

## Mapeamento de teses e artigos brasileiros sobre o ensino de Química no ensino CTS por análise de redes sociais

*Mapping of the Brazilian theses and articles about Chemistry teaching in STS teaching through social network analysis*

Juliana Barreto Brandão<sup>1</sup>, Júlia Damazio Bouzon<sup>2</sup>, Tais Conceição dos Santos<sup>1</sup> y Alvaro Chrispino<sup>1,3</sup>

### Resumo

A abordagem de ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem por concepção a formação de indivíduos críticos e alfabetizados cientificamente, a partir da construção social da ciência e da tecnologia. Visando superar o aspecto meramente propedêutico, pesquisas apontam que no cenário nacional é crescente o interesse por um ensino de Química pautado nessa perspectiva. Sendo assim, objetivando mapear o perfil do ensino de Química no ensino CTS brasileiro, este trabalho modelou as redes sociais das teses acadêmicas defendidas entre 1993 e 2022, e dos artigos publicados em periódicos entre 1998 e o 1º semestre de 2022. A análise das teses mostrou que houve um aumento das pesquisas ao longo dos anos, com relevância para a formação de professores. Além disso, a Universidade Federal de Santa Catarina se destacou na rede social de bancas avaliadoras, ratificando a importância da instituição que criou o primeiro programa de CTS no Brasil. Em relação aos artigos, foi possível notar que a revista Química Nova na Escola lidera as publicações nesta área, enquanto o termo “Material Didático” destacou-se na rede social de palavras-chave, retratando um esforço dos docentes em refletir sobre suas práticas, o que coaduna com o resultado obtido nas teses. Por fim, a partir da análise dos resultados, inferimos que o ensino de química ainda possui pouca representatividade no ensino CTS brasileiro, mas observa-se, a partir dos temas mapeados, que há uma preocupação latente acerca da prática docente.

**Palavras-chave:** ensino de química; ensino CTS; redes sociais.

### Abstract

The Science-Technology-Society (STS) teaching approach is conceived to foster scientifically literate and critically thinking individuals, based on the social construction of science and technology. Seeking to go beyond mere preparatory aspects, research indicates a growing national interest in Chemistry education framed within this perspective. Thus, aiming to map the profile of Chemistry education within Brazilian STS teaching, this study modeled the social networks of academic theses defended between 1993 and 2022, and articles published in journals between 1998 and the first half of 2022. The analysis of the theses revealed an increase in research over the years, particularly focusing on teacher training. Additionally, the Federal University of Santa Catarina stood out in the social network of thesis evaluation committees, affirming the importance of the institution that pioneered the first STS program in Brazil. Regarding articles, it was observed that the journal Química Nova na Escola leads publications in this area, while the term “Teaching Materials” stood out in the keyword network, reflecting educators’ efforts to reflect on their practices, consistent with the findings from the theses. Finally, from the analysis of the results, we infer that Chemistry education still has limited representation within Brazilian STS education. However, based on the mapped themes, there is a palpable concern regarding teaching practices.

**Keywords:** chemistry teaching; STS teaching; social networks.

### CÓMO CITAR:

Barreto Brandão, J., Damazio Bouzon, J., Conceição dos Santos, T., y Chrispino, A.. (2024, septiembre). Mapeamento de teses e artigos brasileiros sobre o ensino de Química no ensino CTS por análise de redes sociais. *Educación Química*, 35(Número especial). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.4.88872e>

<sup>1</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estácio de Sá, Brasil.

## Introdução

Ainda hoje a química é vista como uma disciplina constituída por fórmulas e conceitos em constante evolução tecnológica. De forma fragmentada, e com metodologia de ensino voltada especialmente para a transmissão de conteúdo, essa visão acaba por distorcer a importância da química na sociedade, onde a necessidade de contextualização torna-se a cada dia, mais imprescindível.

Nesta perspectiva, Cachapuz (1999) destaca que formar um cidadão vai além dos limites estreitos delineados por uma disciplina. Corroborando essa visão, Auler (2003, p. 78) complementa que “[...] o processo pedagógico não pode se restringir à sala de aula. O meio circundante, a comunidade passa a integrar o contexto educacional”. Sendo assim, faz-se necessário unir os conceitos advindos da ciência, diante da constante evolução tecnológica, em prol de uma sociedade mais crítica e tecnologicamente alfabetizada.

Nesta lógica, o movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surge no final da década de 1960, por historiadores e sociólogos da Ciência da época na tentativa de entender as relações e os impactos da Ciência e da Tecnologia inseridas na sociedade. Com o fim da 2ª Guerra Mundial, diversos fatos de caráter negativo assolaram a ciência e a tecnologia perante a sociedade, sob um olhar político e crítico (Chrispino, 2017). Para Cutcliffe (2003), não existe uma data específica do início desse movimento, uma vez que o mesmo aconteceu de forma diluída por meio de diversos movimentos sociais à época em diversos países.

Vale ressaltar que na ausência de uma definição única sobre CTS, o que temos são ideias que buscam sintetizar suas especificidades. Embasado pelos Estudos CTS, Chrispino (2017) apresenta a tríade CTS como uma área de difícil conceituação, pois envolve um conjunto de saberes e abordagens que variam em grande número. Nesse sentido, nos aproximamos de Cutcliffe (2003, p. 18) que salienta que

A missão central do campo CTS até o momento tem sido expressar a interpretação da ciência e tecnologia como um processo social. Deste ponto de vista, a ciência e a tecnologia são vistas como projetos complexos nas quais os valores culturais, políticos e econômicos, nos ajudam a configurar os processos tecnocientíficos que, por sua vez, afetam os próprios valores e a sociedade que os mantém (Cutcliffe, 2003, p.18, tradução nossa).

No Brasil, os estudos sobre CTS surgiram na década de 1970, porém, somente a partir da década de 1990 houve uma expressividade na quantidade de trabalhos produzidos. Desde então, as produções vêm se intensificando ao longo dos anos e sendo absorvido por diversas áreas do Ensino e Educação (Cachapuz et al., 2008), principalmente na área de Ensino de Ciências (Araújo, 2009).

Em relação à área de Ensino, Acevedo, Vázquez e Manassero (2003, p.101, tradução nossa) afirmam que

o Movimento CTS é entendido como uma inovação educacional que está em consonância com as mais relevantes e atuais recomendações internacionais para proporcionar no ensino de ciências a alfabetização científica e tecnológica mais completa e útil possível para todas as pessoas (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003, p.101, tradução nossa).

Neste cenário, acreditamos que o uso da abordagem CTS pode ser uma boa opção para a promoção de um ensino de química voltado para a formação crítica dos indivíduos, a partir da construção social da ciência e da tecnologia. Neste viés, o objetivo não é apenas promover a alfabetização científico-tecnológica, mas também fortalecer habilidades críticas, preparar para a cidadania ativa e consciente, e estimular uma compreensão mais profunda e contextualizada da ciência e da tecnologia no mundo contemporâneo. Ainda nesta perspectiva, Santos (2011) preconiza que o ensino de ciências deve contribuir para a formação da cidadania na medida em que favorece a participação dos alunos na vida comunitária. Neste contexto, o grupo de pesquisa *CTS e Educação*, do CEFET/RJ, vem obtendo êxito ao realizar pesquisas voltadas para a área CTS brasileiro, utilizando-se da ferramenta de redes sociais.

Melo et al. (2016, p. 594), realçam que “a análise de rede social nos permite ter uma visão panorâmica de como se comporta uma área, seja ela CTS ou qualquer outra”. Neste sentido, este trabalho utilizou a Teoria dos Grafos para modelar as redes sociais, com o objetivo de mapear o perfil do ensino de química com enfoque CTS no Brasil, a partir de artigos e teses. A partir deste mapeamento, espera-se que pesquisadores interessados por esta área se apropriem dos resultados para recorrer a autores, temas, pesquisas, programas de pós-graduação e/ou periódicos de destaque para que, enfim, o ensino de Química consiga ser cada vez mais contextualizado e, conseqüentemente, tenha mais representatividade no ensino CTS brasileiro.

## Metodologia

O Grupo de Pesquisa *CTS e Educação*, vinculado ao Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do CEFET/RJ, iniciou, em 2011, o mapeamento do ensino CTS brasileiro e hoje detém um banco de dados que reúne artigos, teses de doutorado e dissertações de mestrado que tratam do tema.

Este banco de dados permitiu a realização de diversas pesquisas de mapeamento do ensino CTS brasileiro, dentre as quais é possível elencar a pesquisa sobre Teses que tratam de ensino CTS (Toledo et al., 2016; Toledo, 2017), dissertações de mestrado (Oliveira, 2020 e Ricardo, 2021), bem como sobre as disciplinas da área de ensino de Ciências: Biologia (Aquino, 2021), Física (Santos, 2021) e Química (Pinto, 2021). Também foram alvo de mapeamento e análise de redes sociais os temas de Ensino de Química (Bouzon et al., 2018), ensino de química verde (Gaspar et al., 2023) e a revista CTS (Melo et al., 2016). Por conta dessa experiência acumulada, buscou-se realizar uma análise bibliométrica por meio do mapeamento de teses de doutorado e artigos em periódicos qualificados sobre o ensino de química no ensino CTS no Brasil.

Para a seleção das teses desta pesquisa, foi utilizado o banco de dados de teses brasileiras sobre ensino CTS, que conta atualmente com 112 Teses brasileiras defendidas no período de 1993 a 2022.

Sendo assim, a escolha das teses investigadas neste trabalho ocorreu por meio da busca do termo “química” no título, nas palavras-chave e no resumo dos textos contidos no banco de dados, que resultou finalmente em 31 teses.

Os artigos investigados também foram selecionados no mesmo banco de dados que contém 538 artigos sobre ensino CTS, publicados em periódicos qualificados nacionais, de 1998 ao 1º semestre de 2022. Neste caso, o termo “química” foi buscado no título e nas palavras-chave, resultando na seleção de 78 artigos.

A partir deste material foram contabilizados o número de teses e artigos publicados anualmente, bem como identificadas as revistas que mais publicam sobre o assunto.

A seguir, os objetos de estudo foram mapeados por meio da aplicação do instrumento metodológico Análise de Redes Sociais (ARS). Este constitui-se em um campo interdisciplinar que se concentra no estudo das relações, padrões e estruturas que emergem em redes sociais (Marques, 2019; Ruas & Ferreira, 2016; Marteleto, 2001). Essas redes podem ser de diferentes tipos, incluindo relações interpessoais em uma comunidade ou organização, além de outros dados, que auxiliam no estudo de sua relevância em uma área de pesquisa, por exemplo.

Modelos matemáticos e simulações computacionais são frequentemente usados nessa análise para a construção das redes, pois estas ajudam a entender melhor os processos dinâmicos que ocorrem nelas. Nesta pesquisa, foi utilizado o *software* Node XL<sup>1</sup> para a criação dessas representações, que são chamadas de grafos. Desta forma, a próxima etapa do trabalho, foi a geração das redes de palavras-chave das teses de doutorado e dos artigos, rede de instituições dos membros das bancas das teses e rede de autores e coautores dos artigos.

Levando-se em consideração que palavras-chave diferentes podem ter o mesmo sentido, foi necessário estabelecer algumas equivalências para a melhor construção das redes, como os casos de: por “formação de professores de química”, “formação inicial de professores”, “formação docente”, “formação continuada” e “formação continuada de professores de ciências”, leu-se “formação de professores”; por “ensino experimental de física”, “atividades experimentais” e “experimentação química”, leu-se “experimentação”; por “CTSA”, “orientações CTSA” e “Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)”, leu-se “CTS”, dentre outros.

Por fim, após a elaboração dos grafos, são apresentadas análises buscando entender melhor a dinâmica das relações sociais, como a identificação de nós e arestas e medidas de centralidade (Laranjeira & Cavique, 2014).

Na Análise de Redes Sociais, os indivíduos são representados como nós (também conhecidos como vértices), e as conexões entre eles são representadas como arestas. Identificar quem são os atores na rede e como eles estão conectados é o primeiro passo na análise. A centralidade refere-se à importância de um nó na rede, e essas medidas ajudam a identificar atores-chave. Existem várias medidas de centralidade, como centralidade de grau (quantas arestas um nó possui), centralidade de intermediação (quantas vezes um nó fica entre outros na rede, atuando com a função de “ponte” entre os membros da rede) e centralidade de proximidade (proximidade de um nó a outros na rede, sendo indispensável para o “fluxo de informações” entre os membros da rede).

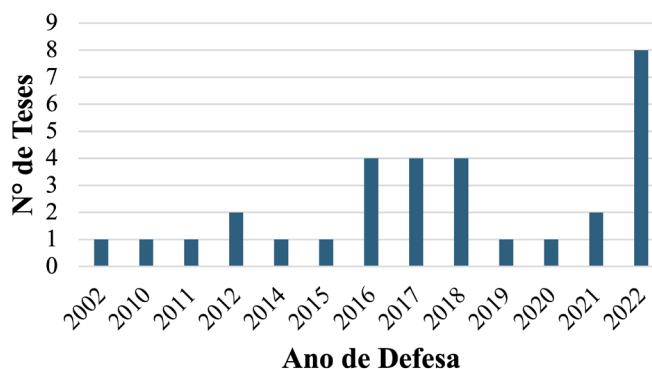
## Resultados e Discussão

Inicialmente, foi feito o somatório das teses sobre ensino de Química no ensino CTS defendidas por ano, como mostra o Gráfico 1.

Como pode ser observado, a primeira tese de ensino de Química data do ano de 2002, sendo que a primeira tese de doutorado em Ensino CTS data de 1993. Isso pode ser justificado pelo fato de que a maioria dos programas de pós-graduação são da área de

<sup>1</sup> Disponível em <https://nodexl.com/>

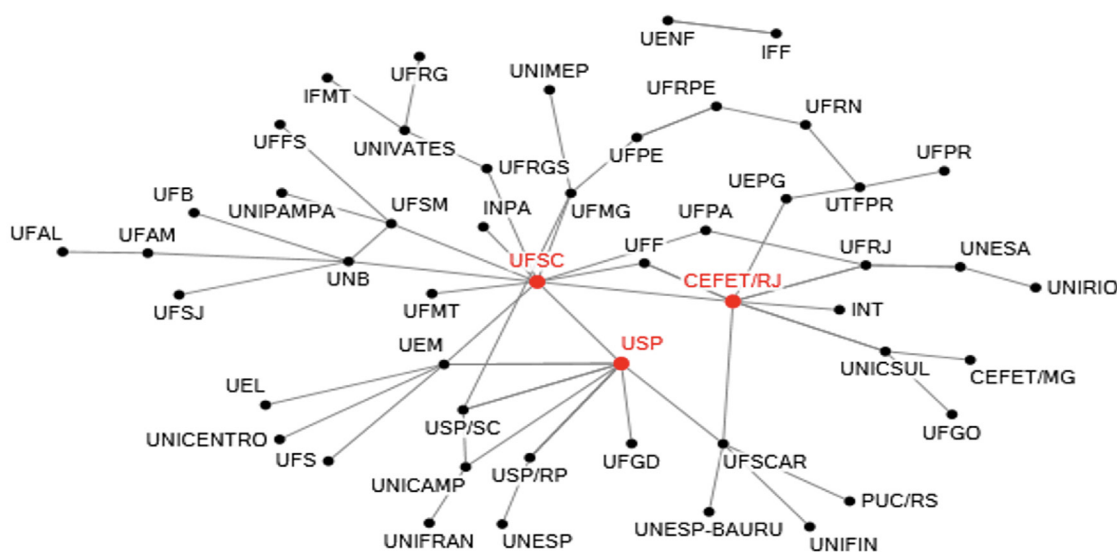
ensino de ciências e/ou educação, e abarcam outras disciplinas como Biologia, Física e Matemática. Além disso, o número de teses de ensino de Química é baixo quando comparado ao número total de trabalhos sobre o ensino CTS no Brasil. No entanto, é importante observar que a partir de 2016 houve um aumento no número de defesas, que pode estar atrelado ao crescimento do número de doutorados em ensino de ciência e que tratem da temática CTS.



**GRÁFICO 1.** Teses de doutorado sobre ensino de Química no ensino CTS por ano. Fonte: autoria própria

Em relação aos últimos anos, acredita-se que a quantidade de defesas tenha decrescido devido ao período pandêmico da COVID-19, já que diversos trabalhos desenvolvidos presencialmente tiveram que ser adiados, fato que também pode justificar o aumento significativo no número de pesquisas apresentadas em 2022.

A investigação sobre essas teses possibilitou, ainda, constatar que o número de defesas está distribuído de maneira equânime entre as instituições de ensino, tendo média de 2 a 3 trabalhos por universidade. Por outro lado, pode-se observar que há um destaque para algumas instituições quando estas são analisadas a partir das instituições de vínculo dos membros das bancas de avaliação de doutorado conforme demonstra o grafo gerado através da Análise de Redes Sociais da Figura 1.



**FIGURA 1.** Rede social de instituição das bancas das teses de doutorado sobre ensino de Química no ensino CTS. Fonte: autoria própria.

Nesta análise, assim como nas redes sociais interpessoais, as informações podem se espalhar rapidamente através das conexões entre os nós. Dessa forma, a difusão de informações retrata como elas são propagadas, e quem são os influenciadores-chave. No caso das instituições, verifica-se que um mesmo trabalho é capaz de conectar não só membros de instituições diferentes, mas também de grupos de pesquisa distintos.

Na figura 1, os vértices em vermelho representam as instituições que possuem maior relevância na rede. Isso pode ser ratificado a partir dos valores das medidas de centralidade obtidos (Tabela 1), que são essenciais para identificar a importância relativa dos nós em uma rede.

**TABELA 1.** Medidas de centralidade para as instituições das bancas.  
Fonte: autoria própria.

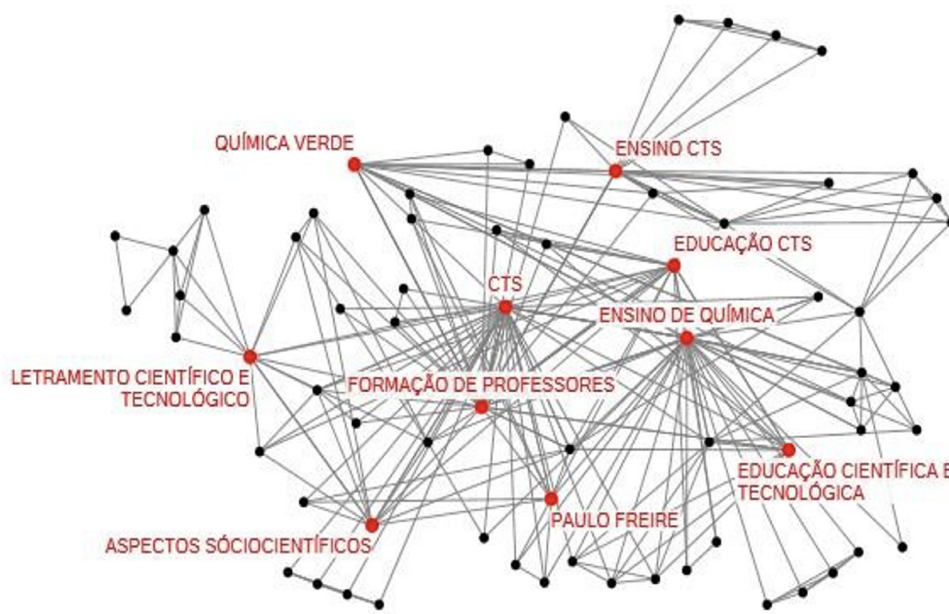
INSTITUIÇÃO DA BANCA	MEDIDAS DE CENTRALIDADE		
	GRAU	INTERMEDIAÇÃO	PROXIMIDADE
UFSC	11	717,733	0,01
CEFET/RJ	7	410,633	0,009
USP	7	286,633	0,008

Em relação à centralidade de grau, observa-se que a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) se destaca frente às demais. Dessa maneira, compreende-se que esta instituição estabelece o maior número de conexões com outros entes da rede, o que também justifica seu alto valor da centralidade de intermediação, ou seja, esta instituição tem um papel fundamental na comunicação entre outras universidades, lembrando que esta universidade criou o primeiro programa de pós-graduação com a temática CTS no Brasil. Isso também ocorre com o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) e a Universidade de São Paulo (USP), uma vez que ambas possuem docentes credenciados que são referências na área de ensino CTS e, por consequência, compõem as bancas de avaliação de doutorado.

Já a centralidade de proximidade indica o quão próximo um vértice está próximo dos demais, o que significa que ele pode se comunicar mais facilmente com os outros nós e receber informações rapidamente. De maneira visual, as três instituições citadas anteriormente se encontram no centro da rede, ou seja, há uma distância menor entre elas e as demais instituições pertencentes a este grafo. Essa relevância na rede social pode ser justificada pelo fato destas universidades possuírem programas de pós-graduação que visam promover o desenvolvimento da educação científica e tecnológica no Brasil, bem como proporcionar experiências educacionais interdisciplinares, contribuindo para a formação de educadores capazes de compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem.

Além das bancas, foram mapeadas as palavras-chave das teses catalogadas, cujo grafo está representado na Figura 2. Essa análise é importante pois auxilia na identificação dos assuntos que embasaram as suas respectivas pesquisas.

Levando em consideração o alto número de palavras-chave analisadas, fez-se necessário um recorte daquelas que apresentavam maior destaque na rede social, e estão representadas pelos vértices em vermelho. As medidas de centralidade desses entes estão contidas na Tabela 2.



Created with NodeXL (<http://nodexl.codeplex.com>)

**FIGURA 2.** Rede social de palavras-chave das teses de doutorado sobre ensino de Química no ensino CTS. Fonte: autoria própria.

PALAVRAS-CHAVE	MEDIDAS DE CENTRALIDADE		
	GRAU	INTERMEDIACÃO	PROXIMIDADE
CTS	29	581,51	0,009
Ensino de Química	29	650,543	0,008
Formação de Professores	28	724,185	0,009
Educação CTS	16	142,676	0,008
Ensino CTS	14	325,146	0,007
Letramento Científico e Tecnológico	13	382,36	0,007
Química Verde	13	208,462	0,008
Aspectos Sociocientíficos	12	28,69	0,007
Paulo Freire	11	39,526	0,007
Educação Científica e Tecnológica	11	35,111	0,007

**TABELA 2.** Medidas de centralidade para as palavras-chave das teses de doutorado. Fonte: autoria própria.

Os resultados apresentados na tabela indicam altos valores para as palavras-chave “CTS”, “Ensino de Química”, “Educação CTS” e “Ensino CTS”, fato esperado por serem teses de Química imersas no ensino CTS.

A terceira palavra-chave em destaque é “Formação de Professores”, já que a maioria dos trabalhos versa sobre o processo de formação docente, seja ela inicial ou continuada. É importante observar que a medida de centralidade de intermediação deste termo é a maior da rede, o que é compreensível, visto que este assunto pode se comunicar com todos os outros temas constituintes da rede.

Nesse contexto, fica evidente que as pesquisas acadêmicas investigadas neste trabalho estão preocupadas em discutir sobre os aspectos da formação docente que vão balizar os objetivos do ensino de Química na Educação Básica. Alguns autores em suas pesquisas consideram que muitos docentes são formados sob perspectivas ingênuas relacionadas à Natureza da Ciência e da Tecnologia (Auler, 2003; Auler & Delizoicov, 2001), e, por isso, há uma necessidade de discussão a esse respeito para que os professores não conduzam o processo de ensino-aprendizagem baseado em mitos e formem, consequentemente, estudantes com visões também ingênuas. Desta forma, os termos “Letramento Científico e Tecnológico” e “Educação Científica e Tecnológica” tiveram relevância dentro da rede.

No mesmo sentido, a abordagem de ensino CTS tem sido utilizada como forma de superar os mitos que traduzem a ciência e a tecnologia como salvacionistas, neutras, e decididas apenas pelos especialistas, dentre outros (Antunes Júnior, Cavalcanti & Ostermann (2020; Pinheiro, Silveira & Bazzo, 2007). Esse enfoque considera que os conteúdos formais quando articulados a temas sociais podem dar sentido a um ensino de Química para além do espaço físico da escola, ou seja, que os estudantes sejam capazes de relacionar os conhecimentos científicos aprendidos com o entorno no qual se desenvolvem as interações humanas. Por isso, o termo “Aspectos Sociocientíficos” se destacou na rede de palavras-chave de teses, seguido do vocábulo “Paulo Freire”.

Levando em consideração que a ciência e a tecnologia sofrem influência social, política e de fatores culturais, a pedagogia de Paulo Freire encoraja os estudantes a analisarem criticamente essas relações, o que justifica o fato de as obras desse autor frequentemente embasarem as pesquisas sobre ensino CTS (Dionysio et al., 2020; Almeida & Ghelen, 2019; Auler & Delizoicov, 2006; Nascimento & Von Linsingen, 2006.).

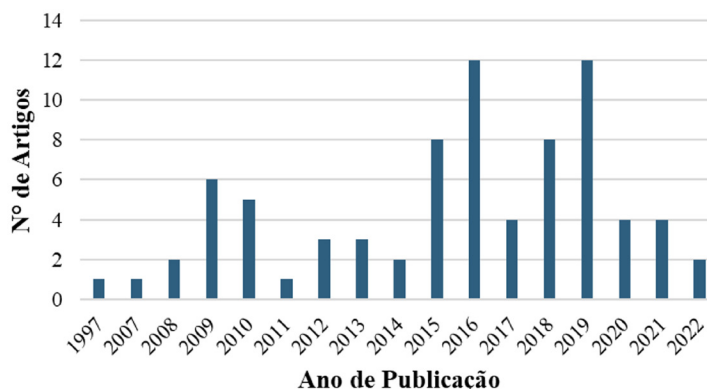
Por fim, a tabela 2 indica que a palavra-chave “Química Verde” também apresentou altas medidas de centralidade no grafo. Originalmente, a Química Verde constituiu-se em um conjunto de princípios técnicos (Anastas & Warner, 1998) voltados para a segurança química nas indústrias. Na área da educação, vem sendo estudada com o objetivo de compreender os aspectos relacionados a sustentabilidade (Moreno & Carlosama, 2020; Fandiño & Marín, 2021). Esse campo de pesquisa vem ganhando espaço no ensino de Química ao longo dos anos (Brandão et al., 2018; Gaspar et al., 2023), e a abordagem CTS tem sido aliada nesta discussão, uma vez que as dimensões social, econômica e ambiental são essenciais para o alcance de uma Química mais sustentável.

Em relação ao banco de artigos analisado de Ensino de Química no Ensino CTS, observa-se no Gráfico 2 que houve crescimento no número de publicações nos períodos de 2009 a 2010 e 2015 a 2019. Bouzon et al. (2018) atribuem esses aumentos a reformas curriculares que incluíram em seus objetivos o estudo dos aspectos CTS. Assim como nas teses, nos anos de 2020 e 2021, houve uma queda significativa que pode ser relacionada ao período pandêmico da COVID-19.

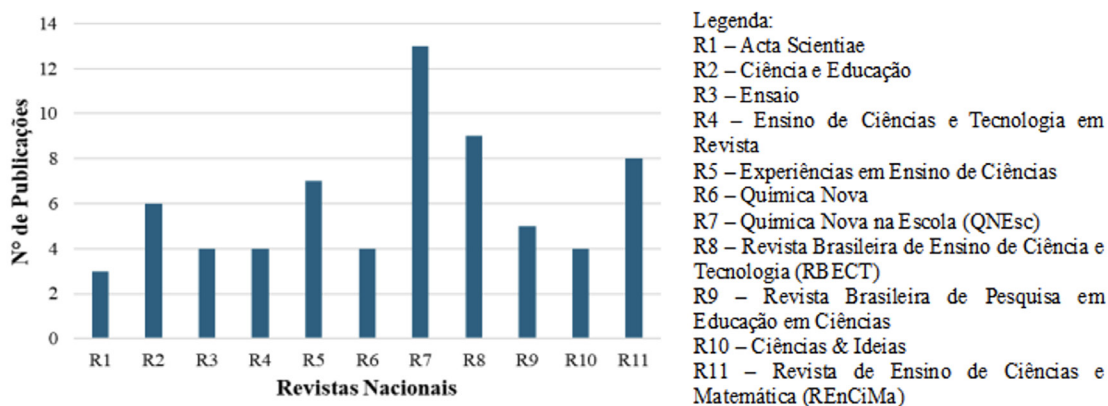
O presente trabalho atualizou o mapeamento do número de publicações por revista feito por Bouzon et al. (2018) e Pinto (2021), que resultou na distribuição apresentada no Gráfico 3.

Ratificando os primeiros resultados de pesquisa, o periódico *Química Nova na Escola* (QNEsc) segue com o maior número de publicações, visto que é uma revista que publica exclusivamente sobre ensino de Química. No entanto, é válido ressaltar que a *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (RBECT)* e a *Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa)* também se destacaram nos últimos anos.

**GRÁFICO 2.** Publicações de artigos de ensino de Química no ensino CTS por ano. Fonte: autoria própria.



**GRÁFICO 3.** Publicações de artigos de ensino de Química no ensino CTS por revista. Fonte: autoria própria.

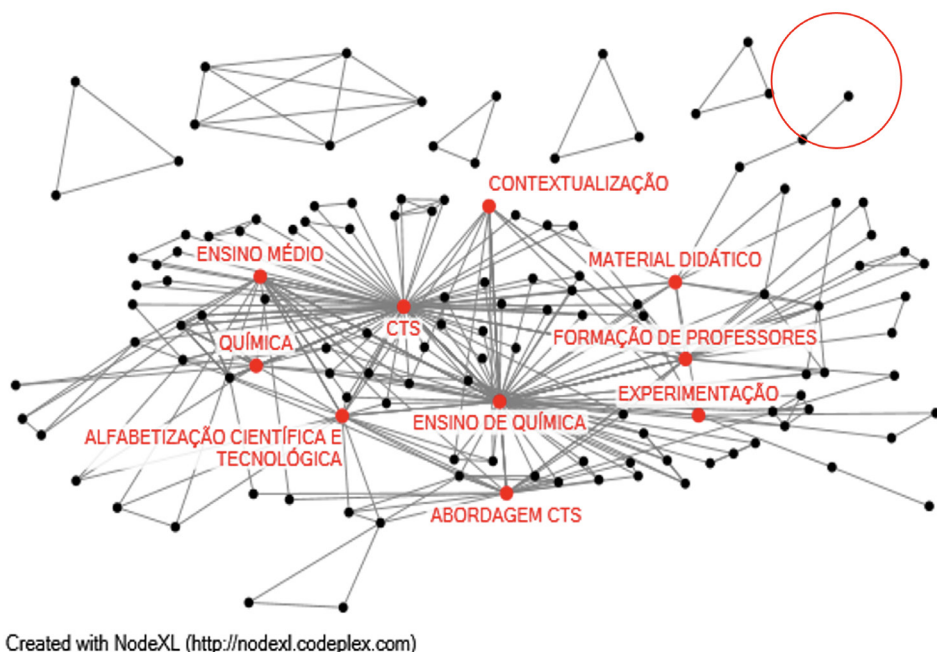


Ambas as revistas possuem como foco divulgar pesquisas empíricas ou teóricas que desenvolvam novas estratégias pedagógicas, a fim de que docentes consigam aprimorar suas práticas objetivando estimular a reflexão crítica, promover a participação ativa dos estudantes, desenvolver habilidades e fomentar a autonomia, dentre outros fatores.

Com o propósito de analisar os temas mais pesquisados em publicações nacionais da área de ensino de Química no ensino CTS, foi realizada pesquisa sobre as palavras-chave encontradas. Sobre a importância das palavras-chave escrevem Miguéis et al. (2013, p. 115):

O uso das palavras-chave potencializa o acesso ao conteúdo dos documentos, para além da informação que é representada pelo título e resumo; traduz o pensamento dos autores, e mantém o contacto com a realidade da prática quotidiana, acompanhando a evolução científica e tecnológica, que é refletida pelos documentos. A investigação sobre a importância e características das palavras-chave tem incidido sobre vários aspectos, como o da eficiência na recuperação da informação; (...) a extração automática a partir de diferentes metodologias e algoritmos; o uso por parte dos autores e editores; a utilização nos comportamentos de etiquetagem (metatags); e a comparação com os títulos, resumos, textos e descritores atribuídos (Miguéis et al., 2013, p.115).

As palavras-chave utilizadas geraram a seguinte rede de palavras-chave (Figura 3).



**FIGURA 3.** Rede social de palavras-chave dos artigos. Fonte: autoria própria.

Em uma primeira análise, fica evidente que cinco sub-redes são desconexas, e, portanto, não fazem parte da rede principal, como a destacada no círculo em vermelho da Figura 3. Isso indica que cinco publicações possuem palavras-chave que se relacionam apenas entre si, ou seja, estão presentes somente em seus artigos. Neste caso, é importante ressaltar a necessidade de reflexão na escolha da palavra-chave, pois termos que apresentam pouca ou nenhuma relação com os demais podem limitar o acesso às suas publicações. Dessa forma, se a busca se dá apenas por palavras-chave, muitos trabalhos podem ser excluídos do universo a ser estudado, uma vez que as expressões escolhidas possuem pouca relevância dentro da área.

Dentre aquelas que se relacionam entre si na rede principal, observa-se na Tabela 3 que as cinco que apresentam maiores medidas de centralidade também estão presentes na rede de teses discutida anteriormente.

PALAVRAS-CHAVE	MEDIDAS DE CENTRALIDADE		
	GRAU	INTERMEDIACÃO	PROXIMIDADE
CTS	59	2977	0,006
Ensino de Química	55	2613	0,006
Formação de Professores	20	938	0,005
Abordagem CTS	18	400	0,004
Alfabetização Científica e Tecnológica	17	486	0,004
Ensino Médio	15	356	0,004
Química	12	173	0,004
Material Didático	11	569	0,004
Experimentação	8	451	0,004
Contextualização	8	89	0,004

**TABELA 3.** Medidas de centralidade para as palavras-chave dos artigos. Fonte: autoria própria.

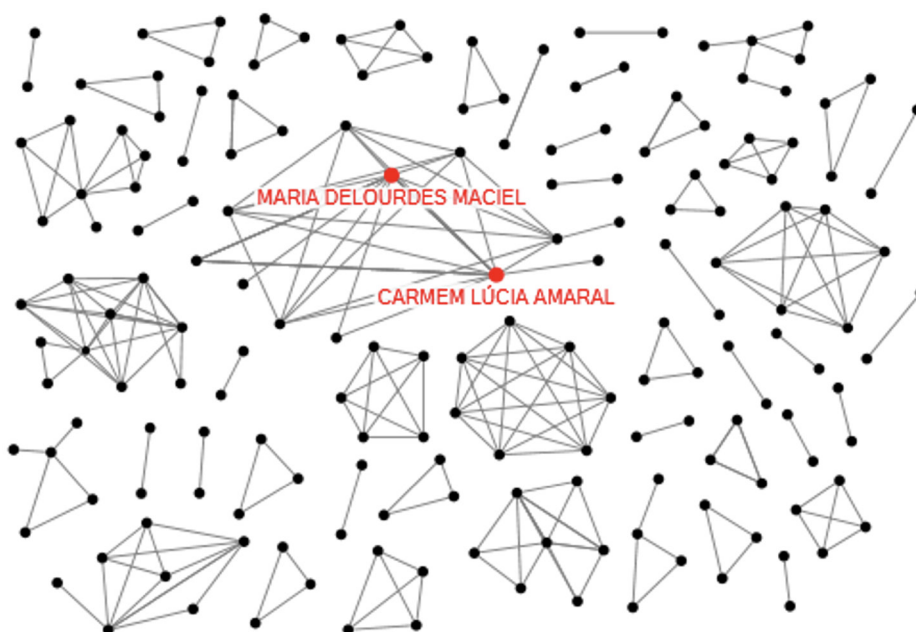
Seguindo com a análise, verifica-se que a sexta e a sétima palavras da tabela são “Ensino Médio” e “Química”. Esse resultado já era esperado uma vez que a pesquisa foi feita na área de Ensino de Química, e esse componente, apesar de ser abordado nos anos finais do Ensino Fundamental, é lecionado efetivamente no Ensino Médio.

Além disso, o termo “Material didático” também aparece em destaque nos valores de medida de centralidade. Essa relevância retrata um esforço dos docentes na reflexão e modificação de suas práticas no Ensino de Química, fundamentadas nos pilares da abordagem CTS (Silva & Marcondes, 2015). Por ser uma palavra-chave que possui alto poder de comunicação com diversas temáticas, observa-se o alto valor da medida da centralidade de intermediação. Ademais, independente do tema trabalhado, é importante ressaltar que para a inserção da abordagem CTS é essencial que esses materiais sejam elaborados de maneira contextualizada.

Nota-se que essa preocupação tem sido frequente nas pesquisas desta área, e, por isso, o termo “Contextualização” também possui destaque na rede de palavras-chave. Estudiosos da área (Carvalho et al., 2021; Chrispino, 2017; Santos, 2007) afirmam que contextualizar é fundamental, pois visa tornar o aprendizado mais significativo e relevante, de forma que os estudantes consigam promover a articulação entre os conteúdos científicos, as experiências pessoais e as situações do mundo real.

Por fim, a investigação também mostrou que diversos trabalhos discutem acerca da experimentação no Ensino de Química. Esse movimento é esperado pois a experimentação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da ciência, permitindo a investigação, a descoberta e a construção do conhecimento científico. Além disso, é fundamental para o incentivo da pesquisa e da investigação, sendo um dos principais alicerces que estruturam o Ensino de Química (Brandão, 2022; Gonçalves & Goi, 2020; Leite, 2018; Mori & Curvello, 2017).

Em relação aos autores e coautores dos artigos investigados neste trabalho, gerou-se a rede social fragmentada presente na Figura 4.



**FIGURA 4.** Rede social de autores e coautores dos artigos. Fonte: autoria própria.

Em uma primeira análise qualitativa, é impressionante o número de redes desconexas na rede. Esse fato se relaciona com a reduzida participação em coautoria com pesquisadores de grupos diversos, seja interno ou externo à instituição de ensino. A endogenia acadêmica pode gerar uma visão estreita sobre determinados assuntos e dificultar a inclusão de perspectivas alternativas, promovendo um isolamento acadêmico.

Apesar de as duas autoras destacadas em vermelho apresentarem as maiores medidas de centralidade de grau (Tabela 4), essa endogenia institucional continua sendo reforçada, visto que esse quadro não se modifica desde o primeiro mapeamento, feito por Bouzon et al. (2018), para essas autoras (Carmem Lúcia e Maria Delourdes), que são da mesma instituição de ensino (Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL).

**TABELA 4.** Medidas de centralidade para os autores e coautores dos artigos. Fonte: autoria própria.

AUTORES	MEDIDAS DE CENTRALIDADE		
	GRAU	INTERMEDIÇÃO	PROXIMIDADE
Carmem Lúcia Costa Amaral	9	16,5	0,077
Maria Delourdes Maciel	9	16,5	0,077

Sendo assim, verifica-se nesta análise de redes sociais que, em publicações nacionais de artigos sobre o ensino de Química no ensino CTS, não há autores com alta representatividade.

## Conclusões

As pesquisas e discussões acerca das temáticas em CTS já permeiam o cenário educacional por mais de cinquenta anos, entretanto, no Brasil, as publicações voltadas ao campo do ensino da ciência e tecnologia começaram a ganhar destaques expressivos a partir da década de 1990.

Resgatando o objeto desta pesquisa, isto é, o mapeamento do ensino de química com enfoque CTS no Brasil, a partir de artigos e teses, buscamos neste trabalho obter uma visão da temática em questão no material selecionado por meio da Análise de Redes Sociais.

O aporte das Redes Sociais nos possibilitou um olhar diferenciado no mapeamento pretendido, fornecendo perspectivas mais amplas de como o ensino de química se faz presente na abordagem CTS. As Redes Sociais nos apontaram quais as instituições que mais participaram como bancas de defesas de teses voltadas para o tema em questão, suas conexões, as palavras-chaves mais citadas nestas teses, as palavras-chaves mais citadas nos artigos sobre ensino de química, além dos periódicos, autores e coautores que mais publicaram.

Ao utilizarmos a análise bibliométrica nos bancos de dados de teses, observamos que a primeira tese data de 2002, com um aumento no número de defesas a partir de 2016 e uma distribuição equânime entre as instituições de ensino, tendo média de 2 a 3 trabalhos por universidade. Já em relação aos artigos publicados, observamos uma crescente nos períodos de 2009 a 2010, e 2015 a 2019. Entretanto, cabe ressaltar que assim como nas teses, nos anos de 2020 e 2021, houve uma queda significativa nas produções que pode ser relacionada ao período pandêmico.

Já no que se refere a revista que mais publicou artigos na temática analisada, o periódico *Química Nova na Escola* (QNEsc) aparece com o maior número de publicações, visto que é uma revista que publica exclusivamente sobre ensino de Química.

A utilização das Redes Sociais nos permitiu verificar as relações entre os autores e coautores que mais contribuem para o avanço das pesquisas na área de CTS, as instituições de onde partem as teses, além das palavras-chaves mais utilizadas nos bancos de teses e artigos.

Quando analisamos as redes de instituições de onde partem as teses, podemos observar a relevância da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que se destaca frente às demais por apresentar um papel acentuado na comunicação entre outras universidades. Também salientamos a importância do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) e da Universidade de São Paulo (USP), uma vez que ambas possuem docentes credenciados que são referências na área de ensino CTS.

A análise das palavras-chaves das teses indica uma preocupação, por parte dos autores, em discutir sobre os aspectos da formação docente que vão balizar os objetivos do ensino de Química na Educação Básica, já que a maioria dos trabalhos versa sobre o processo de formação docente, seja ela inicial ou continuada. Isso fica evidente através da palavra-chave “Formação de Professores”.

Outro ponto a ser ressaltando é a necessidade de reflexão na escolha da palavra-chave, pois termos que apresentam pouca ou nenhuma relação com os demais podem limitar o acesso as publicações. Dessa forma, se a busca se dá apenas por palavras-chave, muitos trabalhos podem ser excluídos do universo a ser estudado, uma vez que as expressões escolhidas possuem pouca relevância dentro da área. Nesta pesquisa observamos a presença de cinco sub-redes desconexas, ou seja, não fazem parte da rede principal, o que nos indica que cinco publicações possuem palavras-chave que se relacionam apenas entre si, isto é, estão presentes somente em seus artigos.

Através do grafo, gerado a partir das palavras-chaves dos artigos, observamos a preocupação dos autores com a experimentação no Ensino de Química. Esse movimento é esperado, uma vez que a experimentação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da ciência, permitindo a investigação, a descoberta e a construção do conhecimento científico e que se apresenta como fundamental para a estruturação do ensino de Química, conforme discutido anteriormente.

A Análise de Redes Sociais também evidenciou que, em publicações nacionais de artigos sobre o ensino de química no ensino CTS, não há autores com alta representatividade, apenas um leve destaque para Carmem Lúcia Costa Amaral e Maria Delourdes Maciel, ambas da Universidade Cruzeiro do Sul.

Cabe ressaltar, ainda, que a partir da análise dos resultados apresentados neste trabalho, inferimos que o ensino de química ainda possui pouca representatividade no ensino CTS brasileiro, visto que, das 112 teses e 538 artigos contidos na base de dados CTS, apenas 31 teses e 78 artigos são da área. Este fato pode ocorrer pela dificuldade da mudança da prática docente com uma possível inserção da abordagem CTS.

Entretanto, acredita-se que a introdução da interdisciplinaridade, da contextualização, e discussões acerca da Natureza da Ciência visando a alfabetização científica, são pontos que possibilitam “uma abordagem integrada para o ensino de ciências” (Yager, 1990, p. 53, tradução nossa), “de maneira que se capacite os cidadãos a participar do processo

democrático de tomada de decisão e se promova a ação cidadã voltada para a resolução de problemas relacionados com a Ciência e com a Tecnologia” (Membiela, 2001, p. 91).

Dessa maneira, é importante que esta temática seja aprofundada, objetivando desenvolver e implementar estratégias pedagógicas que integrem de maneira eficaz a abordagem CTS no ensino de Química, a fim de explorar as barreiras específicas que impedem uma integração mais ampla destas duas áreas, além de impulsionar a discussão e a concepção de práticas para enfrentar esses desafios nos cursos de formação de professores.

## Referências

- Acevedo, J. A., Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111. [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen02/REEC\\_2\\_2\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen02/REEC_2_2_1.pdf).
- Almeida, E. D. S., & Gehlen, S. T. (2019). Organização curricular na perspectiva Freire-CTS: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 21, e11994. <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210126>
- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.
- Antunes Júnior, E. L. Q., Cavalcanti, C. J. H., & Ostermann, F. (2020). Base Nacional Comum Curricular, Ciências da Natureza nos anos finais do ensino fundamental e os mitos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Em Aberto*, 33(107), 141-154. <https://doi.org/10.24109/2176-6673.emaberto.33i107.4496>
- Aquino, D. F. de. (2021). *O ensino de biologia nas pesquisas em ensino da área CTS* [Dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2006). Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. *Las Relaciones CTS en la Educación Científica*, 1-7. [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/Pedagogia2/aeducacao\\_cts.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Pedagogia2/aeducacao_cts.pdf)
- Bock, B. S., Oliveira, C. G. F., Albuquerque, M. B., Melo, T. B., & Chrispino, A. (2022). Mapeamento das publicações em CTS: uma análise comparativa entre o Brasil e periódicos internacionais. *Caminhos da Educação Matemática em Revista (online)*, 12, 88-107. [https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos\\_da\\_educacao\\_matematica/article/view/1290](https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1290)
- Bouzon, J. D., Brandão, J. B., Santos, T. C., & Chrispino, A. (2018). O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. *Química Nova na Escola*, 40(3), 214-225. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160126>
- Brandão, J. B. (2022). *Ensino de Química Verde no Ensino Médio e Técnico com enfoque na experimentação e abordagem CTS* [Tese de doutoramento, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].

- Carvalho, T. A., Dias, K. M. P., Russo, A. L. R. G., Braga, E. S. O., Santos, A. R., Santos, T. C., & Chrispino, A. (2021). A contextualização no ensino CTS: uma análise das redes sociais. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 14(1), 238-260. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v14n1.12594>
- Chrispino, A. (2017). *Introdução aos enfoques CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) na educação e no ensino*. Madrid: OEI, Documentos de Trabalho de IBERCIENCIA V4.
- Dionysio, R. B., Chrispino, A., Carvalho, A. P. M., Menezes, R. F. A., & Xavier, G. P. O. (2020). Representatividade de Paulo Freire no ensino CTS brasileiro: olhares por meio de redes sociais. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 15, 460-476. <https://doi.org/10.14483/23464712.14895>
- Fandiño, J. S. M., & Marín, L. A. E. (2021). Química verde aplicada en los residuos de universidades. *Educación Química*, 32(2), 154-167. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76534>
- Gaspar, C. S., Bouzon, J. D., Brandão, J. B., & Chrispino, A. (2023). Ensino de Química Verde no Brasil: mapeamento de publicações a partir de análise de redes sociais. *Educación Química*, 34(4), 156-172. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.4.84696>
- Gonçalves, R. P. N., & Goi, M. E. J. (2021). Experimentação no ensino de química na educação básica: uma revisão de literatura. *Revista Debates em Ensino de Química*, 6(1), 136-152. <http://orcid.org/0000-0002-4164-4449>
- Laranjeira, P. A., & Cavique, L. (2014). Métricas de centralidade em redes sociais. *Revista de Ciências da Computação*, 9(9), 1-20. <https://doi.org/10.34627/rcc.v9i0.20>
- Leite, B. S. (2018). A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. *Educación Química*, 29(3), 61-78. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63726>
- Marques, E. C. L. (2019). Notas sobre redes, Estado e políticas públicas. *Cadernos de Saúde Pública*, 35, 1-11. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00002318>
- Marteleto, R. M. (2001). Análise das redes sociais: aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, 30(1), 71-81. <https://n9.cl/rs9wb>
- Melo, T. B., Pontes, F. C. C., Bock, B. S., Toledo, C. E. R., & Chrispino, A. (2016). Redes sociais formadas pela Revista CTS: uma análise dos doze primeiros anos de publicações. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad (En Línea)*, 11, 267-290. <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-458>
- Miguéis, A., Neves, B., Silva, A. L., Trindade, Á., & Bernardes, J. A. (2013). A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das Ciências Farmacêuticas, depositados no Estudo Geral: estudo comparativo com os termos atribuídos na MEDLINE. *Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 4(2), 112-125.
- Moreno, R. A. F., & Carlosama, L. Y. O. (2020). El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales: su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002-2018. *Educación Química*, 31(1), 84-104. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70414>

- Mori, R. C., & Curvele, A. A. S. (2017). A polissemia da palavra “experimentação” e a educação em ciências. *Química Nova na Escola*, 39(3), 291-304. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160087>
- Nascimento, T. G., & Von Linsingen, I. (2006). Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergência*, 13(42), 95-116. <https://convergencia.uaemex.mx/article/view/1396>
- Oliveira, C. C. G. F., Ricardo, J. C., Toledo, C. E. R., & Chrispino, A. (2019). Análise dos temas e termos-chave da área de CTS no Ensino de Ciências a partir das Teses e Dissertações brasileiras. *Indagatio Didactica*, 11, 197-209. <https://doi.org/10.34624/id.v11i2.5926>
- Oliveira, C. C. G. F. (2020). *Perfil de estudos CTS no Brasil ilustrado pelas dissertações acadêmicas das áreas de ensino e educação: análises por meio de acoplamento de dados e de modelagem em grafos* [Tese de doutoramento, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].
- Pinheiro, N. A. P., Silveira, R. M. C. F., & Bazzo, W. A. (2007). Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, 13(1), 71-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132007000100005>
- Pinto, R. B. M. (2021). *A representatividade do Ensino de Química no Ensino CTS brasileiro* [Dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].
- Ricardo, J. C. (2021). *Perfil de ensino CTS no Brasil analisado a partir das dissertações de mestrados profissionais entre os anos de 2005 a 2019 usando redes sociais* [Tese de doutoramento, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].
- Ruas, W. J., & Ferreira, M. A. T. (2016). Análise de citações e análise de redes sociais: rede de referências em educação científica no Portal de Periódicos da Capes. *Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina*, 21(1), 156-166. <https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1061>
- Santos, B. C. (2021). *A participação do ensino de física no Ensino CTS brasileiro* [Dissertação de mestrado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca].
- Santos, W. L. P. (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, 1(n. especial), n.p.
- Silva, E. L. da, & Marcondes, M. E. R. (2015). Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise de dissertações e teses brasileiras. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 16(2), 209-230. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010005>
- Toledo, C. E. R., Bittencourt, B. A., & Chrispino, A. (2016). Análise dos referenciais teóricos da área de CTS no Ensino de Ciências a partir das Teses brasileiras. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, número ext, 216-224. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/4512>