

## ENSINO EXPLÍCITO DE METACOGNIÇÃO EM QUÍMICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### EXPLICIT TEACHING OF METACOGNITION IN CHEMISTRY: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

### ENSEÑANZA EXPLÍCITA DE LA METACOGNICIÓN EN QUÍMICA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Cristina Januária Pereira\*  

Terezinha Ribeiro Alvim\*\*  

#### RESUMO

Neste artigo apresentamos os estudos realizados nos últimos 10 anos sobre o ensino explícito da metacognição na aprendizagem de Química. Quanto aos aspectos metodológicos, trata-se de uma revisão bibliográfica que se propõe a verificar a existência de pesquisas recentes envolvendo o tema e quais as contribuições dessas para a área da educação. Acreditamos que esses apontamentos possam contribuir nas discussões concernentes ao processo de aprendizagem dos estudantes quanto às orientações estabelecidas pela Agenda 2030 por meio do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS 4, que trata sobre a educação. A busca por artigos foi realizada nas bases de dados ERIC, CAPES e Scielo, sendo localizados nove artigos que fazem parte desta revisão. Os resultados indicaram que, apesar da metacognição ser pesquisada por estudiosos de diversas áreas, interessados em compreender como as pessoas aprendem, o ensino explícito da metacognição em Química necessita ser mais investigado, apontamento realizado pela maioria dos pesquisadores referenciados nos estudos revisados.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Metacognição. Agenda 2030.

#### ABSTRACT

In this article we present studies carried out in the last 10 years on the explicit teaching of metacognition in Chemistry learning. As for methodological aspects, this is a bibliographical review that aims to verify the existence of recent research involving the topic and what their contributions are to the area of education. We believe that these notes can contribute to discussions regarding the students' learning process regarding the guidelines established by the 2030 Agenda through the Sustainable Development Goal - SDG 4, which deals with education. The search for articles was carried out in the ERIC, CAPES and Scielo databases, finding nine articles that are part of this review. The results indicated that, although metacognition is researched by scholars from different areas, interested in understanding how people learn, the explicit teaching of metacognition in Chemistry needs to be further investigated, a point made by the majority of researchers referenced in the reviewed studies.

\* Mestranda pelo PPGEPT do CEFET-MG. Pedagoga da Rede Municipal de Contagem - MG e Professora da Rede Municipal de Belo Horizonte - MG. Endereço para correspondência: Rua Francisco Magalhães Gomes, n. 204, apto. 102, Castelo, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, CEP: 30.840-630. E-mail: [ppgetcefetcristinapereira@gmail.com](mailto:ppgetcefetcristinapereira@gmail.com).

\*\* Doutorado em Educação pela UFMG. Docente do EBTT e do PPGEPT do CEFET-MG. E-mail: [talvim@cefetmg.br](mailto:talvim@cefetmg.br).

**Keywords:** Teaching Chemistry. Metacognition. 2030 Agenda.

## RESUMEN

En este artículo presentamos estudios realizados en los últimos 10 años sobre la enseñanza explícita de la metacognición en el aprendizaje de Química. En cuanto a los aspectos metodológicos, se trata de una revisión bibliográfica que tiene como objetivo verificar la existencia de investigaciones recientes que involucran el tema y cuáles son sus aportes al área de la educación. Creemos que estas notas pueden contribuir a las discusiones sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes sobre los lineamientos que establece la Agenda 2030 a través del Objetivo de Desarrollo Sostenible - ODS 4, que trata sobre educación. La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos ERIC, CAPES y Scielo, encontrándose nueve artículos que forman parte de esta revisión. Los resultados indicaron que, aunque la metacognición es investigada por académicos de diferentes áreas, interesados en comprender cómo aprenden las personas, es necesario investigar más a fondo la enseñanza explícita de la metacognición en Química, un punto señalado por la mayoría de los investigadores a los que se hace referencia en los estudios revisados.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Química; Metacognición; Agenda 2030

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o final do século XX, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) tem desempenhado um papel fundamental na promoção de melhorias na educação em todo o mundo por meio das discussões e propostas realizadas nos Fóruns Mundiais de Educação. Uma das primeiras iniciativas mais significativas foi a "Educação para Todos", lançada em Jomtien em 1990, que estabeleceu quatro aprendizagens essenciais para o desenvolvimento de todos os indivíduos ao longo da vida, conhecidas como os pilares do conhecimento:

*aprender a conhecer*, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; *aprender a fazer*, para poder agir sobre o meio envolvente; *aprender a viver juntos*, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente *aprender a ser*, via essencial que integra as três precedentes (Delors, 2001, p. 90, grifo do autor).

Em 1993, a Declaração de Nova Delhi destaca a educação como um direito humano fundamental e reconhece sua importância como ferramenta para promover valores universais, melhorar a qualidade dos recursos humanos e respeitar a diversidade cultural. A mesma, chama a atenção para a necessidade de abordagens criativas na educação, tanto dentro quanto fora dos sistemas formais, para atender às necessidades básicas de aprendizagem de todos os indivíduos e sociedades.

Em 2000, a Declaração de Dakar reafirmou o compromisso com o objetivo de educação para todos estabelecendo seis metas educacionais para serem alcançadas até 2015. Essas metas incluíam a promoção de habilidades de aprendizagem e de vida para jovens e adultos e a melhoria da qualidade da educação. O documento ressalta a necessidade de assegurar a todos a oportunidade de:

obter conhecimento e desenvolver os valores, atitudes e habilidades que lhes possibilitem desenvolver suas capacidades para o trabalho, para participar plenamente de sua sociedade, para deter o controle de sua própria vida e para continuar aprendendo (UNESCO, 2001, p. 19).

O último Fórum Mundial da Educação, Agenda 2030, realizado em Incheon, na Coreia do Sul, em 2015, com participação de representantes de diversos países e órgãos internacionais apontou o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estipulando metas e estratégias para diversas áreas. Dentro desse contexto, a educação é tratada pelo ODS 4 e, especialmente, pela meta 4.4, à qual orienta que, até 2030, o número de jovens e adultos com habilidades relevantes seja aumentado, inclusive no que se refere às competências técnicas e profissionais para o emprego, trabalho decente e empreendedorismo e, ainda, propõe no item nº 48 o conhecimento de métodos que facilitem a aprendizagem com o destaque para:

O foco muito estreito em habilidades específicas para o trabalho reduz as habilidades dos alunos de se adaptar às demandas em constante mudança do mercado de trabalho. Portanto, para além da aquisição de habilidades específicas para o trabalho, deve-se dar ênfase ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e não cognitivas/transferíveis de alto nível – como resolução de problemas, pensamento crítico, criatividade, trabalho em equipe, comunicação e resolução de conflitos –, que podem ser usadas em uma gama de áreas de ocupação (UNESCO, 2015, p. 43).

Ao analisar as quatro declarações (Jomtien, Nova Delhi, Dakar e Incheon) apontadas acima Berg e Votre (2021, p. 4) destacam que “a centralidade dos documentos está na ideia de promover uma educação equitativa que acolha estudantes de classes distintas, para que todos tenham chances de progredir na vida escolar, acadêmica, social e econômica”. Os autores afirmam que:

sem uma educação que invista na autonomia dos estudantes, não será possível formar pessoas que se comprometam com a luta pela paz, pela tolerância, pela realização humana e pelo desenvolvimento sustentável, ou seja, que lutem pela felicidade. Ao referir a necessidade de educação para a autonomia, Incheon atende a um dos princípios básicos da emancipação das pessoas, fortemente defendido pelo educador

brasileiro Paulo Freire, que se envolveu com os projetos educacionais internacionais (Berg; Votre, 2021, p. 16).

Os autores pontuam que, sendo a educação um pilar fundamental na construção da autonomia e frequentemente associada à capacidade de autogestão e à participação ativa no processo de aprendizagem, permite que os indivíduos se tornem protagonistas de suas próprias vidas e contribuam de maneira significativa para a sociedade. A promoção da autonomia por meio da educação envolve não apenas a transmissão de conhecimento, mas também o desenvolvimento de habilidades críticas e reflexivas que capacitam os indivíduos a tomar decisões conscientes e responsáveis. Esse processo é essencial para a formação de cidadãos conscientes e engajados, capazes de exercer seus direitos e deveres com plenitude e contribuir para a construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Em conformidade com Locatelli (2014, p. 24-25), pesquisas no ensino de Ciências têm ressaltado a importância da autonomia para a aprendizagem destacando que “podemos assumir a metacognição como uma série de processos envolvendo o monitoramento e o repensar dos próprios conhecimentos, levando gradativamente a um aumento na autonomia de estudar e aprender”.

Os estudos realizados por Pozo e Crespo (2009) revelam que a aprendizagem em ciências enfrenta obstáculos significativos devido à tendência de processos de ensino descontextualizados, focando em conteúdos conceituais sem integrar o conhecimento prático ou considerar as concepções prévias dos estudantes. A compreensão da ciência por parte dos estudantes é um desafio que envolve não apenas a assimilação de conhecimentos conceituais, mas também a capacidade de relacionar esses conceitos com experiências do mundo real.

Ademais, conforme Pozo e Crespo (2009, p. 25), o currículo de ciências é uma das vias por meio da qual os estudantes têm a oportunidade de aprender a aprender, adquirir estratégias e competências que permitam transformar, reelaborar e reconstruir os conhecimentos adquiridos durante o processo de aprendizagem. Os autores argumentam, ainda, que a educação científica deve ir além da mera transmissão de fatos e teorias, mas proporcionar aos estudantes o engajamento em processos de descoberta e compreensão, onde o conhecimento científico é construído colaborativamente e não apenas recebido passivamente.

A superação das dificuldades na aprendizagem da ciência, portanto, requer uma mudança paradigmática que coloque os estudantes no centro do processo educativo, incentivando-os a questionar, explorar e conectar o conhecimento científico com suas próprias

vidas e o mundo ao seu redor, estimulando-os “a desenvolver habilidades, estratégias e estilos de aprendizagem que o permitam aprender a aprender” (Portilho, 2011, p. 74). Dessa maneira, impulsiona a criação de situações de aprendizagem que possibilitem aos estudantes refletir sobre suas próprias ideias e confrontá-las com o conhecimento científico validado, facilitando assim a construção de uma compreensão mais profunda e duradoura da ciência.

Ainda nesse sentido, em conformidade com Portilho (2011, p. 72), o conceito de aprendizagem está intimamente relacionado a uma percepção do comportamento observável do estudante, “desprezando aspectos tão importantes como o sujeito que aprende e os recursos internos utilizados por ele para ser consciente do seu processo de aprendizagem”.

As recomendações da UNESCO para a melhoria da educação desde o final do século XX têm sido abrangentes, abordando o acesso, a permanência e a qualidade da educação. Propondo, ainda, uma continua adaptação das estratégias para promover uma educação capaz de preparar as gerações futuras para um mundo em constante mudança. A organização defende a necessidade de aproveitar as oportunidades educacionais que surgem ao longo da vida e em diversos espaços, adaptando-se às mudanças rápidas da sociedade e às necessidades dos indivíduos. Na esteira dessa discussão Pozo (2007) salienta que:

Uma das metas essenciais da educação, para poder atender às exigências dessa nova sociedade da aprendizagem, seria, portanto, fomentar nos alunos capacidades de gestão do conhecimento ou, se preferirmos, de gestão metacognitiva, já que, para além da aquisição de conhecimentos pontuais concretos, esse é o único meio de ajuda-los a enfrentar as tarefas e os desafios que os aguardam na sociedade de conhecimento (Pozo, 2004, p. 36).

Em conformidade com o que sugere o autor supramencionado, essa mudança não pode ser considerada tarefa fácil, pois requer uma nova postura tanto do estudante quanto dos professores. Para os estudantes torna-se necessário o desenvolvimento da autonomia enquanto para os professores é necessário deslocar-se da posição de transmissor de conhecimentos para a de orientador do processo de aprendizagens. Dessa maneira, as funções discentes e docentes deverão passar por mudanças significativas (Pozo, 2004).

Consoante ao que foi apresentado, os relatórios dos fóruns mundiais da educação destacam várias diretrizes e objetivos para a educação do século XXI. Assim, considerando a importância do desenvolvimento de habilidades não cognitivas/transferíveis recomendadas pelo relatório em 2015, com o objetivo de garantir uma educação inclusiva e equitativa de qualidade e a promoção de oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos, este

artigo propõe investigar a relação entre as orientações do relatório e o conceito de habilidades metacognitivas descritas por Flavell (1979) com foco no ensino de Química. Neste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica das pesquisas feitas nos últimos dez anos sobre o ensino explícito da metacognição na disciplina de Química, ressaltando, conforme a pesquisa realizada por Muteti *et al.* (2021), que os estudantes que explicitamente recebem instruções metacognitivas tendem a ter melhor desempenho acadêmico, maior motivação e maior autoeficácia evidenciando o que os documentos sugerem quanto às habilidades necessárias para o século XXI.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A necessidade de compreensão do processo de aprendizagem levou estudiosos das áreas da psicologia, educação e, atualmente, neurociência a proporem estudos sobre o tema. Dentro desse contexto, o psicólogo americano Flavell (1979) sugere a metacognição como estratégia de aprendizado. Trata-se de ações utilizadas pelo aprendiz para alcançar seus objetivos de aprendizagem, tais como planejar, organizar, monitorar, avaliar e revisar o próprio conhecimento e as próprias ações, permitindo-o prever e entender o próprio comportamento, assim como o comportamento dos demais aprendizes, facilitando a comunicação e a resolução de problemas. Para o autor, a cognição é o processamento de informações realizado pelo cérebro e inclui a percepção, a atenção, a memória, o raciocínio e a solução de problemas. A metacognição, por sua vez, caracteriza-se como a capacidade de refletir sobre a cognição, ou seja, a capacidade de refletir sobre como pensamos e agimos.

Flavell (1979) apresenta um modelo de metacognição por meio de duas dimensões: o conhecimento metacognitivo e a regulação metacognitiva. O conhecimento metacognitivo, no entendimento do autor, está relacionado a três tipos de conhecimento: declarativo, processual e condicional. O declarativo é o conhecimento sobre o próprio processo cognitivo, ou seja, sobre como se aprende e sobre as estratégias que podem ser utilizadas para melhorar esse processo. O conhecimento processual consiste na habilidade de controlar e monitorar o próprio processo cognitivo, incluindo a capacidade de identificar erros, corrigi-los, estabelecer objetivos, planejar ações e monitorar o progresso ao longo do tempo. Por fim, o conhecimento condicional consiste na habilidade de selecionar a estratégia mais adequada para uma tarefa específica com base no contexto em que a aprendizagem ocorre, sendo a capacidade de adaptar as estratégias de acordo com diferentes situações, expectativas e objetivos.

No que se refere à dimensão da regulação metacognitiva, o autor a identifica como a capacidade de controlar e regular o próprio pensamento e aprendizado. A regulação metacognitiva envolve a conscientização sobre os próprios processos cognitivos, envolvendo aspectos como a atenção, a memória sobre a capacidade de aprendizagem e como ambas podem ser aprimoradas. De maneira complementar, Dewey (1979, p. 47) sugere que a aprendizagem está relacionada com o poder de “desenvolver atitudes mentais” frente a fatos novos por meio da experiência, o que requer o uso da conscientização acima descrita.

Para Bransford, Brown e Cocking (1999), a ciência da aprendizagem busca identificar os fatores que influenciam o processo de aprendizagem, como a atenção, a motivação, a memória e o pensamento crítico. Dessa maneira, segundo os autores, as diferentes abordagens e técnicas de aprendizagem ativa foram estudadas sob o título de metacognição, salientando que “como a metacognição muitas vezes assume a forma de uma conversa interior, muitos estudantes podem não ter consciência da sua importância, a não ser que os processos sejam explicitamente enfatizados pelos professores” (Bransford; Brown; Cocking, 1999, p. 37, tradução nossa).

O estudo realizado por Barak, Bem-Chaim e Uri (2007) enfatiza a importância do ensino proposital das habilidades do pensamento de ordem superior e, como consequência, o desenvolvimento do pensamento crítico, a tomada de decisão e a resolução de problemas necessários em um mundo em constante mudança. Para os autores, “o pensamento de ordem superior pode ser conceituado como um modo de pensamento não algorítmico e complexo que geralmente gera várias soluções” (Barak; Bem-Chaim; Uri, 2007, p. 355, tradução nossa).

Quanto à abordagem de um ensino explícito das habilidades metacognitivas, Veenman (2017) e Dignath e Veenman (2021) argumentam que os estudantes devem ser informados explicitamente sobre os benefícios da utilização de habilidades metacognitivas. Essa instrução deve abordar qual a habilidade executar, quando e por que, inserindo-a no contexto da tarefa. “Assim, a instrução explícita significa que o professor instrui claramente os alunos sobre uma estratégia, explicando e demonstrando como executar uma estratégia específica, esclarecendo os benefícios do uso da estratégia e apoiando os alunos na aplicação da estratégia” (Dignath; Veenman, 2021, p. 494, tradução nossa).

Ademais, vale ressaltar que as metas estipuladas pela Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável propõem o desenvolvimento de habilidades necessárias ao mercado de trabalho. Essas habilidades, no entanto, vão além das habilidades cognitivas, podem relacionar-se às estratégias metacognitivas, ou seja, às habilidades contidas no ato de “aprender

a aprender”. O estudo realizado por Amaral *et al.* (2019) aponta para a necessidade da alfabetização científica e para o estabelecimento da relação entre a teoria trazida por meio das pesquisas na área e a prática da sala de aula. Nesse sentido, as autoras enfatizam que o ensino de Química deve propor a formação de indivíduos críticos e atuantes na sociedade contemporânea. As revisões realizadas neste estudo indicam que as habilidades não cognitivas/transferíveis podem ser caracterizadas como aquelas pertencentes ao nível de pensamento superior. Tais estudos também indagam acerca da possibilidade de um ensino explícito dessas habilidades por meio de estratégias metacognitivas para o desenvolvimento das habilidades proposto no documento da UNESCO.

### 3 METODOLOGIA

Com o propósito de mapear a literatura existente sobre o tema realizamos uma revisão bibliográfica que revela, de acordo com Prodanov e Freitas (2013):

Que o pesquisador está atualizado nas últimas discussões no campo de conhecimento em investigação. Além de artigos em periódicos nacionais e internacionais e livros já publicados, as monografias, dissertações e teses constituem excelentes fontes de consulta (Prodanov; Freitas, 2013, p. 131).

Esse estudo ocorre tanto no contexto da literatura estrangeira quanto no contexto brasileiro. Para tanto, adotamos como ponto de partida artigos que propõem o ensino da metacognição, explicitamente em cursos de Química, independente do grau de ensino, bem como os relatórios dos Fóruns Mundiais da Educação a partir do final do século XX e início do XXI, enfatizando o último relatório de 2015 que traça os objetivos da educação no âmbito mundial por meio da Agenda 2030.

A abordagem metodológica escolhida para o presente estudo é a pesquisa qualitativa que, na concepção de Sampieri *et al.* (2013, p. 376), tem como foco “compreender e aprofundar os fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto”.

A disciplina de Química foi selecionada por ser o campo de pesquisa das autoras do presente artigo. Dessa maneira, foram eleitas três bases de dados para a busca. A primeira base de dados selecionada foi a *Education Resources Information Center* (ERIC), escolhida por ser uma das maiores bases de pesquisa em educação em ciências e por conter um vasto número de

artigos relevantes com esse tema, além de conter o *Metacognition and Learning*, considerado o periódico mais especializado na área de aprendizagem envolvendo processos metacognitivos. A segunda base de dados foi o Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). A terceira base de dados, por sua vez, foi a Scielo Brasil.

Os descritores utilizados na busca foram as expressões: *metacognition*, *explicit*, *chemistry*, sendo combinados da seguinte forma: “*metacognition*” AND “*explicit*” AND “*chemistry*”, não ocorrendo alteração nas buscas quanto à ordem dos termos. Como recorte temporal, definimos as pesquisas desenvolvidas nos últimos dez anos. Detectamos o total de 10 artigos na base ERIC, 20 artigos no portal da CAPES (dos quais nove já haviam sido identificados pela base ERIC) e nenhum artigo na base de dados Scielo. Após a leitura flutuante dos 21 artigos apresentados pelas bases de dados, selecionamos 9 para constituir o *corpus* dessa revisão bibliográfica que foram analisados por meio de uma interpretação dos referidos textos (Quadro 1).

**Quadro 1** – Relação dos artigos selecionados como objeto de estudo.

Ano de publicação	Títulos, autores e periódicos
2017	YURIEV, Elizabeth; NAIDU, Som; SCHEMBRI, Luke S.; SHORT, Jennifer L. Scaffolding the development of problem-solving skills in chemistry: guiding novice students out of dead ends and false starts. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , [S.l.], v. 18, p. 486-504, 2017.
2019	AVARGIL, Shirly. Learning Chemistry: Self-Efficacy, Chemical Understanding, and Graphing Skills. <b>Journal of Science Education and Technology</b> , [S.l.], v. 28, p. 285-298, 2019.
2020	ASHBY, P.; MENSAH, F. M. Critical Chemistry Education in a Private, Suburban High School. <b>Research in Science Education</b> , [S.l.], v. 50, p. 303-332, 2020.
	MUTAMBUKI, Jacinta M.; MWARUMBA MWAVITA, Caroline Z. Muteti; JACOB, Brooke I.; MOHANTY, Smita Metacognition and Active Learning Combination Reveals Better Performance on Cognitively Demanding General Chemistry Concepts than Active Learning Alone. <b>Journal Chemical. Education</b> , [S.l.], v. 97, n. 7, p. 1832-1840, 2020.
2021	HEIDBRINK, Amber; WEINRICH, Melissa. Undergraduate chemistry instructors' perspectives on their students' metacognitive development. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , [S.l.], v. 22, p. 182-198, 2021.
	MUTETI, Caroline Z.; ZARRAGA, Carolina; JACOB, Brooke I.; MWARUMBA, Tuli M.; NKHATA, Dorothy B.; MWAVITA, Mwarumba; MOHANTY Smita; MUTAMBUKI, Jacinta M. I realized what I was doing was not working: the influence of explicit teaching of metacognition on students' study strategies in a general chemistry I course. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , [S.l.], v. 22, p. 122-135, 2021.
2022	GAMBY, Sonja; BAUER, Christopher F. Beyond “study skills”: a curriculum-embedded framework for metacognitive development in a college chemistry course. <b>International Journal of STEM Education</b> , [S.l.], v. 9, n. 61 p. 1- 20, 2022.
	JOHNSON, Cláudia; BOON, Helen; THOMPSON, Maree Dinan. Cognitive Demands of the Reformed Queensland Physics, Chemistry and Biology Syllabus: An Analysis Framed by the New Taxonomy of Educational Objectives. <b>Research in Science Education</b> , [S.l.], v. 52, p. 1603-1622, 2022.

	VO, Kimberly; SARKAR, Mahhub; WHITE, Paul J.; YURIEV, Elizabeth. Problem solving in chemistry supported by metacognitive scaffolding: teaching associates' perspectives and practices. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , [S.l.], v. 23, p. 436–451, 2022.
--	--

Fonte: produção das autoras (2023).

Apesar das bases de dados ERIC, portal de periódicos CAPES e Scielo Brasil serem ferramentas valiosas para encontrar referências bibliográficas, podem existir estudos publicados sobre o tema que não foram indexados em suas plataformas. Ainda assim, consideramos que os estudos selecionados representam bem o desenvolvimento da área, apesar da baixa produção de estudos sobre o tema no Brasil. Portanto o trabalho proposto se torna original.

#### 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Embasadas na seleção dos artigos apresentados no Quadro 1, realizaremos uma discussão a respeito dos estudos sobre o ensino explícito de estratégias metacognitivas nos cursos de Química como um recurso importante para auxiliar os estudantes a superar as dificuldades conceituais e desenvolver habilidades de resolução de problemas.

Neste artigo, analisamos algumas pesquisas que investigam como o ensino de estratégias metacognitivas pode estimular os estudantes a refletir sobre o seu próprio aprendizado em Química. Além disso, discutimos os benefícios da metacognição para a aprendizagem, tais como: aumento da motivação, autonomia, autoeficácia, compreensão dos conceitos químicos e desenvolvimento do pensamento de ordem superior.

Um dos desafios enfrentados pelos estudantes que desejam ingressar em carreiras relacionadas à ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) nos Estados Unidos é a exigência de inscrição em um curso de Química geral como pré-requisito (Mutambuki *et al.*, 2020 e Muteti *et al.* 2021). Dessa maneira, os autores propõem que o ensino explícito de estratégias metacognitivas em sala de aula pode ajudar os estudantes a terem melhores desempenhos no curso. O ensino explícito é uma forma de ensinar habilidades ou conceitos aos estudantes por meio de instrução direta e estruturada. Essa estratégia permite que as aulas sejam melhor compreendidas, pois mostra aos estudantes como iniciar e completar uma tarefa, dando-lhes tempo suficiente para praticar o que foi ensinado.

Segundo Muteti *et al.* (2021), o ensino explícito de metacognição é composto de três fases. A primeira fase envolve instruções explícitas das estratégias metacognitivas logo no

primeiro dia de aula, como: definir objetivos de aprendizagem, planejar as atividades, monitorar o progresso, avaliar os resultados e refletir sobre as dificuldades e os sucessos. Essas estratégias podem ser ensinadas de forma direta pelo professor por meio de atividades que estimulem a reflexão e o autoquestionamento dos estudantes possibilitando que eles monitorem a própria aprendizagem. A segunda fase requer que os estudantes sejam lembrados das estratégias metacognitivas. Já a terceira fase é uma reflexão sobre as estratégias de estudo que funcionam e as que não funcionam. Os autores acima mencionados observaram que, após passarem por formações explícitas de metacognição, os estudantes conseguem avançar quanto às estratégias de estudo no curso de Química Geral I, exigência para a participação nos programas. Na maior parte das vezes, os estudantes apresentam dificuldades como o baixo desempenho, por exemplo, o que, segundo Muteti *et al.* (2021, p. 122, tradução nossa), pode ser explicado pelo “[...] uso excessivo de memorização mecânica”.

Os autores enfatizam que, antes da instrução metacognitiva, normalmente os estudantes utilizam pensamentos de ordem inferior, que são aqueles que se baseiam na memorização, na repetição e na compreensão superficial do conteúdo. Esses pensamentos não favorecem o desenvolvimento de habilidades cognitivas mais complexas, como a análise crítica, a resolução de problemas e a criatividade. Para superar esses pensamentos e promover uma aprendizagem mais significativa é necessário, de acordo com os autores, estimular os pensamentos de ordem superior, caracterizados por ser aqueles que utilizam o raciocínio crítico, criativo e cuidadoso para resolver problemas, analisar informações e construir conhecimentos, o que é possível após a instrução metacognitiva.

Após a realização dos estudos, os autores concluíram que “a maioria dos estudantes do curso de Química Geral desconhecia estratégias de estudo eficazes; assim, há necessidade de ensinar estratégias metacognitivas explicitamente aos estudantes em cursos de Química Geral” (Muteti *et al.*, 2021, p. 122, tradução nossa). Todavia, apesar dos estudos indicarem a eficácia do ensino explícito de estratégias metacognitivas em um curso de Química, as pesquisas realizadas sobre o tema ainda são escassas. Sobre isso os autores afirmam que:

Dos poucos estudos relatados sobre metacognição no ensino de química no nível universitário... a maioria se concentrou em avaliar o desenvolvimento de habilidades metacognitivas do estudante por meio do envolvimento em atividades ou avaliações de aprendizado Muteti *et al.* (2021, p. 123, tradução nossa).

De acordo com Mutambuki *et al.* (2020), os estudos sobre metacognição relacionados ao ensino médio e ao ensino universitário de Química são realizados considerando-se o ensino de estratégias metacognitivas implicitamente. No estudo realizado pelos autores sobre a combinação da metacognição e aprendizagem ativa para melhorar o desempenho relacionado aos conceitos de Química geral, pode-se verificar o aumento significativo das notas dos estudantes, que tiveram oportunidade de uma instrução explícita metacognitiva compreendida em uma aula de 50 minutos. Nessa aula, os estudantes discutem sobre as descobertas realizadas nas pesquisas, sobre os temas cognição e metacognição, e o uso de estratégias de estudo mais eficazes capazes de ajudar na aprendizagem, o que, em consonância com os autores, é provocado pelo ensino explícito de metacognição, causando uma melhoria quanto ao desempenho no curso de Química Geral.

A aprendizagem de Química, para Avargil (2019), pode ser compreendida como um processo complexo e desafiador. Segundo o autor, “em química, fazer as conexões entre os níveis macroscópico e submicroscópico é um desafio para os alunos” (Avargil, 2019, p. 286, tradução nossa). As conexões envolvem o desenvolvimento de conceitos, habilidades e atitudes em relação à ciência que estuda a matéria e suas transformações. Os estudos realizados (Avargil, 2019; Mutambuki *et al.*, 2020) alertam, ainda, para a importância do professor/instrutor como orientador desse processo, que, ao explicar o conceito de metacognição e promover ações de aplicação, possibilita que os estudantes utilizem estratégias de estudo efetivas, estimulando o interesse, a curiosidade e o pensamento crítico. Ao saber que há estratégias metacognitivas capazes de ajudar na aprendizagem para além dos conhecimentos cognitivos, os estudantes podem refletir sobre o seu processo de aprendizagem e autorregulá-lo. Isso pode ser realizado por meio do incentivo aos estudantes para que eles realizem perguntas complexas utilizando ferramentas metacognitivas.

Percebemos, com a pesquisa de Avargil (2019), que, ao terem contato com o ensino de metacognição, os estudantes, além de serem capazes de desenvolver habilidades de pensamento de ordem superior e não apenas de nível de memorização mecânica de conteúdos e conceitos, também aumentam suas notas em avaliações na disciplina. Foi o que mostrou a pesquisa realizada pela autora com o propósito de investigar a eficácia do ensino explícito de metacognição na compreensão química e habilidades gráficas, ao dividir uma turma em dois grupos experimentais e um grupo de comparação. Os dois grupos experimentais foram expostos a um módulo de aulas da disciplina de Química e de metacognição, tendo o primeiro grupo aulas de metacognição de forma explícita e, o segundo, de forma implícita. O terceiro grupo,

ao seu turno, foi utilizado como grupo de comparação e não teve contato com o ensino sobre metacognição. Os dados coletados por meio de questionários pré e pós-módulo mostram que os dois grupos experimentais obtiveram ganhos tanto na aprendizagem de conceitos químicos quanto em tarefas de explicação, além de autoeficácia superior ao grupo de comparação.

Entretanto, entre os dois grupos experimentais que tiveram contato com a metacognição, os estudantes do primeiro grupo em que o ensino foi explícito obtiveram notas maiores, alcançando melhor compreensão sobre os conceitos químicos e habilidades gráficas. Para Avargil (2019, p. 286, tradução nossa) “[...] melhorar as habilidades de metacognição dos estudantes e sua autoeficácia são objetivos importantes para o desenvolvimento de habilidades necessárias para o século XXI”.

Dentro desse contexto, a autoeficácia (Avargil, 2019, Muteti, 2021, Gamby; Bauer, 2022) está relacionada diretamente à motivação do indivíduo sobre sua capacidade de resolver uma tarefa com sucesso utilizando para isso várias estratégias de aprendizagem. Estudos realizados por Heidbrink e Weinrich (2021) detectam que, apesar dos estudantes passarem por um longo período de estudos e acharem que haviam se saído bem nas avaliações, não era esse realmente o resultado. A hipótese levantada pelos autores é a de que, apesar de estudar por muito tempo, os estudantes não questionam a eficácia do estudo, o que muitas vezes reflete nas notas obtidas nas avaliações.

Para os autores, o questionamento sobre o próprio processo de aprender faz parte de um dos aspectos do conhecimento metacognitivo já tratado neste texto e conhecido como conhecimento declarativo. Diante do exposto, Heidbrink e Weinrich (2021, p. 182, tradução nossa) propõem que, “por causa dessa evidência de que os estudantes de química também carecem de consciência de seu conhecimento, a metacognição é um conceito relevante para os estudantes que aprendem química”, evidenciando que os estudantes metacognitivos desenvolvem as capacidades de planejar ações, gerenciar informações por meio de um sistema, resolver problemas e verificar se o caminho escolhido fará com que o objetivo proposto seja alcançado.

De acordo com os autores há um potencial em:

[...] desenvolver a metacognição dos alunos ao envolvê-los explicitamente na consideração de meios de representar o material da disciplina de química que estão sendo solicitados a aprender e como eles podem aprendê-lo usando estratégias e atividades alinhadas com a natureza desse material (Heidbrink; Weinrich (2021, p. 182, tradução nossa).

Ao analisar e comparar os currículos das disciplinas de Física, Química e Biologia do estado de *Queensland*, na Austrália, com a nova taxonomia de objetivos educacionais de Marzano e Kendall (2007), que oferece suporte ao conjunto de currículos do ensino médio do país e aos documentos que descrevem as habilidades para o século XXI, o estudo realizado por Johnson, Boon e Thompson (2022) constatou que os objetivos de aprendizagem contidos nos currículos das disciplinas enfatizam os quatro primeiros níveis cognitivos relacionados ao pensamento de nível inferior e não aos dois níveis metacognitivos relacionados ao pensamento de nível superior. Tal afirmação pode ser constatada pelos dados coletados na pesquisa, que indicam que, “em todos os três assuntos, mais da metade dos descritores de conteúdo do assunto abordam habilidades cognitivas de nível inferior” (Johnson; Boon; Thompson, 2022, p. 1615, tradução nossa). Ao comparar os objetivos de aprendizagem das três disciplinas com os objetivos da educação científica no país, as autoras afirmam haver uma divergência, pois:

Os resultados mostram que os objetivos de aprendizagem nos novos programas de estudos enfatizam habilidades cognitivas de ordem inferior, como recuperação ou compreensão, em detrimento de habilidades cognitivas de ordem superior, como análise ou utilização do conhecimento, o que parece contradizer os objetivos da educação científica nos documentos de política australiana (Johnson; Boon; Thompson, 2022, p. 1618, tradução nossa).

Johnson, Boon e Thompson (2022, p. 1616, tradução nossa) ressaltam ainda que “confiar em instruções implícitas para ensinar o pensamento metacognitivo e autossistêmico pode levar à implementação inconsistente ou ineficaz desse componente curricular”. Com a intenção de avaliar os resultados após uma instrução metacognitiva explícita, o estudo de caso apresentado por Gamby e Bauer (2022) aplicou um módulo com duração de 10 semanas no início do semestre letivo em estudantes matriculados no curso de Química Geral, em 2020, na cidade de *Massachusetts*, em uma universidade comunitária. Durante o processo de treinamento metacognitivo, os pesquisadores puderam identificar que “[...] as crenças dos estudantes sobre si mesmos como aprendizes ou suas crenças sobre estratégias eficazes afetam a forma como eles abordam as tarefas” (Gamby; Bauer, 2022, p. 17, tradução nossa).

Outro dado importante da pesquisa foram os depoimentos dos estudantes relatando que, ao terem contato com estratégias de aprendizagem de metacognição, houve um aumento na capacidade de reflexão dos próprios processos de aprendizagem, além de possibilitar que eles avaliem suas dificuldades e potencialidades, o que provoca uma regulação das estratégias cognitivas. Dessa maneira, os autores pontuam que a metacognição favorece o desenvolvimento

de competências como a comunicação, a compreensão e a resolução de problemas, estimulando a autonomia, a criatividade e o prazer de aprender do estudante e que, dado o valor que as habilidades metacognitivas podem provocar nos estudantes, talvez seja necessário não deixar de lado a importante contribuição quanto ao desenvolvimento cognitivo dessas habilidades.

Desse modo, fica evidente, por meio do estudo realizado por Gamby e Bauer (2022, p. 17, tradução nossa), que, [...] “para que os estudantes sejam mais conscientes metacognitivamente, eles precisam estar conscientemente envolvidos com o processo de aprendizagem e com as estratégias de estudo que empregam”.

O trabalho com “andaimes metacognitivos” foi proposto por Vo *et al.* (2022) baseado nas dificuldades apresentadas pelos estudantes de Química na resolução de problemas que requerem, além dos conhecimentos conceituais, os conhecimentos procedimentais. Logo, os autores desenvolveram a ideia análoga de um “andaime metacognitivo” como suporte para estudantes e professores associados de uma universidade australiana, na solução de problemas em Química.

Os andaimes são uma estrutura organizada de abordagem para a solução de problemas que pode ajudar os estudantes por meio de processos lógicos e estruturados. Eles auxiliam a identificar, analisar e solucionar problemas de forma eficiente e eficaz, encontrando soluções criativas e práticas para superar obstáculos e alcançar objetivos. Os “andaimes metacognitivos” possibilitam que os estudantes reconheçam os processos cognitivos empregados em tarefas específicas, oportunizando a identificação de pontos fortes e fracos em relação ao desenvolvimento de estratégias para melhorar os processos cognitivos, incluindo técnicas como prestar atenção, organizar informações, memorizar, fazer conexões e monitorar a compreensão.

A pesquisa de abordagem fenomenológica utilizou entrevistas semiestruturadas para verificar a percepção dos professores associados quanto à eficácia do ensino de um procedimento estruturado para a resolução de problemas em Química. Os dados coletados apontam que, apesar da observação dos professores associados ser positiva quanto à prática de ensino utilizando “andaimes metacognitivos”, propiciando a resolução de problemas por meio de uma estrutura lógica (o que pode levar a menos erros), aumentar a autorregulação e a metacognição no processo melhora o envolvimento com a turma e possibilita o trabalho em equipe. Os estudantes podem, assim, optar por utilizá-la ou não. Vários aspectos são considerados: o tempo gasto na resolução de problemas envolvendo uma organização estruturada, a aprendizagem muitas vezes focada na memorização de informações e na

aplicação de fórmulas cobradas nas avaliações que não consideram o raciocínio e a confiança nos próprios processos de aprendizagem já utilizados, por exemplo.

Dessa maneira, os dados indicam que a utilização de “andaimes metacognitivos” é uma das maneiras encontradas para a resolução de problemas, podendo ser usada quando o estudante necessita demonstrar o processo de raciocínio na resolução e/ou não souber outro caminho para resolver o caso em questão. Caso contrário, ele utilizará processos mais rápidos que garantam a nota no final da atividade.

Para Vo *et al.* (2022, p. 437, tradução nossa), “[...] alguns andaimes visam conscientizar o solucionador de problemas sobre as estratégias metacognitivas necessárias para resolver um problema”. Ressalta-se, ainda, que “o desenvolvimento contínuo e o refinamento das abordagens de orientação instrucional levam a habilidades aprimoradas de resolução de problemas e melhoram os resultados de aprendizagem dos estudantes” (Vo *et al.*, 2022, p. 448, tradução nossa). Um ponto a ser questionado na pesquisa acima descrita foi o fato de a coleta de dados ter sido realizada por meio dos professores associados, ou seja, por ela não ter sido feita diretamente aos estudantes.

O estudo realizado por Yuriev *et al.* (2017) também propõe a utilização de andaimes para o desenvolvimento de habilidades e a investigação sobre as técnicas de ensino capazes de contribuir para a resolução de problemas em Química. As técnicas, segundo os autores, podem contribuir na resolução processual durante a solução do problema na medida em que:

[...] uma designação de fases explícitas de resolução de problemas, para apresentar aos alunos os tipos de perguntas/avisos que devem guiá-los através do processo, para encorajar o raciocínio explícito necessário para o sucesso na resolução de problemas conceituais e promover o desenvolvimento de habilidades metacognitivas de autorregulação (Yuriev *et al.*, 2017, p. 486, tradução nossa).

Na concepção dos autores, os andaimes são utilizados como processo pedagógico que ajuda o estudante a completar uma tarefa por meio de um processo estruturado, possibilitando o desenvolvimento de habilidades necessárias para a resolução de problemas. Eles ressaltam que a ênfase insuficiente em estratégias metacognitivas e a falta de integração entre o treinamento explícito e contínuo dessas estratégias são causas das dificuldades apresentadas na resolução de problemas.

Com enfoque mais sócio-político, Ashby e Mensah (2020) pesquisaram, em uma escola secundária privada, um grupo de 25 estudantes e o professor de Química, demonstrando que, além da importância do envolvimento crítico nas aulas de Química para a compreensão e

aprofundamento do conhecimento químico, esse tipo de envolvimento incentiva os estudantes a analisarem, questionarem e refletirem, incentivando a participação ativa e promovendo o desenvolvimento da curiosidade científica. Além disso, o envolvimento crítico estimula a criatividade e a inovação, contribuindo para uma formação mais completa e consciente. Ressaltamos que o currículo da escola em que foi realizada a pesquisa “não envolvia criticamente os estudantes - não os estimulava a ir mais fundo do que a memorização de fatos” (Ashby; Mensah, 2020, p. 304, tradução nossa). Ao concluírem o trabalho, os autores enfatizam que as práticas de um ensino que permitem o desenvolvimento das habilidades metacognitivas dos estudantes são fundamentais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sociedade contemporânea, é imperativo, conforme descrito no texto da Agenda 2030, a aquisição de habilidades não cognitivas/transferíveis desenvolvidas pelo nível de pensamento de ordem superior, mencionado em vários estudos citados nesta revisão bibliográfica. As habilidades cognitivas de nível de pensamento de ordem inferior, dentre elas a memorização, são questionadas na medida que, com o desenvolvimento tecnológico, já não há necessidade de memorizar informações desnecessárias que irão acrescentar muito pouco às exigências de uma sociedade em constante mudança, com as inseguranças e incertezas que chegam com o século XXI. O documento preconiza as habilidades de raciocínio, resolução de problemas, pensamento crítico e a perspectiva de “aprender a aprender” de maneira contínua. Ressaltamos, dessa maneira, que, apesar dos estudos quanto ao ensino explícito de estratégias metacognitivas nos cursos de Química inseridos na base de dados ERIC e no portal de periódicos CAPES nos últimos dez anos serem poucos, não há dúvidas que os resultados das pesquisas indicam a importância do tema.

As pesquisas mencionadas na revisão bibliográfica foram realizadas em campo e trazem uma contribuição significativa, uma vez que possibilitam a escuta dos estudantes sobre os resultados quanto à oportunidade de terem um ensino explícito de estratégias metacognitivas e o quanto alguns mudam e/ou adaptam as estratégias de aprendizagem a partir de tal conhecimento. No geral, as notas na disciplina de Química, após o conhecimento das estratégias, aumentaram, assim como também houve o aumento da capacidade de resolução de problemas, do desenvolvimento de raciocínio reflexivo e do pensar sobre os próprios processos de aprendizagem, oportunizando uma regulação constante que possibilita saber o que se sabe e

o que ainda não se sabe. Todavia, os pesquisadores são categóricos ao ressaltar que os estudos devem ser ampliados e aplicados a uma maior quantidade de estudantes e que os professores tenham um conhecimento sobre o tema, uma vez que serão eles os mediadores responsáveis por promover a aplicação das estratégias metacognitivas na aprendizagem.

No contexto brasileiro, onde a educação enfrenta diversas barreiras, a promoção de estratégias metacognitivas no ambiente de aprendizagem pode ser uma ferramenta poderosa para transformar o processo educacional. Pesquisas indicam que a capacidade de monitorar e regular o próprio aprendizado pode levar a um desempenho acadêmico mais elevado, além de fomentar habilidades críticas para a aprendizagem ao longo da vida. Estratégias como a reflexão sobre o próprio pensamento, a avaliação das técnicas de estudo e a adaptação de métodos conforme as necessidades individuais são exemplos de práticas metacognitivas que podem transformar a experiência educativa.

As abordagens que utilizam estratégias metacognitivas promovem um ambiente de aprendizado mais dinâmico e personalizado, preparando os estudantes não apenas para exames e avaliações, mas para uma sociedade em constante mudança e para desafios futuros. A metacognição pode contribuir para a redução das disparidades educacionais, oferecendo a todos os estudantes as ferramentas necessárias para alcançar seu potencial. Estratégias metacognitivas podem ser integradas em todos os níveis de ensino, desde a educação básica até o ensino superior, e em todas as disciplinas, promovendo uma abordagem mais holística e inclusiva da educação.

No entanto, para que essas estratégias sejam efetivamente implementadas é necessário um compromisso por parte dos educadores e das instituições de ensino. Os professores precisam ser capacitados para ensinar e fomentar a metacognição em sala de aula, o que pode envolver a reformulação de currículos e métodos de ensino. As políticas educacionais também devem apoiar a integração de práticas metacognitivas, fornecendo os recursos e a formação necessária para os educadores.

Em suma, o ensino explícito de estratégias metacognitivas na educação brasileira, em especial nos cursos de Química, é uma possibilidade de melhorar a qualidade da educação e preparar os estudantes para os desafios do século XXI.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Luana Zanelato; ROSA, Cleci Teresinha Werner da; LOCATELLI, Aline. Educação em Ciências/Química e alfabetização científica na perspectiva da formação cidadã:

características e tendências das pesquisas nacionais. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 297-324, 2019.

<https://doi.org/10.26571/reamec.v7i3.9146>

ASHBY, Patrick; MENSAH, Felicia Moore. Critical Chemistry Education in a Private, Suburban High School. **Research in Science Education**, v. 50, p. 303–332, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-018-9690-2>. Acesso em: 5 set. 2023.

AVARGIL, Shirly. Learning Chemistry: Self-Efficacy, Chemical Understanding, and Graphing Skills. **Journal of Science Education and Technology**, v. 28, p. 285-298, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-018-9765-x> Acesso em: 25 mai. 2023.

BERG, Rosana da Silva; VOTRE, Sebastião Josué. Impacto das declarações de Nova Delhi, Jomtien, Dakar e Incheon nas políticas públicas de educação. **Cadernos de Linguística**, v. 2, n. 4, 2021. <http://dx.doi.org/10.25189/2675-4916.2021.V2.N4.ID456>

BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING Rodney R. **How people learn: brain, mind, experience and school**. Washington: National Academy Press for National Research Council, 1999.

DEWEY, John. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 4. ed. São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DIGNATH, Charlotte; VEENMAN Marcel V. J. The Role of Direct Strategy Instruction and Indirect Activation of Self-Regulated Learning – Evidence from Classroom Observation Studies. **Educational Psychology Review**, v. 33, p. 489-533, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-020-09534-0>. Acesso em: 3 mai. 2023.

FLAVELL, John H. Metacognition and Cognitive Monitoring: A new área of Cognitive-Developmental Inquiry. Stanford University. **By the American Psychological Association**, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.

GAMBY, Sonja; BAUER, Christopher F. Beyond “study skills”: a curriculum-embedded framework for metacognitive development in a college chemistry course. **International Journal of STEM Education**, v. 9, n. 61, p. 1- 20, 2022. Disponível em: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-022-00376-6>. Acesso em: 8 jul. 2023.

JOHNSON, Cláudia; BOON, Helen; THOMPSON, Maree Dinan. Cognitive Demands of the Reformed Queensland Physics, Chemistry and Biology Syllabus: An Analysis Framed by the New Taxonomy of Educational Objectives. **Research in Science Education**, v. 52, p. 1603-1622, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-021-09988-4>. Acesso em: 12 mai. 2023.

HEIDBRINK, Amber; WEINRICH, Melissa. Undergraduate chemistry instructors’ perspectives on their students’ metacognitive development. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 22, p. 182-198, 2021. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/rp/d0rp00136h>. Acesso em: 17 out. 2023.

LOCATELLI, Solange Wagner. **Tópicos de Metacognição**: para aprender e ensinar melhor. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2014.

MARZANO, Robert J.; KENDALL, John S. **The new taxonomy of educational objectives**. 2. ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2007.

BARAK, Miri; BEN-CHAIM, David; URI, Zoller. Purposely Teaching for the Promotion of Higher-order Thinking Skills: A Case of Critical Thinking. **Research in Science Education**, v. 37, p. 353-369, 2007. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/225399805\\_Purposely\\_Teaching\\_for\\_the\\_Promotion\\_of\\_Higher-order\\_Thinking\\_Skills\\_A\\_Case\\_of\\_Critical\\_Thinking](https://www.researchgate.net/publication/225399805_Purposely_Teaching_for_the_Promotion_of_Higher-order_Thinking_Skills_A_Case_of_Critical_Thinking). Acesso em: 17 out. 2023.

MUTAMBUKI, Jacinta M.; MWARUMBA MWAVITA, Caroline Z. Muteti; JACOB, Brooke I.; MOHANTY, Smita. Metacognition and Active Learning Combination Reveals Better Performance on Cognitively Demanding General Chemistry Concepts than Active Learning Alone. **Journal Chemical Education**, v. 97, n. 7, p.1832–1840, 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00254>. Acesso em: 6 jul. 2023.

; MUTETI, Caroline Z.; ZARRAGA, Carolina; JACOB, Brooke I.; MWARUMBA, Tuli M.; NKHATA, Dorothy B.; MWAVITA, Mwarumba; MOHANTY Smita; MUTAMBUKI, Jacinta M. I realized what I was doing was not working: the influence of explicit teaching of metacognition on students' study strategies in a general chemistry I course. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 22, p. 122-135, 2021. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/rp/d0rp00217h#!divAbstract>. Acesso em: 12 mai. 2023.

UNESCO. **EDUCAÇÃO PARA TODOS**: o compromisso de Dakar. 2001. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127509>. Acesso em: 4 abr. 2023.

UNESCO. **Declaração de Incheon e ODS 4 – Marco de Ação da Educação 2030**. 2015. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000245656_por). Acesso em: 26 mai. 2023.

PORTILHO, Evelise. **Como se aprende?** Estratégias, Estilos e Metacognição. 2ª ed. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2011.

POZO, Juan Ignacio. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. **Revista Pátio**. Ano VIII – Nº 31- Educação ao Longo da Vida – agosto/outubro de 2004. Disponível em: <http://udemo.org.br/A%20Sociedade.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2023.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Migual Àngel Gomes. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SAMPIERI, Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, Pilar Baptista. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

YURIEV, Elizabeth; NAIDU, Som; SCHEMBRI, Luke S.; SHORT, Jennifer L. Scaffolding the development of problem-solving skills in chemistry: guiding novice students out of dead ends and false starts. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 18, p. 486-504, 2017. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/rp/c7rp00009j>. Acesso em: 8 mai. 2023.

VEENMAN, Marcel V. J. Assessing Metacognitive Deficiencies and Effectively Instructing Metacognitive Skills. **Teachers College Record**, v. 119, p. 1-20, 2017. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/016146811711901303>. Acesso em: 6 jun. 2023.

VO, Kimberly; SARKAR, Mahhub; WHITE, Paul J.; YURIEV, Elizabeth. Problem solving in chemistry supported by metacognitive scaffolding: teaching associates' perspectives and practices. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 23, p. 436-451, 2022. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/rp/d1rp00242b>. Acesso em: 18 jun. 2023.

YURIEV, Elizabeth; NAIDU, Som; SCHEMBRI, Luke S.; SHORT, Jennifer L. Scaffolding the development of problem-solving skills in chemistry: guiding novice students out of dead ends and false starts. **Chem. Educ. Res. Pract.**, 2017,18, p. 486-504. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/rp/c7rp00009j>. Acesso em: 8 out. 2023.

---

## APÊNDICE 1

### AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET – MG), pela qualidade do mestrado ofertado, e a todos os professores desta rede, em especial os professores da Linha IV – Práticas Educativas e Tecnologias Educacionais, Prof. Dr. Alexandre Ferry e a minha orientadora Profa. Dra. Terezinha Ribeiro Alvim.

### FINANCIAMENTO

Não se aplica.

### CONTRIBUIÇÕES DE AUTORIA

Resumo/Abstract/Resumen: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Introdução: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Referencial teórico: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Análise de dados: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Discussão dos resultados: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Conclusão e considerações finais: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Referências: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

Revisão do manuscrito: Silvia Cota Machado

Aprovação da versão final publicada: Cristina Januária Pereira e Terezinha Ribeiro Alvim

### CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito

### DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

Os dados dos resultados da pesquisa constam no corpo deste artigo.

### PREPRINT

Não publicado.

### CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

### APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

### COMO CITAR - ABNT

PEREIRA, Cristina Januária e; ALVIM, Terezinha Ribeiro. Ensino Explícito de metacognição em Química: Uma Revisão Bibliográfica. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**. Cuiabá, v. 12, e240321 jan./dez., 2024. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16213>

### COMO CITAR - APA

Pereira, C. J., Alvim, T. R. (2024). Ensino Explícito de metacognição em Química: Uma Revisão Bibliográfica. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 12, e24031. <https://doi.org/10.26571/reamec.v12.16213>

### DIREITOS AUTORAIS

Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à Revista REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico. Os editores da Revista têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

### POLÍTICA DE RETRATAÇÃO - CROSSMARK/CROSSREF

Os autores e os editores assumem a responsabilidade e o compromisso com os termos da Política de Retratação da Revista REAMEC. Esta política é registrada na Crossref com o DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.retratacao>



### OPEN ACCESS

Este manuscrito é de acesso aberto (*Open Access*) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (*Article Processing Charges – APCs*). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.



### LICENÇA DE USO

Licenciado sob a Licença Creative Commons [Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.



## VERIFICAÇÃO DE SIMILARIDADE

Este manuscrito foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o *software* de detecção de texto [iThenticate](#) da Turnitin, através do serviço [Similarity Check](#) da [Crossref](#).



## PUBLISHER

Universidade Federal de Mato Grosso. Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC). Publicação no [Portal de Periódicos UFMT](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da referida universidade.



## EDITOR

Dailson Evangelista Costa  

## AVALIADORES

Três pareceristas *ad hoc* avaliaram este manuscrito e não autorizaram a divulgação dos seus nomes.

## HISTÓRICO

Submetido: 29 de agosto de 2023.

Aprovado: 30 de março de 2024.

Publicado: 24 de abril de 2024.

---