



## Ciência, Tecnologia e Sociedade na Ibero-América: primeiros passos de um mapeamento por meio de palavras-chave

### Science, Technology and Society in Ibero-America: first steps in mapping through keywords

### Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: primeros pasos en el mapeo a través de palabras clave

**Rafael Schepper Gonçalves**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)  
rafa.schepper@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-7551-5824>

**Alvaro Chrispino**

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ)  
alvaro.chrispino@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0001-9914-3471>

#### Resumo

Apresentamos uma visão inicial do levantamento de teses doutorais em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no Brasil e em outros 22 países iberoamericanos. Ampliamos para a Ibero-América a pesquisa principiada por Toledo (2017), que mapeou 79 teses brasileiras em CTS publicadas 1993 e 2017, como parte de amplo projeto de mapeamento do Ensino CTS brasileiro, efetuado pelo grupo de pesquisa ao qual os autores estão vinculados. Em seguida, procedeu-se à catalogação das novas teses, pondo em planilhas do *Excel* informações como: autor/a da tese, título, instituição na qual a tese foi defendida, palavras-chave, membros da banca de defesa e sua instituição. Para interpretação dos dados coletados, lançamos mão da Análise de Redes Sociais (ARS). No exercício de busca, temos registradas: 203 teses. Ponderamos sobre as 10 palavras-chaves com os maiores valores de centralidades no panorama iberoamericano, quais sejam: “CTS”; “FORMAÇÃO DE PROFESSORES”; “ENSINO DE CIÊNCIAS”; “EDUCAÇÃO CIENTÍFICA”; “EDUCAÇÃO CTS”; “ABORDAGEM CTS”; “EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA”; “FREIRE”; “EDUCAÇÃO PROFISSIONAL”; e “LITERACIA CIENTÍFICA”. É possível considerar que essas palavras mantêm um forte vínculo com o que tem sido produzido sobre a tríade CTS, matendo com esta uma relação colateral por meio de temáticas características do Enfoque CTS, como a formação para a cidadania, fomento ao pensamento crítico, aproximação entre Freire e CTS, letramento científico, formação inicial e continuada de professores, entre outros. Esperamos que a presente pesquisa permitirá conhecer as instituições e autores que produzem CTS e, por meio das palavras-chave, identificar os temas mais relevantes na área.

**Palavras-chave:** Ensino CTS; Educação CTS; CTS na Ibero-América; Análise de Redes Sociais; Palavras-chave.





### Abstract

We present an initial overview of the survey of doctoral theses in Science, Technology and Society (STS), in Brazil and in 22 other Ibero-American countries. We expanded the research initiated by Toledo (2017), which mapped 79 Brazilian theses on STS published in 1993 and 2017, to Ibero-America, as part of a broad mapping project on Brazilian STS Teaching, carried out by the research group to which the authors are linked. Next, the new theses were cataloged, entering information into Excel spreadsheets such as: author of the thesis, title, institution in which the thesis was defended, keywords, members of the defense committee and their institution. To interpret the collected data, we used Social Network Analysis (SNA). In the search exercise, we have recorded: 203 theses. We considered the 10 keywords with the highest centrality values in the Ibero-American panorama, namely: "STS"; "TEACHER TRAINING"; "SCIENCE TEACHING"; "SCIENTIFIC EDUCATION"; "STS EDUCATION"; "STS APPROACH"; "TECHNOLOGICAL EDUCATION"; "FREIRE"; "PROFESSIONAL EDUCATION"; and "SCIENTIFIC LITERACY". It is possible to consider that these words maintain a strong link with what has been produced about the STS triad, maintaining a collateral relationship with it through themes characteristic of the STS Approach, such as training for citizenship, fostering critical thinking, rapprochement between Freire and STS, scientific literacy, initial and continuing teacher training, among others. We hope that this research will allow us to learn about the institutions and authors that produce STS and, through keywords, identify the most relevant themes in the area.

**Keywords:** STS teaching; STS Education; STS in Ibero-America; Social Network Analysis; keywords.

### Resumen

Presentamos un primer panorama del levantamiento de tesis doctorales en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), en Brasil y en otros 22 países iberoamericanos. Ampliamos la investigación iniciada por Toledo (2017), que mapeó 79 tesis brasileñas sobre CTS publicadas en 1993 y 2017, para Iberoamérica, como parte de un amplio proyecto de mapeo sobre la Enseñanza CTS brasileña, realizado por el grupo de investigación al que pertenece Los autores están vinculados. A continuación, se catalogaron las nuevas tesis, ingresando información en planillas de Excel como: autor de la tesis, título, institución en la que se defendió la tesis, palabras clave, miembros del comité de defensa y su institución. Para interpretar los datos recopilados, utilizamos Análisis de Redes Sociales (ARS). En el ejercicio de búsqueda hemos registrado: 203 tesis. Consideramos las 10 palabras clave con mayores valores de centralidad en el panorama iberoamericano, a saber: "CTS"; "FORMACIÓN DOCENTE"; "ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS"; "EDUCACIÓN CIENTÍFICA"; "EDUCACIÓN CTS"; "ENFOQUE CTS"; "EDUCACIÓN TECNOLÓGICA"; "FREIRE"; "EDUCACIÓN PROFESIONAL"; y "ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA". Es posible considerar que estas palabras mantienen un fuerte vínculo con lo producido sobre la tríada CTS, manteniendo una relación colateral con ella a través de temas propios del Enfoque CTS, como la formación para la ciudadanía, el fomento del pensamiento crítico, el acercamiento entre Freire y CTS, alfabetización científica, formación inicial y continua docente, entre otros. Esperamos



que esta investigación nos permita conocer las instituciones y autores que producen CTS y, a través de palabras clave, identificar los temas más relevantes en el área.

**Palabras clave:** Enseñanza CTS; Educación CTS; CTS en Iberoamérica; Análisis de Redes Sociales; Palabras clave.

## Introdução

Desde quando foram constatadas as primeiras mortes por Covid-19, a comunidade científica tem empreendido um grande esforço para obter uma vacina que atenuie os efeitos do coronavírus sobre o corpo humano. Muito embora bons resultados tenham sido alcançados nesse caminho, com a elaboração de uma miríade de vacinas<sup>1</sup>, diversas pessoas recusaram-se a busca por imunização, ainda que parcial.

No caso especial do Brasil, centenas de milhares de cidadãos optaram por não tomar a vacina, não obstante o Brasil fornecera à população geral, gratuitamente, pelo Sistema Único de Saúde (SUS), a oportunidade de imunização.

Aqui, torna-se adequado perguntarmos por que esses indivíduos escolheram a não vacinação. Fora uma decisão no vazio? Basearam-se em algum princípio tecno-científico? Uma possível resposta a essas perguntas poderia ser que tais pessoas carecem de uma formação mais robusta a respeito de conhecimentos que envolvam, em maior ou menor grau, a Ciência e a Tecnologia e seus impactos sobre a Sociedade. Estamos falando de alfabetização científico-tecnológica (doravante, ACT).

Compete-nos realçar que a ACT, cada vez mais, tem sido defendida como um aspecto fundamental na dinâmica social crescentemente associada ao desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. Nesse viés, apreciamos o posicionamento de Auler e Delizoicov (2001), ao ponderarem que o rótulo ACT abarca uma gama bastante ampla de significados. Um deles vincula-se à formação para a cidadania.

A ACT tem se convertido em um dos principais objetivos básicos e prioritários de uma educação inclusiva e para todas e todos. Essa alfabetização deveria balizar os currículos de Ciência e Tecnologia na direção de seus objetivos e conteúdos em contextos úteis para a constituição e afirmação da população em geral (Santos & Mortimer, 2002; Bennàssar-Roig *et al.*, 2011).

Nessa perspectiva, Sasseron e Carvalho (2011) nos informam que conceber as ciências sem esquecer das relações existentes entre seus conhecimentos, os adventos tecnológicos e seus efeitos para a sociedade e o meio-ambiente torna-se o ponto fulcral dos currículos de ciências quando almejam a alfabetização científico-tecnológica. No entanto, nosso entendimento

<sup>1</sup> Uma consulta breve às informações disponibilizadas pela Fundação Oswaldo Cruz (**Fiocruz**) traz melhor noção sobre a variedade de vacinas confeccionadas. Recuperado de: <https://portal.fiocruz.br/vacinascovid19>. Acesso em: 04 de março de 2024.



a respeito de ACT coaduna com a proposta<sup>2</sup> de Auler e Delizoicov (2001), ao ponderarem que a ACT tem como ponto de partida que

[...] a Sociedade seja analfabeta científica e tecnologicamente e que, numa dinâmica social crescentemente vinculada aos avanços científico-tecnológicos, a democratização desses conhecimentos é considerada fundamental (Auler & Delizoicov, 2001:123).

Sendo assim, defendemos que um programa de ACT pautado na ideia acima exposta tem se mostrado uma resposta sólida ao Ensino de Ciências que vise uma formação para a cidadania pensada como forma de munir a população em geral de conhecimentos para atuarem individual e coletivamente em processos que afetem a Sociedade.

Para alcançar mencionada alfabetização, diferentes autoras e autores (Acevedo-Díaz; Vázquez-Alonso; Manassero-Mas, 2003; Aikenhead, 2005; Sasseron; Carvalho, 2011; Gonçalves & Menezes, 2013; Chrispino *et al.*, 2017; Gonçalves & Silva, 2017; Gonçalves *et al.*, 2021; entre outros) defendem a ideia de que um Ensino de Ciências orientado pelo Enfoque CTS seja uma medida eficaz e adequada – compartilhamos desta mesma opinião (Gonçalves, 2014; Chrispino, 2017).

Nessa perspectiva, entendemos que efetuar um mapeamento da área CTS em Ensino de Ciências torna-se fundamental, já que oferece reflexões que surgem em pesquisas de mestrado e de doutorado visando contribuir para um melhor entendimento da Área de Ensino CTS (Ricardo, 2021). Esse tipo de mapeamento pode ser feito pelo que é conhecido na literatura como Análise de Redes Sociais (doravante, ARS).

Interessa-nos esclarecer aqui que o mapeamento almejado neste estudo se refere estritamente às palavras-chave encontradas num conjunto teses que foram identificadas como trabalhos desenvolvidos no âmbito CTS iberoamericano com desdobramentos em Ensino ou Educação. A seguir, apresentamos algumas considerações sobre o Ensino CTS analisado por redes sociais.

## O Ensino CTS visto por redes

A elaboração de um trabalho científico abarca um conjunto complexo de relações variáveis de acordo com o tipo de documento a ser elaborado. A Análise de Redes Sociais (ARS) tem nos permitido modelar e inferir sobre inúmeras redes sociais de difícil identificação pela observação comum. Por meio destas redes é exequível ilustrar distintas interações entre os elementos que a constituem, sejam pessoas, equipes, objetos provenientes de indivíduos, grupos organizacionais (Matheus & Silva, 2006).

Sob esta luz, o Grupo *CTS e Educação*, do CEFET/RJ, tem aportado significativas contribuições à Área-CTS-Brasil por meio de pesquisas do tipo *Estado da Arte* que envolvem a ARS de uma extensa produção acadêmica sobre a qual o Grupo tem se debruçado (artigo, teses,

<sup>2</sup> Por limitações de espaço, não nos aprofundaremos em questões outras relacionadas à ACT. Uma vasta bibliografia pode ser encontrada na tese de Sasseron (2008) e no artigo de Auler e Delizoicov (2001).



dissertações) no panorama nacional e internacional (Chrispino *et al.*, 2013; Toledo, 2017; Melo, 2017; Albuquerque, 2018; Silva, 2018; Böck, 2018; Oliveira, 2020; Ricardo, 2021; entre outros). Ressaltamos que existem, ainda, pesquisas em andamento a nível de mestrado e doutorado vinculadas ao Grupo *CTS e Educação*, do CEFET/RJ.

No contexto dos trabalhos realizados pelo Grupo *CTS e Educação*, a primeira pesquisa publicada (Chrispino *et al.*, 2013) apresentou o resultado de levantamento realizado em 22 periódicos nacionais na área de Ensino de Ciências, que buscou identificar os trabalhos mais citados como fontes de consulta ou referência, levando em consideração os artigos que continham as palavras ciência, tecnologia e sociedade, juntas ou separadas. Os autores identificaram 88 trabalhos, dos quais resultaram 394 fontes e listados os 13 trabalhos mais citados. Resultados preliminares do estudo que Chrispino *et al.* (2013) fizeram confirmaram a necessidade de se conhecer quais as fontes de que se utilizam os autores e autoras dos principais trabalhos que servem de base para a produção CTS no Brasil.

Neste ponto, convém destacar que concordamos com Oliveira *et al.* (2020) ao ponderarem que com a consolidação de estudos da área de Ensino de Ciências, presume-se também o aumento de discussões que envolvem subáreas elementares, como o Ensino CTS visto por Análise de Redes Sociais.

Nesse viés, Matheus e Silva (2006), inspirados em Freeman (1996), aclaram-nos que a ARS é uma abordagem oriunda da Sociologia, da Psicologia Social e da Antropologia. Essa abordagem estuda as ligações relacionais entre atores sociais, sendo esses atores humanos (como autores de trabalhos acadêmicos) ou não humanos (instituições). Sendo assim,

[...] a ARS interessa a pesquisadores de vários campos do conhecimento que, na tentativa de compreenderem o seu impacto sobre a vida social, deram origem a diversas metodologias de análise que têm como base as relações entre os indivíduos, numa estrutura em forma de redes (Matheus & Silva, 2006: 1).

Conforme Albuquerque (2018), Análise de Redes Sociais é um campo interdisciplinar que conjuga métodos da Matemática, da Sociologia, da Ciência da Computação etc, que fornece uma análise matemática das relações humanas, uma vez que reconhece que pessoas, grupos, organizações etc. estão interligados e que “essas conexões têm consequências reais para o desempenho e satisfação, que podem ser (re)estruturadas para otimizar os resultados organizacionais, individuais ou de grupos” (Albuquerque, 2018: 34-45).

Na ARS, temos as medidas de centralidade que são atributos quantitativos que os atores possuem em função de sua posição na rede. Essas medidas, também chamadas de centralidades, são, portanto, atributos que aferimos a partir da rede que estamos analisando (Higgins; Ribeiro, 2018). Nesta investigação lançaremos mão apenas<sup>3</sup> da centralidade de grau, a de proximidade e a de intermediação o que é suficiente para atender o nosso objetivo.

A centralidade de grau pode ser definida, como sustenta Barbosa *et al.* (2011), da seguinte maneira: vértices que apresentam um grau maior podem estar em uma posição mais privilegiada

<sup>3</sup> Caso o leitor tenha interesse, outras medidas de centralidades podem ser apreciadas em Borba (2013).



da rede. De outro modo, Freeman (1978), nos esclarece que, no que tange à comunicação, um vértice com grau relativamente alto demonstra-se de alguma forma como “o meio das coisas”, ou seja, na posição central. Podemos conjecturar, portanto, que [...] o grau está respondendo à visibilidade ou o potencial de atuação na comunicação de dados vértices (Freeman, 1978: 219, tradução nossa).

Já a centralidade de proximidade pode ser concebida conforme Brandão *et al.* (2018) sugerem: mede a distância da conexão entre os vértices, o que implica que quanto maior for o grau de proximidade, menor é a distância entre duas palavras-chave e, conseqüentemente, maior é a comunicação entre as mesmas.

Quanto a centralidade de intermediação podemos compreendê-la como a capacidade que um vértice tem de relacionar duas sub-redes. De outro forma, indica a forma que uma palavra-chave consegue intermediar dois ou mais artigos no menor caminho entre os dois (Brandão *et al.*, 2018).

Nesse viés, julgamos ser relevante mapear a produção CTS no Ensino encontrada em documentos científicos com o objetivo de conhecer quais são os atores humanos ou não que exercem influência sobre o pensamento CTS. Como nos alertam Chrispino *et al.* (2013), sabendo onde estudam ou estudaram os principais autores referenciados [na Área CTS], possibilita-nos saber ‘de onde viemos’, e, portanto, será possível entender o que fazer para irmos para onde deliberamos ser necessário, a fim de consolidarmos a Educação CTS no Ensino de Ciências e tecnologia, ou seja, consolidarmos as bases da Área CTS no Ensino de Ciências e, sobretudo, discutirmos as políticas que conformam ou conformarão a área.

Sendo assim, consideramos que mapear a produção CTS da Iberoamérica nos permitirá compor um repertório de conhecimentos sobre a Área CTS, de modo a ampliar ações educativas de pendor CTS e possibilitar a planificação de intervenções didáticas e pedagógicas na formação inicial e continuada de professores/as. Em seguida, esboçaremos os caminhos metodológicos que efetuamos e apresentaremos algumas dificuldades que enfrentamos.

## **Caminhos metodológicos e algumas restrições**

Entendemos que a pesquisa aqui almejada se enquadra naquilo que Gil (2002) definiu como sendo do tipo descritivo e bibliográfico. O autor sinaliza que as pesquisas descritivas apresentam como objetivo primário a descrição das nuances de dada população ou fenômeno ou, então, a constituição de relações que se estabelecem entre variáveis.

Gil (2002) nos esclarece, ainda, que certas pesquisas descritivas vão além da simples identificação da existência de ligações entre variáveis, e se presta a determinar a natureza das relações entre as variáveis. Nesse caso, temos uma pesquisa descritiva que se acerca da explicativa. Há, entretanto, pesquisas que, muito embora sejam entendidas como descritivas com base em seus objetivos, resultam servindo mais para promover uma nova visão do problema em questão, o que as aproxima das pesquisas concebidas como do tipo exploratório.



Reiteramos, portanto, que, segundo os objetivos estabelecidos neste estudo, a pesquisa que aspiramos seria de teor descritivo do tipo bibliográfico, já que visa traçar o perfil CTS no escopo iberoamericano através de material que fora elaborado, particularmente, em nosso caso, teses de doutorado.

Outro matiz que dever ser ressaltado refere-se à natureza de nosso estudo. Como nele reunimos características tanto da metodologia qualitativa (interpretação das relações estabelecidas entre os atores sociais) quanto da quantitativa (centralidades), compreendemos que a presente investigação é do tipo misto ou *quali-quantum* (Creswell, 2010).

Importa-nos frisar que para a consecução deste estudo enfrentamos algumas restrições respeitantes à coleta de dados. Este trabalho apresenta os primeiros resultados do mapeamento do ensino CTS nos países da Ibero-América a partir das teses de doutorado defendidas e que puderam ser encontradas até o momento. Tem como ponto de partida a mesma estrutura de Toledo (2017), que pesquisou 79 teses de doutorado defendidas no Brasil entre 1993 e 2017, elencando (1) o título; (2) o ano de defesa (quando se faz CTS); (3) o autor, o orientador, os membros da banca de avaliação e suas instituições de vínculo (quem faz CTS); (4) a instituição em que a tese foi defendida (onde se faz CTS); (5) as palavras-chave (os temas de interesse em CTS) e (6) as referências utilizadas na tese (onde estudam aqueles que fazem CTS). Enquanto era atualizado o banco de teses de doutorado no Brasil, que alcançou 113 teses até 2021, buscou-se por teses em outros 22 países que compõem a Ibero-América por meio da consulta a especialistas de cada país, repositórios de documentos eletrônicos e *sites* de universidades.

Como resultado parcial, foram encontradas 203 teses, sendo 113 brasileiras; 6 na Argentina; 19 da Colômbia; 36 na Espanha; 2 no México; 24 em Portugal e 3 em Cuba. Até o momento não identificamos teses sobre Ensino CTS nos demais 16 países iberoamericanos.

Como comentamos anteriormente, a pesquisa apresentou obstáculos importantes como, por exemplo:

- Foram contabilizadas teses de doutorado que estão disponibilizadas na *World Wide Web*.
- O fato de alguns países possuírem um repositório central de publicações acadêmicas, enquanto em outros a busca precisou ser realizada em *sites* de cada universidade. É possível que existam publicações em universidades não visitadas.
- Alguns sites de universidade reúnem diferentes documentos. Em uma universidade, ao usar o buscador CTS, foram encontrados 2.944 arquivos que incluíam teses de doutorado, dissertações, trabalhos de conclusão de curso de graduação, artigos, relatórios técnicos etc.
- Há diferenças importantes na estrutura dos textos de tese em cada país. Alguns textos não apresentam palavras-chave, enquanto outros não identificam os nomes dos participantes da banca de avaliação e suas instituições de vínculo.
- Há um problema recorrente que é a padronização das informações apresentadas nas referências bibliográficas. Dentro do mesmo país, encontramos, por exemplo, a mesma obra escrita de diferentes formas, o nome dos autores grafados de forma distintas, o



que obriga a um exercício artesanal de padronização das informações quando estas são passadas para as planilhas de *Excel*, antes de serem levadas aos softwares de ARS.

Os próximos passos são a (1) apresentação das listas de teses por países iberoamericanos a especialistas locais para que validem a lista e (2) possam indicar trabalhos ainda não identificados, buscando alcançar o maior número possível de títulos; (3) transpor os dados de cada uma das teses para as planilhas e gerar os dados de frequências e de redes sociais que permitam melhor entender o perfil do Ensino CTS na Ibero-América.

Ao final, espera-se contribuir com a comunidade de Ensino CTS identificando quem faz CTS e onde faz, onde estudam aqueles que fazem CTS e que temas são prevalentes e relevantes na comunidade de Ensino CTS. Para atingir tal intento, lançaremos mão da Análise de Redes Sociais (ARS) e todas as ilações provenientes dessa análise. Os dados permitirão que a Comunidade conheça o perfil e possa fazer gestão do conhecimento da área.

Nos parágrafos que se seguem, buscaremos realçar a importância que as palavras-chave demonstram para este estudo.

## As palavras-chave nas Redes Sociais

Nesta seção, apresentaremos a relevância que as palavras-chave demonstram para esta pesquisa. Desde já, aclaramos que foram encontradas no panorama da Ibero-América um total de 675 termos nas teses que atendem ao objeto de pesquisa e que formam parte de nosso *corpus* documental. Esclarecemos que em algumas teses não encontramos palavras-chave, a saber as da Espanha e de Cuba. Em outros grupos (ou países) somente algumas apresentavam palavras-chave, como Colômbia, México e Portugal.

A relevância dos estudos que examinam as palavras-chave merece nossa atenção, uma vez que, como sinalizam Miguéis *et al.* (2013), a investigação sobre a importância e características das palavras-chave têm incidido sobre várias facetas, como o da eficiência na recuperação da informação; a utilização para a extração automática por distintas metodologias e algoritmos. Conforme os autores,

Reconhecer a importância das palavras-chave na representação e recuperação de informação é uma forma de promover o autodepósito e estimular o completo preenchimento dos metadados dos documentos depositados; e contribuir para uma maior visibilidade, probabilidade de aumento de citações, e maior impacto da produção científica dos autores depositantes e da própria instituição (Miguéis *et al.*, 2013: 2).

No entanto, no âmbito deste trabalho, nos deparamos com certas dificuldades, já que não há um vocabulário controlado na Área de Ensino, na qual se concentra esta pesquisa (Lopes, 2002).

Realizadas estas ponderações, realçamos que o nosso entendimento atinente à noção de palavras-chave concorda com a de Miguéis *et al.* (2013), ao esclarecerem que o uso das mesmas





potencializa o acesso ao conteúdo dos documentos, para além da informação presente no título e resumo; traduz o pensamento dos autores e das autoras, e providencia o contato com a realidade da prática quotidiana ligada à evolução científica e tecnológica, que se destacam nos documentos.

Esclarecemos que o estudo de palavras-chave num determinado campo de investigação pode melhorar a compreensão da lógica sob a qual a mesma funciona. Sendo assim, o *Grupo CTS e Educação*, do CEFET/RJ, tem envidado esforços para alcançar tal melhora, na Área do Ensino e da Educação, como podemos verificar em distintos trabalhos abarcando artigos, teses e dissertações (Paes, 2016; Melo; Albuquerque; Chrispino, 2017; Melo, 2017; Toledo, 2017; Oliveira *et al.*, 2019; Ricardo, 2021).

Nesta ocasião, destacamos o potencial da utilização de palavras-chave para a compreensão da temática sobre a qual se debruça este estudo e cremos que assim ampliaremos a visão sobre esses termos nas áreas de Ensino e Educação que apresentam como pano de fundo a Abordagem CTS. Nos próximos parágrafos, elucidaremos o processo de normatização das palavras-chave.

Interessa-nos ressaltar que, para a elaboração da rede geral das palavras-chave, foi efetivada a tradução para a Língua Portuguesa, quando necessário, e a uniformização dos termos (palavras-chave), como nos sugere Oliveira (2020). Um exemplo de uniformização pode ser observado no quadro a seguir.

Quadro 1: Exemplo de normatização de palavras-chave.

Palavras-chave originais	Palavras-chave substituídas por sinónimos
ENFOQUE CTS	ABORDAGEM CTS
ENFOQUE CTS/CTSA	
PERSPECTIVA CTS	
APRENDIZAGEM DA C&T.	
ABORDAGEM CTS	
MODELAGEM NA PERSPECTIVA CTS.	FORMAÇÃO DE PROFESSORES
FORMAÇÃO DE PROFESSORES	
FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA	
FORMAÇÃO INICIAL	
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES	

Fonte: Autoria própria (2024).

Como é possível depreender do Quadro 1, o exemplo de grupo de palavras-chave originais da coluna da esquerda se degenerou em uma só palavra-chave sinônima da direita. Feita a normatização do conjunto de palavras-chave e contando os termos diferentes entre si, chegamos a um total de 378 termos.



Após o caminho percorrido até aqui, catalogamos as palavra-chave – normatizadas e traduzidas – para em uma planilha do *Excel* e, em seguida, usamos o programa *NodeXL*<sup>4</sup> para gerarmos as centralidades que atendem o objetivo deste estudo. Nesse sentido, utilizamos o *NodeXL* para calcularmos as medidas de centralidade e elaborarmos o grafo desta investigação. Realizadas essas considerações, na próxima seção, efetuaremos uma discussão sobre os resultados desta pesquisa.

## Resultados e sua discussão

A partir da organização das palavras-chave no programa supracitado, geramos um grafo, como mostra a figura abaixo.

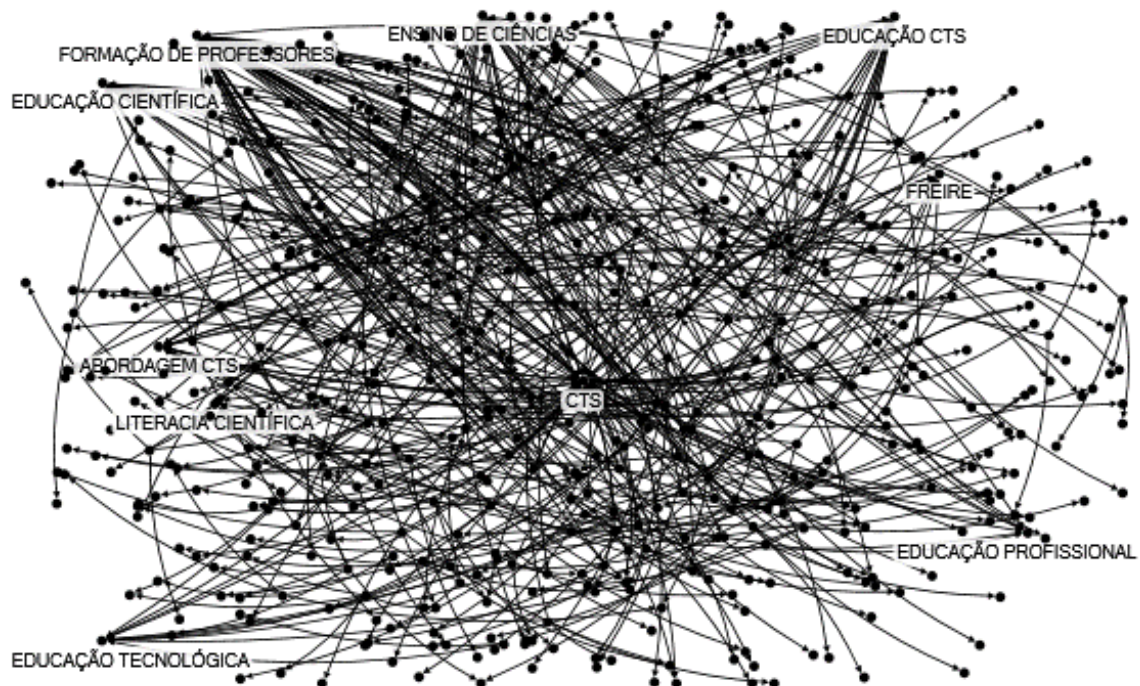


Figura 1: Grafo correspondentes às primeiras 10 palavras-chave.

No grafo acima, é possível observar de que modo as palavras-chave relacionam-se entre elas. Os termos em destaque correspondem às 10 palavras-chave que apresentam maior grau de entrada, isto é, aquelas que têm maior conexão com outros vértices. De outro modo, como nos

<sup>4</sup> Este programa pode ser baixado gratuitamente e mediante registro no sítio <https://www.nodexlgraphgallery.org/>. Acesso em: 07 de março de 2024.



informam Brandão *et al.* (2018), a medida de centralidade de grau de entrada sinaliza quantas arestas se conectam a um vértice da rede. Desta feita, entendemos que as palavras-chave que aparecem em realce no grafo da Figura 1, demonstram mais relações com as demais palavra-chave.

Note-se, ainda, que o termo “CTS” assume papel central no grafo, com os demais termos “orbitando” em trono dele. Toledo (2017) frisa que o núcleo “CTS” é rodeado por uma miríade de palavras que de forma metafórica estão orbitando “CTS”. Esse tipo de rede de palavras-chave é denominada “Orbital”, uma definição cunhada pelo *Grupo CTS e Educação*, do CEFET/RJ (Toledo *et al.*, 2016). Para esse grupo, a rede de palavras-chave gira ao redor de um núcleo, que geralmente é o tema da investigação (Toledo, 2017).

Ademais da centralidade de grau, podemos apreciar as centralidade de proximidade e de intermediação, como mostra o quadro que se segue.

Quadro 2: Valores das medidas de centralidade.

Palavra-chave	Centralidade de grau	Centralidade de proximidade	Centralidade de intermediação
CTS	51	0,001	104277,706
FORMAÇÃO DE PROFESSORES	46	0,001	85204,079
ENSINO DE CIÊNCIAS	26	0,001	40362,692
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	18	0,001	31409,721
EDUCAÇÃO CTS	17	0,001	27119,936
ABORDAGEM CTS	16	0,001	27445,529
EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA	10	0,000	11197,058
FREIRE	8	0,000	13940,591
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL	7	0,000	6517,462
LITERACIA CIENTÍFICA	6	0,000	12891,838

Fonte: Autoria própria (2024).

Uma análise do quadro logo acima possibilite-nos concluir que as palavras-chave com as maiores medidas de centralidade são “CTS”, “FORMAÇÃO DE PROFESSORES” e “ENSINO DE CIÊNCIAS”. Depreende-se, pois, que tais palavras efetuam uma maior influência destas com as demais que participam da rede, bem como o poder de que as mesmas têm de se relacionar com teses diferentes. Quanto ao primeiro termo, já se era esperado, uma vez que o mesmo era objeto da presente investigação.

Cabe-nos mencionar que aquelas três palavras-chave também aparecem como as mais citadas (alto grau de entrada) nos trabalhos desenvolvidos pelo *Grupo CTS e Educação*, a saber, nos trabalhos de Ricardo (2021), Oliveira (2020) e Toledo (2017). Palavras-chave com alta



centralidade de grau sugerem que, para a comunidade, esses temas são relevantes e, por isso, merecem ser pesquisados, podendo ser classificados como temas mais prestigiados. No outro extremo, palavras-chave pouco citadas podem indicar alta especialidade temática ou baixo interesse da comunidade pelo tema.

As palavras-chaves com centralidade de proximidade 0,001 indicam que estas possuem maior capacidade de relação com as demais palavras-chave da rede. Pode-se dizer que elas tem grande comunicação com as demais.

As palavras-chaves com centralidade de intermediação alta indicam sua capacidade de “fazer pontes” entre as demais palavras-chaves que se encontram nos extremos da rede em análise.

Pode-se observar também que as palavras-chave listadas estabelecem, em maior ou menor intensidade, uma relação com o tema central, sendo essa relação a nível de estimular o exercício de se posicionar criticamente diante de processos decisórios que envolvam Ciência e Tecnologia (“EDUCAÇÃO CIENTÍFICA”; “EDUCAÇÃO CTS”; “ABORDAGEM CTS”; “EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA”; “ENSINO DE CIÊNCIAS”; “LITERACIA CIENTÍFICA”); seja vinculada ao fomento da formação continuada ou inicial de professores (“FORMAÇÃO DE PROFESSORES”); ou com a aproximação entre CTS e os pressupostos freireanos (“FREIRE”).

Aqui, interessa-nos ressaltar que temos o pensamento alinhado com Ricardo (2021), ao refletir que o estudo das palavras-chave pelo viés quantitativo, por si só, não é suficiente para analisarmos acuradamente a influência das mesmas, junto à temática CTS levada a cabo nesta pesquisa. No entanto, nos permite indicar um caminho sobre os descritores que apresentam maiores destaques em relação à temática central. Na próxima seção, trataremos das possíveis relações que podemos derivar a partir deste estudo.

## Considerações parciais

A presente pesquisa teve por objetivo traçar um panorama geral de um estudo preliminar de mais amplo efetado no âmbito de uma tese de doutoramento. Tal estudo tem enfrentado algumas dificuldades como fora exposto anteriormente. Essas dificuldades, as quais também chamamos de restrições de pesquisa, surgiram principalmente quando da coleta de dados, e envolve essencialmente a identificação de teses doutorais em Ciência, Tecnologia e Sociedade com desdobramentos sobre Educação e Ensino nos países iberoamericanos. No total, conseguimos identificar 203 teses publicadas entre 1993 a 2021, buscando aquelas que estão disponíveis na *World Wide Web*. Ao todo visitamos remotamente 363 instituições dentre os países da Ibero-América. Nesse sentido, viemos solicitar à comunidade que produz CTS um auxílio para encontrarmos as teses de doutorado que obedecem nosso objeto de pesquisa.

Importa-nos frisar que esta investigação deu continuidade ao processo de mapeamento da Área CTS em Ensino e Educação, via análise de redes sociais, iniciado por Chrispino *et al.* (2013), seguido por Melo *et al.* (2016), Toledo (2017), Melo (2017), Albuquerque (2018), Böck (2018), Oliveira (2020), Ricardo (2021), entre outros.



Neste estudo restringimo-nos a efetivar um exame das palavras-chave apresentadas nas teses que obtivemos. Cabe-nos assinalar que nem todas as teses demonstraram tais termos. Ressaltamos que, no total, ficamos com 675 palavras, sendo 378 diferentes entre si. Essas palavras foram, quando preciso, traduzidas para a Língua Portuguesa e sujeitas ao processo de normatização, como fora comentado.

Os dados obtidos nesse estudo foram interpretados à luz da Análise de Redes Sociais (ARS). Nele, catalogamos manualmente numa planilha de *Excel* as palavras-chave e geramos um grafo por meio do *NodeXL*. Do total de termos planilhados realizamos um estudo levando em conta algumas medidas a que chamamos de centralidades, sendo, para este trabalho, tomadas para apreciação, as centralidades conhecidas como centralidades de grau, proximidade e intermediação.

No escopo deste trabalho, ponderamos sobre as 10 palavras-chaves com os maiores valores de centralidades no panorama iberoamericano, quais sejam: “CTS”; “FORMAÇÃO DE PROFESSORES”; “ENSINO DE CIÊNCIAS”; “EDUCAÇÃO CIENTÍFICA”; “EDUCAÇÃO CTS”; “ABORDAGEM CTS”; “EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA”; “FREIRE”; “EDUCAÇÃO PROFISSIONAL”; e “LITERACIA CIENTÍFICA”. É possível considerar que essas palavras mantêm um forte vínculo com o que tem sido produzido sobre a tríade CTS, matendo com este uma relação colateral por meio de temáticas características do Enfoque CTS, como a formação para a cidadania, fomento ao pensamento crítico, aproximação entre Freire e CTS, letramento científico, formação inicial e continuada de professores, entre outros.

Interessa-nos mencionar que os termos acima também estão patentes em estudos realizados no Brasil pelo Grupo *CTS e Educação*, do CEFET/RJ, e são encontradas nos trabalhos de Toledo (2017), Oliveira (2020) e Ricardo (2021). Assim, ponderamos sobre a relevância que tais palavras-chave sugerem para os temas de pesquisa sob a égide CTS.

Por fim, consideramos importante a ampliação do repertório de teses de doutorado CTS em Ensino e Educação para, com isso, alcançarmos uma visão mais profunda da Área CTS no âmbito iberoamericano. Entendemos que isso pode melhorar o nosso entendimento para tomarmos medidas eficazes para intervenções didático-pedagógicas desde a Educação Básica à Educação Superior. Vislumbramos, ainda, ações que devem ser tomadas e que são potentes para aperfeiçoamento das formações inicial e continuada de docentes.

## Contribuições dos autores

Conceptualização: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Metodologia: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Software: *NodeXL*; Validação: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Análise formal: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Investigação: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Recursos: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Curadoria de dados: Rafael Schepper Gonçalves; Escrita - Esboço original: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Escrita - Revisão & Edição: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Visualização: Rafael Schepper Gonçalves e Alvaro Chrispino; Supervisão: Alvaro Chrispino; Gestão do projeto: Alvaro Chrispino; Captação de financiamento: Alvaro Chrispino.



## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, e pela Bolsa de produtividade em Educação/CNPq proc. 307626/2021-0.

## Referências

- Acevedo-Díaz, J. A., Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, 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.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Albuquerque, M. B. (2018). *O Perfil dos Estudos Brasileiros sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade baseado nas Publicações Nacionais da Área de Ensino de Ciências* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científico-tecnológica para quê? *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 22-134.
- Barbosa, D. A. B. L., Avelino, L. D., Souza, R. F., Oliveira, C. C. G. F., & Justel, C. (2011). Medidas de centralidade e detecção de comunidades em rede de co-autoria. *In.: III Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, Ubatuba.
- Bennassar-Roig, A., Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., & García-Carmona, A. (2011). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). *Documento n° 5*, 5-242.
- Böck, B. S. (2018). *A tecnologia na abordagem CTS: uma análise comparativa em dois periódicos internacionais de estudos de CT e brasileiros na área de ensino* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Borba, E. M. (2013). *Medidas de Centralidade em Grafos e Aplicações em redes de dados* (Master dissertation, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre).
- Brandão, J. B., Bouzon, J. D., Santos, T. C., Pereira, V., & Chrispino, A. (2018). Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 14(30), 59-76.
- Chrispino, A., Silva, M. A. F. B., Melo, T. B., & Albuquerque, M. B. (2017). Do resultado da pesquisa às ações de intervenção na prática escolar: a contribuição de um grupo de pesquisa CTS. *Da Investigação às Práticas*, 7(2), 91-115.
- Chrispino, A., Lima, L. S., Albuquerque, M., Freitas, A. C. C., & Silva, M. A. F. B. (2013). A Área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? *Ciência & Educação (Bauru)*, 19(2), 455-479.
- Chrispino, A. (2017). *Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino*. OEI. Madrid: Espanha.
- Creswell, J W. (2010). *Projeto De Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto*, Porto Alegre: Artmed.



- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215-239.
- Freeman, L. C. (1996). Some antecedents of social network analysis. *Connections*, 19(1), 39-42.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Editora Atlas, São Paulo.
- Gonçalves, R. S., & Menezes, P. H. D. (2013). Educação em ciências balizada pelo enfoque CTS: perspectivas e possibilidades para o ensino de ciências da escola básica. *Atas IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Águas de Lindóia*.
- Gonçalves, R. G., Menezes, P. H. D., Santos, A. B., Vázquez-Alonso, Á., & Miranda Filho, W. R. (2021). Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações de interdependência e qualidade de vida relativas à ciência e à tecnologia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(46), 219-246.
- Gonçalves, R. S. (2014). *Projetos temáticos e enfoque CTS na educação básica: Caracterização dos trabalhos apresentados por autores brasileiros, espanhóis e portugueses nos seminários Ibero-Americanos de CTS* (Master dissertation, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Itajubá. Itajubá).
- Gonçalves, R. S., & Silva, L. F. (2017). Abordaje temático a partir del enfoque CTS en la educación básica: caracterización de trabajos presentados por autores brasileños, españoles y portugueses en los Seminarios Iberoamericanos CTS. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 12(34), 223-249.
- Higgins, S. S., & Ribeiro, A. C. (2018). *Análise de Redes em Ciências Sociais*. Brasília: Enap.
- Lopes, I.L. (2002). Uso das Linguagens Controlada e Natural em Bases de Dados: Revisão da literatura. *Ciência da Informação*, 31(1), 41-52.
- Matheus, R. F., & Silva, A. B. D. O. (2006). Análise de redes sociais como método para a Ciência da Informação. *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, 7(2),1-15.
- Melo, T. B., Albuquerque, M. B., & Chrispino, A. (2017). Ensino CTS No Brasil e CTS Na Ibero-América : Identificação De Áreas De Interesse por Meio de Redes Sociais. *Enseñanza de las Ciencias*, v.(especial), 4727-4732.
- Melo, T. B. (2017). *CTS na Ibero-América e Ensino CTS no Brasil: Convergências e Divergências numa Análise da Produção Científica* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Melo, T. B., Pontes, F. C. C., Albuquerque, M. B., Silva, M. A. F. B., & Chrispino, A. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em ensino. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3).
- Miguéis, A., Neves, B., Silva, A. L., Trindade, Á., & Barbardes, 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.
- Oliveira, C. C. G. F., Chrispino, A., Freitas, T. S., Aguiar, J. S., & Guerra, A. (2020). La investigación en la educación científica en las áreas CTS y HFC: una revisión sobre las publicaciones de la revista Enseñanza de Ciencias entre los años 2004 y 2015. In.: *VII Seminario Iberoamericano CTS*, Valência.
- Oliveira, C. C. G. F., Ricardo, J. D. 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(2), 197-209.



- 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* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Paes, B. (2016). *O estudo da abordagem CTS no Scielo.org por meio de Redes* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Ricardo, J. D. 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* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77.
- Sasseron, L.H. (2008). *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Universidade de São Paulo. São Paulo).
- Silva, M. A. F. B. (2018). *Estudos sociais da ciência e tecnologia: a construção social de uma disciplina e os efeitos de sua aplicação* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).
- Toledo, C. E .R., Albuquerque, M. B., Chrispino, A., & Böck, B. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma Análise de Rede sobre as Teses publicadas no Brasil. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1367-1383.
- Toledo, C. E. R. (2017). *Perfil dos Estudos CTS no Brasil a partir das Teses Publicadas nas Áreas de Ensino e Educação* (Doctoral dissertation, Tese (doutorado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro).