orientada por categorias *a priori*, fundamentadas no conceito de ação mediada de James V. Wertsch e operacionalizadas com o apoio do Pentagrama de Burke. Essa abordagem possibilitou examinar de forma sistemática os sentidos atribuídos à IA na literatura científica recente, a partir de artigos identificados nas bases de dados CAPES, SciELO e Google Scholar, utilizando os descritores “Inteligência Artificial” e “Ensino de Química”.

A articulação entre as análises realizadas nas diferentes categorias evidencia que a Inteligência Artificial pode ser compreendida, à luz da Teoria Sociocultural, como uma ferramenta sociocultural que medeia ações cognitivas, discursivas e pedagógicas no campo educacional, em especial no Ensino de Química. Os excertos analisados mostram que a IA atua como instrumento de mediação cognitiva, redistribuindo processos mentais, como artefato simbólico, operando sobre linguagens, representações e significados científicos, como elemento dotado de autoridade discursiva, influenciando níveis de confiança e tomada de decisão e como tecnologia atravessada por implicações éticas, limites e impactos sociais.

Em consonância com o conceito de ação mediada de Wertsch (2025; 1998), essas evidências reforçam que os processos de ensino e aprendizagem não se dão de forma direta entre sujeito e conhecimento, mas emergem da interação entre agentes, ferramentas culturais e contextos socioculturais. O uso do Pentagrama de Burke contribui para explicitar essa dinâmica, ao situar a IA como agência que reorganiza atos, propósitos e cenas educativas (Burke, 1969). Dessa forma, a análise dos discursos científicos permite concluir que a IA não deve ser reduzida a um recurso técnico ou instrumental, mas reconhecida como uma ferramenta cultural historicamente situada, cuja compreensão nesse enquadramento teórico favorece uma leitura mais crítica, consistente e integrada de seu papel na educação.

Como desdobramento, pontua-se a importância de investimentos em políticas públicas que ampliem o acesso à tecnologia e promovam a formação docente, de modo a possibilitar usos mais equitativos, reflexivos e pedagogicamente fundamentados da IA no Ensino de Química. Destaca-se, ainda, a importância de pesquisas futuras que aprofundem investigações empíricas sobre práticas concretas de uso da IA em sala de aula e nos processos de formação de professores, contribuindo para ampliar o conhecimento sobre o papel dessa ferramenta cultural nos processos educativos, especialmente no Ensino de Química.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem, ainda, ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (Unesp) pelo suporte e pelas condições oferecidas ao desenvolvimento desta pesquisa.

Declaração de uso de Inteligência Artificial

Em conformidade com a Portaria CNPq nº 2.664/2026, declara-se que não foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa em nenhuma etapa da concepção, do desenvolvimento, da análise ou da redação deste trabalho.

Referências

- Alves, L. (2023). *Inteligência artificial e educação: Refletindo sobre os desafios contemporâneos*. [S.l.: s.n.].
- Anyoha, R. (2017). *The history of artificial intelligence*. Harvard University.
- Burke, K. (1969). *A grammar of motives*. Berkeley: University of California Press.
- Caregnato, R. C. A., & Mutti, R. (2006). *Pesquisa qualitativa: Análise de discurso versus análise de conteúdo*. *Texto & Contexto – Enfermagem*, 15(4), 679–684.
<https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>
- Cirino, M. M. (2012). *Objetos de aprendizagem como ferramentas socioculturais para o ensino de Química* (Tese de doutorado). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, SP, Brasil.
- Comissão Mundial de Ética do Conhecimento Científico e da Tecnologia (COMEST). (2019). *Preliminary study on the ethics of artificial intelligence*. UNESCO.
- Cope, B., & Kalantzis, M. (2024). On cyber-social learning: A critique of artificial intelligence in education. In D. Kourkoulou, A. O. Tzirides, B. Cope, & M. Kalantzis (Eds.), *Trust and inclusion in AI-mediated education* (pp. 1–20). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-64487-0_1
- Costa, D. G. M. D., & Moraes, E. P. (2024). *Integrando a inteligência artificial generativa na educação em química: Desenvolvimento de ferramentas e avaliação como recurso educacional*.
- Farias, R. C. (2024). *Inteligência artificial e o ChatGPT: Uma análise sobre conhecimentos conceituais de química básica no ensino superior*.
- Lee, G., Latif, E., Nyaaba, M., Gao, Y., Guo, S., Shi, L., Zhai, X. (2026). Transforming science teacher education in the era of generative artificial intelligence: Global perspectives. *International Journal of Science Education*, 1–30.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2026.2614365>
- Leite, B. S. (2023). Inteligência artificial e ensino de química: uma análise propedêutica do chatgpt na definição de conceitos químicos. *Química Nova*, 46(9), 915-923.
- Leite, B. S. (2024). Análise da inteligência artificial ChatGPT na proposição de planos de aulas para o ensino da química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 23(3).

- Luckin, R. (2018). *Machine learning and human intelligence*. IOE Press.
- Silva, F. M. (2025). *A influência multiforme da inteligência artificial no ensino de química nas escolas de ensino médio da rede pública* (pp. 142–151). Editora Impacto Científico.
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Olczewski, E., Marcondes, R., & Sens, L. (2025). ChatGPT no ensino de química: Análise das explicações sobre ácidos e bases para o novo ensino médio e ensino superior. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 27, e56809.
- OpenAI. (2021). *ChatGPT* (Versão 3.5) [Software]. <https://openai.com/>
- Pêcheux, M. (1993). *Análise automática do discurso (AAD-69)*. In F. Gadet & T. Hak (Orgs.). *Por uma análise automática do discurso: Uma introdução à obra de Michel Pêcheux* (2ª ed., pp. 61–105). Editora da Unicamp.
- Pereira, A. P., Ostermann, F., & Souza, J. (2010). *Dimensões de análise discursiva baseadas na teoria sociocultural de James V. Wertsch*. In *Anais do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia, SP, Brasil.
- Pereira, A. P. D., & Ostermann, F. (2012). A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. *Ciência & Educação*, 18(01), 23-39.
- Rabelo, A. P. B. (2024). *Uso de inteligência artificial no ensino de química: Uma pesquisa bibliográfica*.
- Reich, J. (2020). *Failure to disrupt: Why technology alone can't transform education*. Harvard University Press.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433–460.
- Teles, L. M. G., da Silva, L. P., da Silva, L. O. (2024). Percepções de professores de química da Amazônia paraense sobre a incorporação da inteligência artificial no ensino. *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación*, 10(Edição especial), 141–158.
- UNESCO. (2020). *First draft of the recommendation on the ethics of artificial intelligence*. UNESCO.
-

UNESCO. (2022a). *Reimaginar nossos futuros juntos: Um novo contrato social para a educação*. UNESCO.

UNESCO. (2022b). *Currículos de IA para a educação básica: Um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos*. UNESCO Publishing.

Veloso, B. G., Sestito, C. D. O., Malheiro, C. A. L., Pareschi, C. Z., Mill, D., Rocha, K. G. H., & Chaquime, L. P. (2023). Educação híbrida e cultura digital: Reflexões sobre docência, aprendizagem e tecnologias na contemporaneidade. *Dialogia*, (44), e24294. <https://doi.org/10.5585/44.2023.24294>.

Wertsch, J. V. (2025). *A Mente em Ação*. Tradutor Marcelo Cirino Maia. Editora da Universidade Estadual de Londrina (EDUEL).

Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. New York: Oxford University Press.

Submetido em: 31/01/2026

Aceito em: 11/08/2026

Publicado em: 30/09/2026

Periódico organizado pela Sociedade Brasileira de Ensino de Química – SBEnQ

 **S**ociedade **B**rasileira
de **E**nsino de **Q**uímica



Este texto é licenciado pela Creative Commons Attribution 4.0 International License.