

# O uso de mapas conceituais no ensino de química e sua possível relação com metacognição

## RESUMO

**Gustavo Santana**

[gtv032@gmail.com](mailto:gtv032@gmail.com)

0000-0002-3878-4977

Universidade Federal do ABC, Santo  
André, São Paulo, Brasil.

**Marcella Shimada**

[marcella.shimada@ufabc.edu.br](mailto:marcella.shimada@ufabc.edu.br)

0000-0002-4253-6298

Universidade Federal do ABC, Santo  
André, São Paulo, Brasil.

**Solange Locatelli**

[solange.locatelli@ufabc.edu.br](mailto:solange.locatelli@ufabc.edu.br)

0000-0002-7639-6772

Universidade Federal do ABC, Santo  
André, São Paulo, Brasil.

Esta pesquisa apresenta um recorte da literatura a respeito do uso de mapas conceituais (MC) como ferramenta no ensino de química, as ramificações do uso dessa ferramenta e a identificação de possíveis relações com a metacognição. Para esse fim, foram pesquisados artigos na base de dados ERIC. Dessa forma, filtrando os artigos encontrados por critérios de exclusão e inclusão, 27 trabalhos foram selecionados para a revisão sistemática da literatura. Os resultados indicaram que a utilização de MC bem estruturados, utilizados em duas ou mais etapas, baseados em entrevistas ou fornecendo material para elas, mostraram-se como excelentes ferramentas no ensino de química. Dentre os entraves encontrados, pode-se citar a falta da apresentação dos MC elaborados em alguns artigos, a confusão entre mapa mental e MC e a escassez de estudos na área. A respeito da relação dos MC com a metacognição, os artigos encontrados não utilizavam a metacognição em conjunto com os referenciais teóricos que a estruturam como processos do repensar sobre os próprios pensamentos e o componente regulatório, indicando que mais pesquisas na área são necessárias para entender essas relações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem significativa. Revisão sistemática. Mapas cognitivos.

## 1 INTRODUÇÃO

Não é necessário pesquisar profundamente para encontrar diversos textos apresentando dados a respeito da dificuldade dos alunos em aprender química, além da falta de propósito no processo de aprender (Santos *et al.*, 2013). Assim, o uso de estratégias embasadas em fundamentos teóricos pode desempenhar um papel importante na consecução desse propósito, que é possibilitar que aquele que não tem interesse, passe a ter, mediante uma aprendizagem significativa.

Para que o aluno desenvolva interesse na aprendizagem de novas informações, é fundamental que suas experiências anteriores sejam consideradas na construção do novo conhecimento, permitindo que ele aprenda de forma significativa, ou seja, com propósito. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa se dá pela aquisição de novos conceitos que façam sentido na estrutura cognitiva do aluno. Essa estrutura cognitiva deve interagir com a nova informação fornecida, sendo ambos relevantes no processo.

Quando Ausubel (2003) evidencia que se deve considerar a estrutura cognitiva do aluno, o autor introduz o conceito de subsunçores. O termo **subsunçor** diz respeito aos conceitos relevantes e estáveis que já existem no conhecimento prévio do aprendiz e que atuam como **âncoras** cognitivas nas quais as novas informações serão fundamentadas de forma a criar significado para o aluno (Moreira, 2006). Quando não existem subsunçores, Ausubel (2003) defende o uso de organizadores prévios, ou seja, materiais que possam ser apresentados antes do material principal, com o intuito de apresentar um plano de fundo para que, a partir desse material, o aluno possa construir significado, fortalecendo os conceitos subsunçores.

O material potencialmente significativo precisa possuir uma estrutura lógica e ser capaz de interagir com subsunçores específicos do aprendiz, sendo composto, por exemplo, por imagens e símbolos (Moreira, 2006). Um exemplo de recurso que atende a esses critérios são os mapas conceituais (MC), os quais foram criados e baseados na teoria da aprendizagem significativa (Novak, 1990; Silva, 2015).

Joseph D. Novak desenvolveu um modelo de representação hierárquica (Ruiz-Moreno *et al.*, 2007), que posteriormente foi intitulado por "mapas cognitivos" ou "mapas de conceitos" que, por definição, são ferramentas de representação do conhecimento que relacionam ideias em diferentes segmentos por meio de conexões (Novak, 2010). Essas relações são representadas entre duas ou mais proposições, normalmente dentro de retângulos ou círculos (Novak; Cañas, 2008).

Mesmo com a estrutura bem definida, é bastante comum que os MC sejam confundidos com mapas mentais (MM). Essa confusão ocorre por conta das similaridades entre as ferramentas, porém essas similaridades permanecem apenas no aspecto visual (Silva, 2015).

Os MM, por não possuírem em sua estrutura os termos de ligação, acabam sendo mais simples de serem construídos se comparados aos MC e, por isso, é fundamental saber distinguir entre as duas ferramentas, sendo ambas úteis a depender do que se pretende. Segundo Tavares (2007), um aprendiz pode estar familiarizado com as relações entre os conceitos e o MC evidencia claramente quais as dificuldades daquele aluno na construção do conhecimento. Isso ocorre devido à complexidade de estabelecer relações coerentes e concisas entres os

conceitos a partir dos termos de ligação do MC, um aspecto que geralmente está ausente na construção de MM.

Os MC, segundo Silva (2015), têm como característica a construção de forma hierárquica, outro aspecto que geralmente está ausente nos MM. Segundo o autor, é evidente que os MM auxiliam o aluno a não perder o foco no contexto central, porém, pelo fato de haver ligações simples entre os conceitos, a construção desse mapa não faz com que o aluno crie significados entre os conceitos uma vez que as relações para os explicar não existem nessa ferramenta. Sem as conexões, o processo de monitoramento pode ficar prejudicado, dificultando, assim, processos metacognitivos.

A metacognição refere-se ao monitoramento da relação de processos associados a um determinado objeto ou dado cognitivo, geralmente possuindo uma meta a ser alcançada (Flavell, 1976). Segundo o autor, os processos metacognitivos preparam os aprendizes para situações futuras, uma vez que, já tendo refletido sobre um determinado problema metacognitivo, eles estarão aptos a recuperar aquela informação a qualquer momento. Quando se considera o ensino de ciências, a metacognição tem sido apontada como um componente importante nesse processo (Jahangard; Soltani; Alinejad, 2016; Listiana *et al.*, 2016; Mathabathe; Potgieter, 2014). Além disso, tratando-se da química, especificamente, Locatelli e Davidowitz (2021) apontam a importância de se considerar estratégias no viés metacognitivo/metavisual, para que os estudantes tenham a oportunidade de rever seus conceitos químicos, revisando-os e aprofundando seus conhecimentos. Para além disso, Shimada, Santana e Locatelli (2022), ao analisarem o potencial metacognitivo dos MC, indicaram que o processo de elaboração dos mapas oportuniza o pensamento metacognitivo nos estudantes, uma vez que é necessário pensar e repensar diversas vezes na construção das proposições.

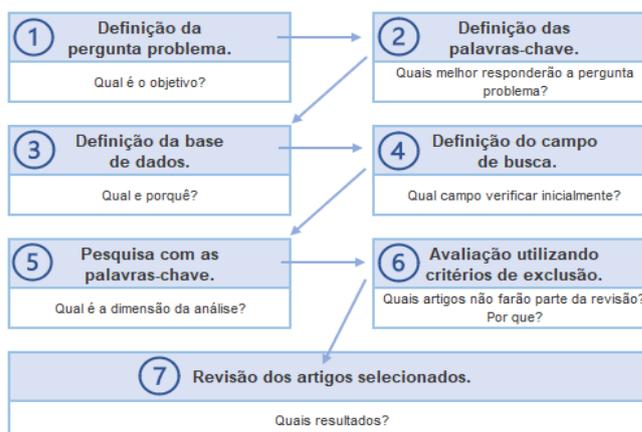
Considerando-se todos os aspectos elencados, têm-se as seguintes perguntas: **Como os MC são utilizados no ensino de química? Como os MC estão relacionados à metacognição?** Em outras palavras, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma revisão sistemática para investigar o uso dos MC como ferramenta no ensino de química e a identificação de possíveis relações com a metacognição.

## 2 METODOLOGIA

Segundo Kitchenham (2004), a revisão sistemática da literatura corresponde a “uma maneira de identificar, avaliar e interpretar toda a pesquisa relevante disponível para uma questão de pesquisa específica, área, ou fenômeno de interesse” (Kitchenham, 2004, p. 4, *tradução nossa*). Esses métodos precisam ser reprodutíveis e, para isso, uma descrição detalhada das etapas da revisão necessita ser apresentada.

Diante disso, o percurso metodológico com suas etapas e questões norteadoras pode ser observado na Figura 1:

Figura 1 - Percurso metodológico



Fonte: Autores (2024)

Diante das perguntas-problema (1) desta revisão (como os MC são utilizados no ensino de química? e como os MC estão relacionados à metacognição?), palavras-chave foram estabelecidas (2) para conduzir o trabalho, realizando a busca na base de dados (3) da plataforma *Education Resources Information Center* (ERIC). A escolha dessa base foi determinada por apresentar a maior quantidade de artigos a partir da busca das palavras-chave “*concept maps*” e por ser referência na área da educação. Escolheu-se buscar artigos exclusivamente internacionais na revisão bibliográfica para proporcionar uma visão mais abrangente e comparativa sobre o tema abordado, alinhando-se ao objetivo do estudo. Ressalta-se que essa escolha não exclui a relevância da produção científica nacional, apenas trata-se de uma decisão metodológica de recorte, visando delimitar o escopo da revisão.

A busca exploratória das palavras-chave foi necessária não só para a revisão final, mas também para verificar inicialmente a dimensão do estudo e compreender, conforme o avanço, qual seria o impacto nessas produções em função da quantidade de palavras-chave e suas variações que melhor responderiam à pergunta de pesquisa, conforme apresentado na Tabela 1, primeira etapa.

Tabela 1 – Etapas da busca

Etapa	Descrição resumida	Resultados
1ª	Busca em todos os campos com a primeira palavra-chave “ <i>Concept maps</i> ”	1399
2ª	Busca limitada ao campo resumo dos artigos	1350
3ª	Busca da Combinação A: “ <i>Concept maps</i> ” AND “ <i>Science education</i> ” AND “ <i>Chemistry</i> ”	46
4ª	Busca da Combinação B: “ <i>Concept maps</i> ” AND “ <i>Science education</i> ” AND “ <i>Chemistry</i> ” AND “ <i>Metacognition</i> ”	2
5ª	Artigos não considerados após a aplicação dos critérios de exclusão nas etapas 3 e 4	21
<b>Artigos selecionados (46+2-21)</b>		<b>27</b>

Fonte: Autores (2024)

Após a busca exploratória e compreendido o volume de artigos dentro do critério selecionado, focalizou-se na plataforma ERIC com a busca apenas no campo “resumo” dos trabalhos (4), sendo a segunda etapa da Tabela 1.

Mantendo a busca no campo “resumo”, determinou-se as combinações mais coerentes para a revisão (5). A Combinação A foi composta pelas palavras-chave: “*concept maps*”, “*science education*” e “*chemistry*” para filtrar os trabalhos que tratavam sobre mapas conceituais dentro do ensino de química e ciências, conforme a Tabela 1, terceira etapa.

Além disso, para verificar as interações dos MC no ensino de química com a metacognição, buscou-se a Combinação A, inserindo-se a palavra “*metacognition*”, obtendo-se a Combinação B, apresentada na Tabela 1, quarta etapa. É relevante também informar que não foi estabelecido limite para o período temporal quando foram realizadas as buscas de ambas as combinações (A e B), portanto foram contempladas publicações até o ano de 2022.

A partir dos resultados de busca obtidos da Combinação A e B foram definidos critérios de exclusão para a delimitação dos artigos e trabalhos de congressos selecionados (6). Os critérios de exclusão definidos foram: a) artigos aplicados no ensino de outras disciplinas que não química, b) artigos não empíricos c) artigos duplicados, d) livros, dissertações e teses, e) artigos não encontrados e não relacionados à pesquisa. Para isso, os títulos, resumos e palavras-chave dos artigos foram lidos e, quando havia necessidade, leu-se o texto em sua totalidade para verificar a pertinência do artigo para a revisão proposta.

Considerando os critérios de exclusão supracitados (Tabela 1, quinta etapa), foram obtidos 27 artigos para análise, os quais foram lidos integralmente, assim emergindo seis categorias, sendo elas: 1) a descrição dos artigos utilizados para a revisão com os trabalhos que serão analisados, 2) aprendizagem significativa e mecânica, 3) construção do MC e sua estrutura, 4) finalidade da utilização dos MC no ensino de química, 5) tipos de análises e entrevistas e 6) relação dos MC e a metacognição. Por fim, as conclusões, fruto dessa revisão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se a descrição e discussão dos 27 artigos selecionados desta pesquisa.

#### 3.1 Descrição dos artigos utilizados para a revisão

O Quadro 1 foi construído com todos os artigos selecionados para revisão, considerando os seus códigos e referências.

Quadro 1 – Artigos utilizados para a revisão.

Código	Referência do artigo
A1	Huie, E. Z.; Sathe, R. U.; Wadhwa, A.; Santos, E. V.; Gulacar, O. Facilitating concept map analysis: generating and evaluating representative general chemistry concept maps with a novel use of

	Image J, Gephi, JPathfinder, and R. <b>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</b> , v. 18, n. 1, p. 1-15, 2022.
A2	Ye, L.; Eichler, J. F.; Gilewski, A.; Talbert, L. E.; Mallory, E.; Litvak, M.; Guregyan, C. The impact of coupling assessments on conceptual understanding and connection-making in chemical equilibrium and acid–base chemistry. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , v. 21, n. 3, p. 1000-1012, 2020.
A3	Demirci, T; Memis, E. K. Examining the views of preservice science teachers on creating concept maps. <b>Science Education International</b> , v. 32, n. 3, p. 264-272, 2021.
A4	Lau, P. N.; Chua, Y. T.; Teow, Y.; Xue, X. Implementing alternative assessment strategies in chemistry amidst COVID-19: tensions and reflections. <b>Education Sciences</b> , v. 10, n. 11, p. 323, 2020.
A5	Hauck, D. J.; Melle, I.; Steffen, A. Molecular orbital theory—teaching a difficult chemistry topic using a CSCL approach in a first-year university course. <b>Education Sciences</b> , v. 11, n. 9, p. 485, 2021.
A6	Aguiar, J. G.; Kinchin, I. M.; Correia, P. R.; Infante-Malachias, M. E.; Paixão, T. R. Uncovering and comparing academics’ views of teaching using the pedagogic frailty model as a tool: a case study in science education. <b>Educational Research</b> , v. 62, n. 4, p. 434-454, 2020.
A7	Babinčáková, M.; Ganajová, M.; Sotáková, I.; Jurková V. The implementation of formative assessment into chemistry education at secondary school. In: INTERNATIONAL BALTIC SYMPOSIUM ON SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION, 3., 2019, Lithuania. <b>Anais [...]. Siauliai</b> , 2019, p. 9-13.
A8	Hanson, R.; Seheri-Jele, N. Assessing conceptual change instruction accompanied with concept maps and analogies: a case of acid-base strengths. <b>Journal of Turkish Science Education</b> , v. 15, n. 4, p. 55-64, 2018.
A9	Dmoshinskaia, N.; Gijlers, H.; de Jong, T. Does learning from giving feedback depend on the product being reviewed: concept maps or answers to test questions? <b>Journal of Science Education and Technology</b> , v. 31, n. 2, p. 1-11, 2022.
A10	Ekinci, S.; Şen, A. İ. Investigating grade-12 students’ cognitive structures about the atomic structure: a content analysis of student concept maps. <b>International Journal of Science Education</b> , v. 42, n. 6, p. 977-996, 2020.
A11	Akkuzu, N.; Uyulgan, M. A An epistemological inquiry into organic chemistry education: exploration of undergraduate students’ conceptual understanding of functional groups. <b>Chemistry Education Research and Practice</b> , v. 17, n. 1, p. 36-57, 2016.
A12	Schreiber, D. A.; Abegg, G. L. Scoring student-generated concept maps in introductory college chemistry. In: ERIC Document Reproduction Service No. ED 347 055, 19991, Wisconsin. <b>Proceedings of the National Association for the Research in Science Teaching</b> . Wisconsin, 1991.
A13	Fang, S.; Hart, C.; Clarke, D. Identifying the critical components for a conceptual understanding of the mole in secondary science

	classrooms. <b>Journal of Research in Science Teaching</b> , v. 53, n. 2, p. 181-214, 2016.
A14	Aydin, S.; Aydemir, N.; Boz, Y.; Cetin-Dindar, A.; Bektas, O. The contribution of constructivist instruction accompanied by concept mapping in enhancing pre-service chemistry teachers' conceptual understanding of chemistry in the laboratory course. <b>Journal of Science Education and Technology</b> , v. 18, n. 6, p. 518-534, 2009.
A15	Reiska, P.; Soika, K.; Cañas, A. J. Using concept mapping to measure changes in interdisciplinary learning during high school. <b>Knowledge Management &amp; E-Learning: An International Journal</b> , v. 10, n. 1, p. 1-24, 2018.
A16	Ward, G.; Haigh, M. Challenges and changes: developing teachers' and initial teacher education students' understandings of the nature of science. <b>Research in Science Education</b> , v. 47, n. 6, p. 1233-1254, 2017.
A17	Ratinen, I.; Viiri, J.; Lehesvuori, S. Primary school student teachers' understanding of climate change: comparing the results given by concept maps and communication analysis. <b>Research in Science Education</b> , v. 43, n. 5, p. 1801-1823, 2013.
A18	Kaya, O. N. A student-centered approach: assessing the changes in prospective science teachers' conceptual understanding by concept mapping in a general chemistry laboratory. <b>Research in Science Education</b> , v. 38, n. 1, p. 91-110, 2008.
A19	Jaber, L. Z.; Boujaoude, S. A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. <b>International Journal of Science Education</b> , v. 34, n. 7, p. 973-998, 2012.
A20	Boujaoude, S.; Attieh, M. The Effect of Using Concept Maps as Study Tools on Achievement in Chemistry. <b>Eurasia Journal of Mathematics, Science &amp; Technology Education</b> , v. 4, n. 3, p. 233-246, 2008.
A21	Markow, P. G.; Lonning, R. A. Usefulness of concept maps in college chemistry laboratories: students' perceptions and effects on achievement. <b>Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching</b> , v. 35, n. 9, p. 1015-1029, 1998.
A22	Francisco, J. S.; Nicoll, G.; Trautmann, M. Integrating multiple teaching methods into a general chemistry classroom. <b>Journal of Chemical Education</b> , v. 75, n. 2, p. 210-213, 1998.
A23	Pendley, B. D.; Bretz, R. L.; Novak, J. D. Concept maps as a tool to assess learning in chemistry. <b>Journal of Chemical Education</b> , v. 71, n. 1, p. 9-15, 1994.
A24	Liu, X. Using concept mapping for assessing and promoting relational conceptual change in science. <b>Science Education</b> , v. 88, n. 3, p. 373-396, 2004.
A25	Ruiz-PRIMO, M. A.; SCHULTZ, S. E.; LI, M.; SHAVELSON, R. Comparison of the reliability and validity of scores from two concept-mapping techniques. <b>Journal of Research in Science Teaching</b> , v. 38, n. 2, p. 260-278, 2001.

A26	Nakhleh, M. B.; Krajcik, J. S. The effect of level of information as presented by different technology on students' understanding of acid, base, and pH concepts. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR THE RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 347, 1991, Lake Geneva. <b>Anais [...].</b> Wisconsin, 1991.
A27	Ross, B.; Munby, H. Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. <b>International Journal of Science Education</b> , v. 13, n. 1, p. 11-23, 1991.

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Na sequência, para se contextualizar a respeito dos conteúdos dos artigos presentes na revisão, de forma breve, construiu-se uma descrição na forma de resumo.

Em A1, os autores analisaram os MC de 344 estudantes de química geral utilizando o triângulo de Johnstone (1991). Após analisar os MC de alunos de baixo desempenho, não houve clareza ou padronização na utilização dos níveis do triângulo de Johnstone. Além disso, nesse trabalho, os autores indicam o uso do site *Bubbl.us* para construção dos MC. Em A2, analisou-se se a combinação de MC e exercícios criativos auxiliam os alunos a entenderem melhor assuntos em química geral. Ao entrevistar os grupos que utilizaram a combinação das ferramentas, perceberam que esses alunos construíam boas respostas científicas relacionadas à química geral.

O estudo de A3 foi realizado com professores estagiários em um curso de química geral. Como resultado, os professores constataram que os MC são úteis não só para o conhecimento, como também para a retenção do que foi aprendido. Em A4 foram utilizados os MC no ensino de química à distância devido à pandemia do vírus COVID-19. Os professores, sem experiência em MC, puderam perceber que com o uso da ferramenta poderiam acompanhar melhor o desenvolvimento dos alunos. Semelhante em aulas à distância, em A5 os autores evidenciaram que os estudantes conseguiram criar MC, individualmente e em grupos, sobre os temas abordados. Os aprendizes avaliaram os MC como atrativos e úteis. É dito no artigo que os alunos utilizaram a ferramenta CMAP tools, a interface digital construída para este fim.

Buscando entender a visão dos professores sobre a importância da ligação entre as disciplinas de ciências naturais, ciências sociais e educação científica, em A6, notaram, a partir de MC, que as percepções sobre o ensino dessas disciplinas são muito individuais dependendo da estrutura na qual aquele professor está inserido. No estudo de A7, foi analisado o uso de variadas ferramentas de avaliação na formação dos alunos, como os MC. Estatisticamente, as pesquisadoras verificaram que o uso de ferramentas no ensino de química promove o desenvolvimento do conhecimento desses alunos.

Ao estudar as mudanças conceituais sobre os conteúdos de ácido-base em química, em A8 os autores concluíram, utilizando MC e analogias, que materiais visuais e interativos auxiliam na aprendizagem de conceitos químicos. Utilizando MC e perguntas abertas, foi estudado em A9 o efeito do *feedback* na aprendizagem dos estudantes. Os autores constataram que o esforço que os alunos colocam nesses *feedbacks* foi de grande valia. A estrutura cognitiva dos alunos a respeito do tema estrutura atômica foi pesquisada em A10. Os resultados indicaram que,

embora os alunos tivessem estudado determinando tema em sala de aula, ainda possuíam lacunas conceituais.

Foram evidenciadas lacunas no conhecimento de discentes sobre o conceito de química orgânica por MC em A11, percebendo que, para que os alunos consigam desenvolver conceitos em química orgânica, é fundamental a base de conhecimentos de conceitos de química geral. De forma semelhante, no trabalho de A12 foi concluída a mesma ideia sobre os conceitos de química geral. Esses trabalhos possuem 25 anos de diferença e ainda assim foram observadas semelhanças em suas conclusões. Não diferente dos estudos anteriores, A13 estudou os conceitos críticos para o entendimento do conceito de mol. Foi notado que os alunos resolviam problemas estequiométricos, no entanto eles não conseguiam relacionar os subtópicos do tema.

Os participantes da pesquisa de A14 eram professores que estavam no início e no final do curso. Os resultados apresentaram que os professores citados por último possuíam lacunas conceituais e que, apesar de terem feito o curso de química há mais tempo, permaneciam com algumas concepções alternativas. No Ensino Médio, os autores de A15 utilizaram MC para identificar mudanças na aprendizagem interdisciplinar. Perceberam que existem diferenças, porém o contexto escolar foi o maior fator de impacto.

Em A16, foram utilizados MC antes e depois de uma atividade para analisar os conhecimentos de professores a respeito da natureza da ciência. Os resultados indicaram que o MC é uma excelente ferramenta para evidenciar aquilo que seu criador possui de conhecimento possibilitando a reflexão acerca de seus saberes. Assim como no trabalho anteriormente citado, em A17 também utilizaram MC antes e depois de uma atividade. O tema escolhido foi a reação de combustão de uma palha de aço e seus impactos nas mudanças climáticas. Esse trabalho mostrou a importância da contextualização.

Estudando professores de ciências, no A18 foi utilizado MC para analisar a mudança no entendimento de conceitos em um curso de laboratório de química geral como ferramenta avaliativa. Os MC foram válidos e confiáveis para descrever a compreensão discente.

Os MC em conjunto com a tríade de Johnstone (1991) foram usados em A19. Estatisticamente, concluiu-se que a tríade de Johnstone promoveu a melhoria conceitual dos alunos. Em A20, foram analisados os MC como ferramenta de estudo em lições de casa. Segundo os autores, quando os estudantes utilizam os MC frequentemente em lições de casa, eles revisam e modificam seus mapas, aprimorando continuamente suas compreensões a respeito do tema. Além disso, para verificar o quão vantajoso seria a utilização de MC em laboratórios de química em uma escola, no estudo de A21 foi constatado que os alunos responderam de forma positiva ao tipo de abordagem e da ferramenta utilizada.

Utilizando quatro métodos diferentes em um curso de química geral, dentre eles, os MC, foi concluído em A22 que o uso de métodos diferentes de forma integrada auxilia o aluno a ser metacognitivo e o professor a entender e explorar as estruturas cognitivas dos alunos. Em A23, foi mostrado que os MC evidenciaram a mudança ou a falta dela na compreensão de conceitos. Da mesma forma, destacaram a importância das entrevistas para o entendimento dos processos cognitivos dos alunos. Porém, há a ressalva que, por mais que se saiba que as

entrevistas são vantajosas, é notório que no cotidiano da sala de aula, o uso frequente delas não é viável.

Nos domínios ontológico, epistemológico e social/afetivo, A24 verificou que a construção de um MC colaborativo computadorizado sobre equilíbrio químico foi capaz de explicar a mudança conceitual nesses domínios. Em A25, diferente do que foi visto até então, foram utilizados MC com campos em branco para que fossem preenchidos pelos alunos e a construção de mapas do zero. Desse modo, constataram que ambas as técnicas exploram aspectos semelhantes.

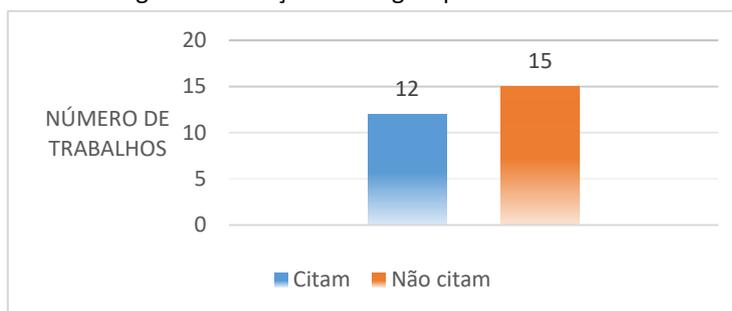
Os MC foram usados para sintetizar o que os autores de A26 chamaram de atividades de laboratório baseadas em computadores dos alunos. Foi constatado que a atividade auxiliou os alunos a aprofundarem seus conhecimentos em conceitos de ácidos, bases e pH. E por fim, em A27 foi concluído, estatisticamente por meio dos mapas, que os alunos detinham mais informações a respeito de conceitos cotidianos se comparado aos conceitos científicos relacionados ao tema ácidos e bases.

### 3.2 Aprendizagem significativa e mecânica

Ao trabalhar e analisar MC, é fundamental o conhecimento de sua base construtiva, ou seja, a aprendizagem significativa. Nessa revisão, nos trabalhos analisados, essa tratativa foi observada e acompanhada para entender a construção significativa ou mecânica de conceitos.

Novak (1990) alicerçou seu trabalho na ideia de que os novos conceitos são adquiridos por assimilação com a estrutura cognitiva já existente dos alunos, porém o desafio estava em como apresentar essa estrutura e as mudanças que ocorreram nela. Para isso, utilizou o conceito de hierarquia da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. No entanto, a partir da revisão feita, notou-se que em mais da metade dos trabalhos analisados, a aprendizagem significativa não foi citada (Figura 2).

Figura 2 – Relação de artigos que citam Ausubel



Fonte: Autores (2024)

Esse fato pode indicar um descompasso, uma vez que os MC são organizadores prévios criados a partir da base teórica da aprendizagem significativa de Ausubel. Assim, uma vez que essa teoria não tenha sido mencionada nos textos, pode-se sugerir que os processos mecânicos de aprendizagem talvez tenham sido empregados em vez dos processos significativos. Na aprendizagem mecânica, a nova informação não interage com os conceitos subsunçores e, assim sendo, é facilmente esquecida. Ausubel (2003) afirma que

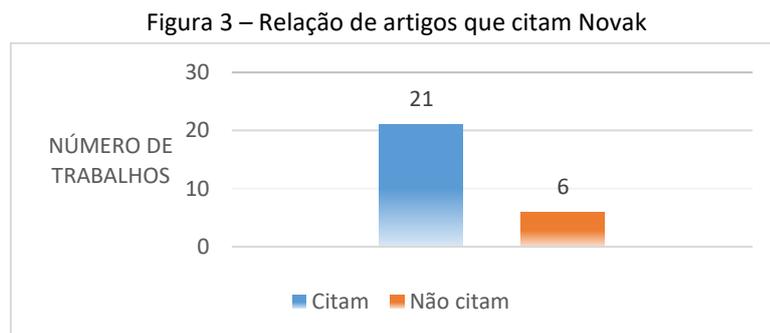
esse processo é arbitrário e literal, não contribuindo para um possível desenvolvimento.

Vale ressaltar que, apesar das diferenças, não há dicotomia entre aprendizagem significativa e mecânica. Em alguns momentos, é necessário fazer o uso da aprendizagem mecânica e, como defende Ausubel (2003), esses processos são contínuos e estão situados em pontos extremos, mas, mesmo assim, eles podem, por vezes, interagir.

No caso da química, por ser uma disciplina que pode envolver cálculos, é comum a prática do desenvolvimento de esquemas para que fórmulas possam ser aprendidas, por exemplo. No entanto, embora alguns processos envolvendo memorização possam ser importantes para se avançar em raciocínios mais complexos, certamente o foco não deveria ser esse e sim no entendimento dos conceitos científicos.

### 3.3 Construção do MC e sua estrutura

Quanto ao referencial teórico, Novak, criador dos MC, foi citado na maioria dos trabalhos (Figura 3).



Fonte: Autores (2024)

Foi possível verificar que os trabalhos que não citaram Novak utilizaram os MC apenas como uma ferramenta visual para apresentar algo de interesse dos autores ou utilizaram a nomenclatura de forma incorreta e, em alguns casos, houve a confusão entre MM e MC.

Os MM foram desenvolvidos por Tony Buzan na década de 60, para auxiliar a forma com que as pessoas faziam suas anotações e, com o passar do tempo, percebeu-se que poderiam ser uma ferramenta para possibilitar a se pensar de forma mais criativa (Buzan, 2018). Para entender os casos em que houve confusão entre MM e MC, observou-se que na estrutura dos mapas não havia a presença dos termos de ligação que relacionam os conceitos, assim como havia uma estruturação característica dos MM, cuja hierarquia na disposição dos conceitos é ausente e a construção feita de forma criativa, como propõe o criador dos MM. A1 e A4, por exemplo, sugerem o uso de um site para construção de MC, porém ao acessar a página inicial do referido site, há a proposta de construção de MM, evidenciando a confusão entre o uso das ferramentas.

Davies (2011), em seu artigo a respeito das diferenças entre MC, MM e mapas de argumentos, defende que existem claras diferenças entre os mapas e que a utilização de um ou de outro vai depender do propósito ou do objetivo de seu uso.

Os MM, segundo o autor, realizam a junção de conceitos por não possuírem os termos de ligação que caracterizam os MC, sendo úteis para a associação de conceitos. Por outro lado, os MC não só realizam a função dos MM, como também permitem a relação explícita entre os conceitos.

Nos trabalhos de A19 e A27 são apresentados esquemas de representação de conhecimento semelhantes à estrutura de MM, estando ausentes os conceitos de ligação e a hierarquização de conceitos. A respeito da hierarquia, para organizar todos os conceitos e caminhos da aprendizagem, Ausubel (2003) introduz o conceito de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, descrevendo assim o funcionamento das estruturas hierárquicas formadas. Essa estrutura é importante nos MC, pois servem de base para sua construção.

A diferenciação progressiva trabalha com o desenvolvimento do conceito subsunção quase sempre por processos de subordinação, desenvolvendo-o, ou seja, ocorre quando um mesmo conceito serve de base para que o decorrer de ideias possa deixá-lo mais elaborado, progredindo cada vez mais a fim de explicá-lo (Moreira, 2012). Já nos processos superordenados e/ou combinatórios, ocorre o processo mais complexo de reconciliação integrativa, que faz a ligação entre diferentes conceitos na estrutura cognitiva (Moreira, 2006), relacionando ideias, conceitos e proposições, uma reorganização.

### **3.4 Finalidade da utilização dos MC no ensino de química**

Ao se tratar dos temas de química nos quais foram utilizados os MC tem-se: química geral; química inorgânica; misturas; ácido-base; estrutura atômica; compostos orgânicos; mol; experimentos em laboratório; educação; natureza da ciência; mudança climática; reações químicas; nº de Avogadro, conservação de matéria, nomenclatura; fórmulas e pH. Nos casos em que utilizaram a química geral como tema principal, outras subdivisões foram criadas para análise como: átomos, ligações, energia, matéria, mudanças, forças, estequiometria, estrutura, reações, equilíbrio, espontaneidade, solubilidade, eletroquímica, cinética, química de coordenação, tendências periódicas, preparo de soluções, dissoluções, modelos moleculares, bases e ácidos fortes e fracos, química quântica e termoquímica (A1, A2, A3, A4, A18 e A22).

Por meio dos questionários, foi possível perceber que a utilização dos MC seguiu dois caminhos diferentes: os que questionavam o próprio MC (A3, A4, A21 e A24) e os que questionavam o conhecimento químico dos participantes (A8, A9, A14, A17, A18 e A19).

Em A3, os autores utilizaram os MC focados em perguntas relacionadas à construção dos mapas, com perguntas como: “você gosta dos MC?” e “como professor, você utilizaria os MC em aula?”. Nesse sentido, a química acaba desempenhando um plano de fundo para os MC. Por outro lado, tem-se, por exemplo, A9 inserindo no questionário, perguntas a respeito da estrutura atômica, sendo o MC uma ferramenta para evidenciar o que se sabe a respeito do assunto.

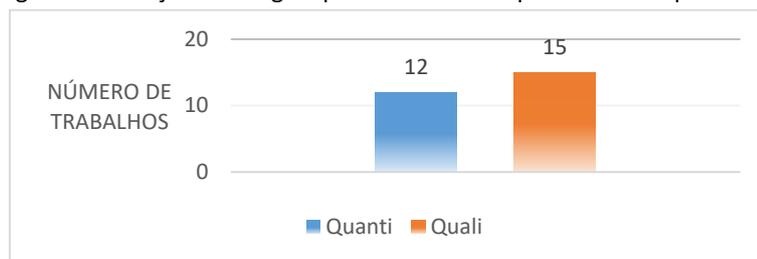
Independente do foco em química utilizado e de como o assunto foi destacado, os MC se mostraram como ferramenta útil para que o professor soubesse o que os alunos já possuíam de conhecimento em sua estrutura cognitiva em diversos momentos, sendo uma boa ferramenta tanto para uma aula quanto

para todo um planejamento (Moreira, 2012; Ruiz-Moreno *et al.*, 2007), encaixando-se no critério de material potencialmente significativo.

### 3.5 Tipos de análises e entrevistas

Para o tratamento dos dados provenientes da utilização dos MC, a princípio, não se pode notar preferência maior entre análises qualitativas e quantitativas (Figura 4).

Figura 4 – Relação de artigos que usam análise quantitativa e qualitativa



Fonte: Autores (2024).

Ambas as análises foram utilizadas, porém, em alguns trabalhos, a análise se encerrava assim que os dados quantitativos foram obtidos, faltando para o leitor uma explicação ou uma conclusão mais aprofundada a respeito da utilidade dos MC naquele contexto.

Nos trabalhos com entrevistas foi possível entender aquilo que Yin (2016) cita como entrevistas qualitativas como “modo conversacional”, em que há interação entre entrevistador e entrevistado, podendo até mesmo surgir perguntas ao entrevistador e entrevistas em grupo, nas quais não é necessário coletar dados apenas com um participante. Segundo Yin (2016), essa orientação representa uma realidade social complexa a partir da perspectiva de um participante, podendo explicar, em profundidade, os resultados que foram obtidos ao utilizar o MC.

Minayo (2011) ressalta a importância dos registros quando são realizadas as entrevistas, evidenciando ser crucial que esse registro seja o mais próximo da realidade, na medida do possível, para que se possa entender a lógica que foi utilizada para a realização da tarefa. A autora cita gravações das conversas como método e, até mesmo, realização de filmagens, caso haja aceitação pelo público participante. O registro das entrevistas foi útil para que os autores pudessem entender as lacunas conceituais dos alunos, seus processos de construção do conhecimento e possíveis melhorias no uso dos MC. No entanto, como aponta Aguiar *et al.* (2018) e como observado nos trabalhos analisados, as entrevistas podem consumir bastante tempo e necessitam ser aplicadas por especialistas na área, diminuindo sua aplicabilidade no contexto de sala de aula.

### 3.6 Relação dos MC e a metacognição

Ao analisar as interações dos MC com a metacognição, percebe-se que o assunto é pouco tratado no ensino de química. Nos dois trabalhos encontrados (A2 e A22) que faziam essa relação, nenhum deles cita referenciais da área de metacognição, como Flavell (1976), por exemplo. Nesses trabalhos, a

metacognição emergiu da análise qualitativa dos dados e não como metodologia estabelecida já no início do trabalho e, como resultado, a tratativa do assunto não foi evidenciada e aprofundada em nenhum deles.

Em A2, a metacognição surgiu na estrutura do MC como reconciliação integrativa, relacionando os MC com exercícios criativos. Os alunos enaltecem aspectos metacognitivos e as entrevistas se mostraram importantes para que os pesquisadores pudessem perceber as interações que não faziam parte do escopo do trabalho. Nesse sentido, as entrevistas são ferramentas úteis para verificação das atividades e experiências metacognitivas vivenciadas pelos alunos na construção dos MC, como demonstrado no estudo de Silva e Bizerra (2022).

Além disso, ainda em A2, em algumas entrevistas, aspectos de metavisualização também foram citados, por vezes, em interações com a aprendizagem significativa de Ausubel, na relação de que, uma vez que o aluno visualiza a construção de conhecimento, ele cria significados para aquele aprendizado. A atividade metavisual permite a reconstrução do conhecimento por meio da visualização (Locatelli; Davidowitz, 2021), o que pode contribuir para o ensino de conceitos de química.

Em A22 há a citação da metacognição como um processo de pensamento, utilizando-a como categoria construída a partir das respostas dos alunos ao método utilizado. Sem definição, a metacognição acaba não tendo ligação com o restante do trabalho, pois não é contextualizada, insinuando ao leitor que a metacognição é apenas uma categoria construída para representar algum momento de pensamento dos alunos. É importante a conceituação da metacognição ao abordá-la em pesquisa, visto que o termo é considerado polissêmico (Shimada; Santana; Locatelli, 2022), o que pode causar confusão na interpretação do leitor quanto à abordagem utilizada.

O registro de apenas dois artigos que relacionam metacognição com mapas conceituais, e que o fazem de forma superficial, demonstra que, dentro do recorte deste estudo, considerando pesquisas internacionais, há uma escassez de publicações que tratam de ambas as temáticas. Dessa forma, sugere-se mais trabalhos que tratam de MC e metacognição de modo mais aprofundado.

#### **4 CONCLUSÃO**

A análise dos trabalhos permitiu compreender que os usos dos MC são diversos no ensino de química e, conforme a leitura dos artigos avançava, mais evidente se tornava a importância de sua utilização em conjunto com outras técnicas e a familiaridade com o assunto tratado. Mesmo sendo aplicados nos mais diversos contextos, ao utilizar os pontos citados anteriormente, foi possível perceber a extração de bons resultados na aplicação desses mapas.

MC bem estruturados, entrevistas baseadas nos MC e testes utilizando mapas em duas ou mais etapas, mostraram-se como excelentes ferramentas no ensino de química para que o professor compreenda o contexto em que está inserido. Outro fator importante e que corrobora com Novak e Ausubel foi que, ao utilizar os MC, os professores perceberem como os conceitos dos alunos são estruturados e como eles os sintetizam, facilitando a observação de todos esses pontos na forma esquemática.

Dentre os entraves encontrados, pode-se citar a ausência na apresentação dos MC construídos em algumas pesquisas e a confusão entre MM e MC. A ausência dos MC no trabalho dificulta o entendimento por parte do leitor sobre a conclusão das construções, indo na contramão daquilo que o MC tem como ponto forte, ou seja, a evidência visual. Já a confusão entre MM e MC pode ocasionar distorções na construção do conhecimento, uma vez que os diferentes tipos de mapas são ferramentas com objetivos distintos.

Para entender como se encontra o cenário dos MC no ensino de química, observou-se os anos em que os artigos foram publicados e foi possível perceber que, ainda que o número de publicações tenha aumentado recentemente, são poucas tratando do assunto, sendo um cenário frutífero para futuras pesquisas visto que os MC, como observados na análise dos artigos, auxiliam o ensino de química.

Necessitando ainda mais de atenção, segue a interação entre os MC e a metacognição. Os artigos encontrados não abordavam essas interações e não citavam os referenciais teóricos da área, dificultando o entendimento da metacognição no contexto em que foi inserida.

Com a presente revisão, buscou-se fornecer uma visão geral a respeito do uso dos MC no ensino de química para que novas pesquisas na área sejam realizadas à luz do que já foi construído e concluído desde a criação dos MC. Recomenda-se mais estudos na área de MC e metacognição para verificar se as interações entre essas duas áreas produzem o que se propõe teoricamente, ou seja, conceitos da aprendizagem significativa dos MC interagindo com o repensar dos próprios pensamentos em processos metacognitivos. Assim, espera-se uma estrutura que possa fornecer material para construções de MC e conhecimento mais robustas.

# THE USE OF CONCEPT MAPS IN CHEMISTRY TEACHING AND THEIR POSSIBLE RELATIONSHIP WITH METACOGNITION: A SYSTEMATIC REVIEW

## ABSTRACT

This research presents a literature review focused on using concept maps (CM) as a tool in chemistry education, exploring the implications of using this tool and identifying potential connections with metacognition. To achieve this goal, articles were searched from the ERIC database. By applying inclusion and exclusion criteria, 27 articles were selected for the review. The results indicated that well-structured CM, employed in two or more stages, whether based on interviews or providing materials for them, proved to be excellent tools in chemistry education. Among the challenges identified were the absence of CM presentations in some articles, confusion between concept maps and mind maps, and a shortage of studies in the field. Regarding the relationship between CM and metacognition, the articles did not incorporate metacognition in conjunction with theoretical frameworks that structure it as the process of thinking about one's thoughts and the regulatory component. This suggests that further research is necessary to understand these relationships.

**KEYWORDS:** Meaningful learning. Systematic review. Cognitive maps.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. G.; KINCHIN, I. M.; HERON, M.; CORREIA, P. R. M. Comparing Interview-Driven and Questionnaire-Driven Concept Mapping Processes: A Focus On The Research-Teaching Nexus In Higher Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 8., 2018, Medellín. **Atas do [...]**. Medellín, 2018, p. 1-10. Disponível em: <https://cmc.ihmc.us/cmc2018Papers/cmc2018-p31.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2024.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Plátano: Edições Técnicas, 2003.

BUZAN, T. **Mind map mastery**: The complete guide to learning and using the most powerful thinking tool in the universe. London: Watkins Media Limited, 2018.

DAVIES, M. Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter? **Higher Education**, v. 62, n. 3, p. 279-301, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10734-010-9387-6>. Acesso em: 22 dez. 2024.

FLAVELL, J. H. Metacognitive aspects of problem solving. In: RESNICK, L.B. (Orgs.). **The nature of intelligence**. Hillsdale, N.Y.: Erlbaum, p. 231-235, 1976.

JAHANGARD, Z.; SOLTANI, A.; ALINEJAD, M. Exploring the relationship between metacognition and attitudes towards science of senior secondary students through a structural equation modeling analysis. **Journal of Baltic Science Education**, v. 15, n. 3, p. 340-349, 2016. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1426221>. Acesso em: 21 dez. 2024.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, n. 2, p. 75-83, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>. Acesso em: 22 dez. 2024.

KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. **Keele University Technical Report TR/SE-0401**. Keele: Keele University, 2004.

LISTIANA, L.; SUSILO, H.; SUWONO, H.; SUARSINI, E. Empowering students' metacognitive skills through new teaching strategy (group investigation integrated with think talk write) in biology classroom. **Journal of Baltic Science Education**, v. 15, n. 3, p. 391-400, 2016. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1426035>. Acesso em: 22 dez. 2024.

LOCATELLI, S. W.; DAVIDOWITZ, B. Using metavisualization to revise an explanatory model regarding a chemical reaction between ions. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, p. 1-14, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/D0RP00339E>. Acesso em: 21 dez. 2024.

MATHBATHE, K. C.; POTGIETER, M. Metacognitive monitoring and learning gain in foundation chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, p. 94-104, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C3RP00119A>. Acesso em: 21 dez. 2024.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2011.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, diagramas e unidades de ensino potencialmente significativas**. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras PUCPR, Instituto de Física, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2024.

NOVAK, J. D. Concept mapping: A useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n.10, p. 937-949, 1990. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/tea.3660271003>. Acesso em: 22 dez. 2024.

NOVAK, J.D. **Learning, Creating, and Using Knowledge**. 2.ed. New York; UK: Routledge, 2010.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them**. Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition. Retrieved, 2008.

RUIZ-MORENO, L.; SONZOGNO, M. C.; BATISTA, S. H. D. S.; BATISTA, N. A. Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 453-463, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132007000300012>. Acesso em: 22 dez. 2024.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em: 21 dez. 2024.

SHIMADA, M. S.; SANTANA, G. H.; LOCATELLI, S. W. Possível relação entre a metacognição e a elaboração de mapas conceituais por licenciandos em química. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 12, n. 4, p. 121-138, 2022. Disponível em:

[https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos\\_da\\_educacao\\_matematica/article/download/1403/1378/4424](https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/download/1403/1378/4424). Acesso em: 22 dez. 2024.

SILVA, E. C. Mapas conceituais: propostas de aprendizagem e avaliação.

**Administração: Ensino e Pesquisa**, v. 16, n. 4, p. 785-815, 2015. Disponível em:

<https://doi.org/10.13058/raep.2015.v16n4.385>. Acesso em: 22 dez. 2024.

SILVA, R. C.; BIZERRA, A. M. C. Mapas conceituais e metacognição como facilitadores da aprendizagem de química orgânica. **Revista Exitus**, Santarém/PA, v. 12, p. 1 - 25, 2022. DOI: 10.24065/2237-9460.2022v12n1ID1705. Disponível em:

<https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/1705>. Acesso em: 10 jan. 2025.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85,

2007. Disponível em: [https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1806-](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1806-58212007000300008&script=sci_abstract)

[58212007000300008&script=sci\\_abstract](https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1806-58212007000300008&script=sci_abstract). Acesso em: 21 dez. 2024.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso Editora, 2016.

**Recebido:** 06 out. 2023.

**Aprovado:** 14 jan. 2025.

**DOI:** 10.3895/rbect.v18n1.17674

**Como citar:** SANTANA, G.; SHIMADA, M.; LOCATELLI, S. O uso de mapas conceituais no ensino de química e sua possível relação com metacognição. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 18, p. 1-19, 2025. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/17674>>. Acesso em: XX.

**Correspondência:** Gustavo Santana - [gtv032@gmail.com](mailto:gtv032@gmail.com)

**Direito autorial:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

