



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

Um Olhar sobre Controvérsias nas Publicações Nacionais de Ensino CTS pela Análise de Redes Sociais

A View at the Controversy Theme in STS Teaching through Social Networks in National Publications

Thiago Brañas de Melo^a; Daniel Figueira de Aquino^a; Luis Gustavo Magro Dionysio^b; Nelson Luiz de Andrade Lima^c; Cristiano da Silva Vidal^d; Alvaro Chrispino^a

^a Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro/, Brasil – thiagobranas@gmail.com, dannkau2@gmail.com, alvarochrispino@gmail.com

^b Instituto Nacional de Educação de Surdos, Rio de Janeiro, Brasil - lugum@yahoo.com.br

^c Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil – nelson_lima@hotmail.com

^d Secretaria de Estado de Educação, Rio de Janeiro, Brasil – vidalman171@gmail.com

Palavras-chave:

CTS. Controvérsias.
Questões
sociocientíficas. Análise
de redes sociais.

Resumo: O artigo resulta de busca sobre o tema controvérsia, utilizando-se como buscadores as palavras: “Controvérsia”, “Controvérsia Controlada”, e variações (“Controvérsias Sociocientíficas”, “Questões Sociocientíficas”), a partir do banco de dados do grupo de pesquisa CTS e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ), que contém 375 artigos nacionais publicados entre os anos 1996 e 2018 em periódicos qualificados sobre CTS na área de Ensino. O objetivo foi relacionar os artigos que abordassem a temática e analisar as redes sociais formadas pelos parâmetros bibliográficos selecionados (autores, instituições, palavras-chave e referências mais citadas). Com um total de 34 artigos selecionados, utilizando o software Pajek, foi possível a construção de uma rede de palavras-chave, onde observamos forte relação da controvérsia com CTS e ensino de ciências, além da obtenção de métricas referentes à entrada de instituições e de autores nos trabalhos levantados, onde observamos certos autores como articuladores da comunicação entre diferentes instituições de pesquisa.

Keywords:

STS. Controversies.
Socioscientific issues.
Social networking
analysis.

Abstract: The article is the result of a search on the subject of controversy, using as search engine the words: “Controversy”, “Controlled Controversy”, and variations (“Socioscientific Controversy”, “Socioscientific Issues”), from the STS and education research group's database from *Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca* (CEFET-RJ), which contains 375 national articles published between 1996 and 2018 in qualified journals in the area of Teaching. The objective was to list the articles that addressed the theme and analyze the social networks formed by the selected bibliographic parameters (authors, institutions and keywords). With a total of 34 articles selected, using the Pajek software, it was possible to build a network of keywords, where we observed a strong relationship between the controversy with STS and science teaching, in addition to obtaining metrics regarding the entry of institutions and authors in the studies raised, where we observed certain authors as articulators of communication between different research institutions.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

A Ciência ostenta uma posição de prestígio na sociedade. Pessoas ligadas a ela ou não, muitas vezes a encaram como propulsora do desenvolvimento tecnológico e que este está associado diretamente aos avanços nas áreas de saúde, construção civil, automação de processos, transporte, entre outros, ou seja, está sempre relacionada ao bem estar social. Esse status social de prestígio resume-se a um chamado modelo linear de desenvolvimento onde + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social (LINSINGEN et al., 2003). Essa equação reflete uma visão simplória acerca da ciência e da tecnologia em que elas acabam gerando resultados sempre benéficos. Assim, ciência e tecnologia são postas de como autônomas às interferências socioculturais, num determinismo característico de uma perspectiva salvacionista.

Não é incomum observar pessoas de diferentes níveis educacionais apresentarem uma visão ingênua sobre a produção científica e tecnológica (BENNÁSSAR et al., 2010) enxergando que estas estão a parte de decisões políticas, econômicas e sociais. Ainda há um imaginário de que essas produções ocorrem sem intencionalidades que não sejam aquelas movidas apenas pela evolução natural dos estudos de pessoas envolvidas na área e a busca de soluções para problemas da sociedade. Essa visão reforça a ideia de Ciência como entidade neutra e inquestionável, uma vez que, ela não é apresentada como uma área acessível a todos. Parte disso se dá pela maneira como os assuntos científicos são tratados, especialmente na educação básica através da exposição de conteúdos extensos e com pouco tempo para reflexão, priorizando-se a reprodução de técnicas de resolução de exercícios.

Durante os anos finais da década de 1950, uma série de fatos de grande repercussão relacionados com a ciência e tecnologia trouxeram à tona a necessidade de um olhar político e crítico sobre ciência e tecnologia. Partindo dessa necessidade, houve durante os anos 1960 e 1970 uma revisão do modelo linear de desenvolvimento, é nesse contexto em que surgem os estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (CUTCLIFFE, 2003).

CTS visa, a partir de estudos sistemáticos sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, problematizar questões a respeito da integração desses três atores e com isso discutir a influência de um sobre o outro. Pretende-se assim, que a ciência e a tecnologia passem a ser entendidas como objetos socialmente construídos. Esse entendimento também deve refletir no campo educacional fornecendo subsídios para um ensino crítico de ciência que venha a favorecer a participação social nos processos de tomada de decisões.

Desde a perspectiva da dimensão cognitiva atitudinal, a educação CTS pretende também uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia em seu contexto social, incidindo nas inter-relações entre os desenvolvimentos científico e tecnológico e os processos sociais. Assim, os estudantes deverão adquirir durante sua escolarização algumas capacidades para ajudá-los a interpretar, pelo menos de forma geral, questões controversas relacionadas com os impactos sociais da ciência e da tecnologia e com a qualidade das condições de vida de uma sociedade cada vez mais

impregnada de ciência e, sobretudo, de tecnologia. (CHRISPINO et al., 2013, p. 470)

Os documentos oficiais como o Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) nortearam os currículos científicos buscando um caminho crítico e reflexivo, sendo a educação CTS um dos caminhos para alcançar as metas estabelecidas, como indicam Strieder et al. (2016):

[...] no PCN+, identificamos uma clara indicação das inter-relações CTS quando caracteriza as disciplinas das CN como componentes de uma mesma área do conhecimento por terem como objeto de estudo comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos. Associado a isso, o documento ressalta que as disciplinas da área compõem a cultura científico-tecnológica, reconhecida como fruto de uma construção histórica que sofre influências econômicas e sociais. (STRIEDER et al., 2016, p. 92)

A discussão de questões sociocientíficas controversas, especialmente, pela aplicação de técnicas, como a da Controvérsia Controlada (CHRISPINO, 2017), é uma estratégia que pode contribuir para que esses objetivos sejam alcançados, já que prima pelo debate e avalia alguns posicionamentos dos debatedores, ou seja, oportuniza ao estudante olhar uma determinada situação por vários ângulos¹.

Espera-se com isso que o discente faça uma análise cada vez mais crítica das situações abordadas, já que ele terá liberdade para se posicionar e se reposicionar de acordo com o andamento do debate. Pretende-se, assim, potencializar a aquisição do conhecimento, posicionar o estudante em seu papel social e desconstruir a crença de que há sempre uma solução mágica, simples e definitiva da Ciência para situações complexas.

Tendo isso em mente, buscamos a realização de um mapeamento e levantamento das relações estabelecidas entre as pesquisas que abordam a controvérsia dentro de uma perspectiva CTS no Brasil. Essa análise foi realizada a partir do banco de dados do grupo CTS e Educação, do CEFET-RJ, onde estão abrigados 375 artigos publicados em 32 periódicos qualificados da Área de Ensino entre os anos de 1996 e 2018, seguindo o caminho de outros trabalhos que também se utilizaram do banco de dados para estudar, por exemplo, a representação do ensino de biologia em CTS (ROCHA et al., 2017), do ensino de química em CTS (BOUZON et al., 2018), a interdisciplinaridade em CTS (LIMA et al., 2018), dentre outros. Depois desse levantamento, uma catalogação foi feita utilizando termos chaves e em seguida uma análise em Redes Sociais de modo a compreender como as Controvérsias estão inseridas e as relações que elas estabelecem dentro das publicações de Ensino CTS do Brasil.

¹ Importante salientar que neste artigo não tratamos de uma técnica ou metodologia específica, como os Casos Simulados propostos por Martín Gordillo e Osorio (2003), mas de um conjunto de iniciativa que se aproximam por buscar uma melhor participação dos cidadãos em formação no mundo atual repleto de questões sociocientíficas controversas.

Revisão teórica

CTS emerge da insatisfação de parte da comunidade científica com a visão tradicional da ciência e da tecnologia e seus respectivos impactos na sociedade. Para Linsingen, Pereira e Bazzo (2003) essa visão tradicional apoiada no pensamento positivista levou a uma concepção clássica linear acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesta visão clássica a ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente a verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdade e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos. Analogamente, só é possível que a tecnologia possa atuar como cadeia transmissora na melhoria social se a sua autonomia for inteiramente respeitada, se a sociedade for preterida para o atendimento de um critério interno de eficácia técnica. Ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica de conquista cognitiva e material da natureza. Essa visão tradicional apoiada no pensamento positivista levou a uma concepção clássica linear acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. (LINSINGEN et al., 2003, p. 121).

Em contrapartida à visão clássica da ciência, o entendimento das relações CTS envolve posicionar um olhar crítico no papel da ciência e da tecnologia na sociedade compreendendo ambas como atividades desprovidas de neutralidade e socialmente engajadas. Pensar nos estudos CTS é colocar em pauta discussões acerca dos impactos da produção científica e tecnológica no contexto social, buscando meios de promoção da participação social na tomada de decisões, não as deixando somente no poder dos tecnocratas ou dos que entendem ciência e tecnologia como entidades neutras e desprovidas dos mais diversos valores e interesses (CHRISPINO et al., 2013).

Ao levarmos os estudos CTS para o campo da educação, é importante realçar o seu entendimento para além de uma técnica didático-pedagógica ou adição de novos conteúdos.

Para nós, CTS é muito mais que novos conteúdos agregados aos currículos. É um posicionamento epistemológico, que trata a ciência e a tecnologia como um construto social fundamentado em aspectos humanos como prioridade maior. Como abordagem crítica, exige, sim, atitudes diferenciadas diante do ensino, da aprendizagem e das questões que envolvem a tecnologia e o desenvolvimento humano (BAZZO et al., 2014, p. 18).

A inserção de CTS no currículo escolar busca a promoção da alfabetização científica e tecnológica, ao promover a motivação da busca, análise e crítica de informações relevantes relacionadas a ciência e tecnologia por parte dos estudantes. Assim, podemos afirmar que a adoção de uma educação CTS rompe com a tradição de práticas que reforçam a aprendizagem por memorização de informações, repletas de dados e muitas vezes descontextualizadas e promove uma série de ações visando à formação tecnocientífica mais crítica do cidadão. Dessa forma, o desenvolvimento do ensino de ciências pode contemplar diversos aspectos das ciências naturais permitindo uma melhor concepção e compreensão das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade.

Dentro da perspectiva de aumento da autonomia dos indivíduos para o debate sobre conceitos de ciência, tecnologia, sociedade, se encontra a prerrogativa da inclusão da área de educação de valores. Por meio de seu desenvolvimento, os atores sociais podem avaliar o quanto ponderam os diversos conhecimentos em suas tomadas de decisões, sejam eles culturais, sociais, científicos ou tecnológicos.

Chrispino (2013) ressalta que as controvérsias devem considerar estrategicamente os exercícios de antecipação, de escolhas e de decisão, a saber:

1. O exercício de antecipação tira o efeito surpresa do ato gerador de conflito tecnocientífico. Ao exercitar o que poderá acontecer, os estudantes tenderão a encarar o fato antecipado com maior racionalidade.

2. Antecipada a possibilidade, eles devem simular os possíveis comportamentos e alternativas viáveis para a intervenção crítica. A construção de cenários futuros permite ao estudante simular as possíveis alternativas para os diversos atores envolvidos em um exercício de simulação.

3. E, por fim, após exercitar a antecipação e a simulação, eles elaboram as possíveis alternativas para cada um dos cenários, antecipando o impacto de cada uma das consequências para os diversos atores sociais envolvidos. Aqui, eles realizam o exercício de escolhas.

Segundo Gordillo et al. (2006), as capacidades de valorização e de participação se mostram como de grande importância para a prática dos atos de cidadania. O primeiro pelo fato de que bens e ações possuem e incorporam valores e, o segundo, porque o manejo e a solução dos problemas que afligem os cidadãos demandam uma atuação mais proativa que esteja associada ao processo de tomada de decisão. Isso está em consonância com Osório (2018), quando a autora pontua que “a melhor definição de cidadania é aquela que a apresenta na condição de status do indivíduo, que traz em seu bojo uma carga não somente de direitos, mas também de deveres ao cidadão” (p. 45).

Neste contexto, acredita-se que seja possível desenvolver um conjunto de competências e capacidades que possibilitará os sujeitos emitirem opiniões, de modo a poder diferenciar, em cada situação, aquelas que se mostrem mais adequadas, fundamentadas e consonantes com as suas necessidades. Desta forma, torna-se possível a constituição de espaços em que haja uma melhor coexistência, onde as situações de conflito possam ser solucionadas por meio de negociações.

É preciso ressaltar que as controvérsias e a busca por soluções não aparecem somente na rotina social e política, mas também nas aplicações da ciência e tecnologia na sociedade. Há um equívoco em se associar univocamente ciência e tecnologia à convicção e

imparcialidade. Na verdade, incertezas e controvérsias são conceitos que permeiam também as áreas que se supõe estarem imersas na racionalidade.

Não se podem negligenciar as implicações que derivam do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, ainda que os fatores referentes às suas bases, valores, fatos e objetivos sejam delicadamente constituídos por meio da junção de concepções provenientes de ciência, tecnologia, sociedade e valores. Portanto, o aprendizado para a participação dos cidadãos em decisões que envolvam valores se mostra como uma ferramenta essencial para o pleno exercício da cidadania.

A inclusão da discussão de temáticas ditas de natureza controversa no ensino possibilita ao estudante a apreensão dessas temáticas sob a ótica de diferentes perspectivas, ajudando o sujeito a poder se posicionar e se reposicionar quando necessário. Para Campos et al. (2013), ao incluir esse tipo de discussão no espaço escolar, a escola contribuirá para que o estudante desenvolva uma visão mais crítica do mundo. Além disso, esses autores também apontam de que para além da aprendizagem, a discussão de temáticas controversas contribui também para a alfabetização científica e tecnológica e para o desenvolvimento político dos estudantes.

Para Hess (2009), o debate de temas controversos sob diferentes perspectivas está diretamente ligado ao pilar fundamental da democracia. Para a autora, o engajamento nesse debate em que diferentes ideias e pontos de vistas são apresentados fornece ao indivíduo melhor fundamentação do ponto defendido, além de melhor compreensão da defesa de um ponto de vista diferente de seu próprio. Para a autora esse exercício permite criar um alto nível de tolerância política, onde ideias opostas à sua própria não serão atacadas, mas sim ouvidas e discutidas para melhor tomada de decisões.

É também importante pontuar que, para a autora, os debates de temas controversos não devem objetivar centralmente uma mudança das ideias e valores defendidos pelos indivíduos envolvidos. Nessa lógica, a promoção desse tipo de debate vai na direção de incluir diferentes visões sobre as temáticas controversas o que aumenta o nível de tolerância política e serve como ferramenta para o combate a polarização e formação de clusters políticos, que são elementos que empobrecem a argumentação e a tomada de decisões. É a partir dessa linha de pensamento que há a defesa de que a natureza da vida democrática demanda a inclusão de debates de temáticas controversas na esfera social, inclusive no ambiente escolar.

No ensino de ciência, os temas e as questões sociocientíficas vêm exigindo certa atenção por sua natureza controversa que polarizam discussões no âmbito social. Campos et al. (2013) apontam que diversos autores afirmam que a inclusão de discussões de temáticas controversas contribui não somente para o aprendizado, mas também para compreensão da natureza e dos processos da ciência. Além disso, os autores também defendem que o

desenvolvimento cognitivo, social, político, moral e ético dos estudantes também são beneficiados pela adoção desse tipo de discussão em sala de aula.

Num contexto em que muitas aulas de ciências reafirmam a visão inocente da ciência como fenômeno isento de valores e capaz de produzir verdades absolutas, uma aproximação que promova a integração entre conteúdos e metodologias que provoquem a reflexão e entendimento adequado das relações entre ciência, tecnologia e sociedade se faz necessária.

Em contrapartida à importância aferida à inclusão de debates de temas de natureza controversa, essa temática não está fortemente presente nas produções acadêmicas na área de ensino. Ao analisarem os trabalhos que compreendiam o tema Controvérsia no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Sousa e Gehlen (2017) apontam que nos 17 anos observados apenas 1% dos trabalhos traziam essa temática, apesar de ser uma entrada crescente. Nesse sentido, a análise da frequência de entrada da temática nas publicações de ensino em CTS, assim como as relações que ela estabelece dentro dessa perspectiva, torna-se eminente, uma vez que CTS ajuda a compreender os questionamentos presentes nas controvérsias sociocientíficas (PEDRETTI, 1999).

Vemos essa ligação quando mapeamos os trabalhos apresentados nas edições do Seminário Ibero-americano de CTS², evento bianual iniciado em 2000 e organizado atualmente pela Associação Ibero-américa de CTS, e encontramos a “controvérsia” entre as 15 palavras-chave mais próximas a CTS. Assim, parece haver uma diferença na frequência em que esse tema é usado em publicações ibero-americanas e brasileiras.

Postas essas questões, o presente trabalho buscou fazer um levantamento dos trabalhos que englobassem a controvérsia dentro da perspectiva CTS na área de Ensino do Brasil e, a partir dos dados levantados, realizar um mapeamento da produção pela metodologia de Análise de Redes Sociais.

Questões metodológicas

Para mapear a presença do tema Controvérsia nas publicações de CTS, utilizamos um conjunto de 375 artigos nacionais publicados entre os anos de 1996 e 2018. Eles compõem um conjunto de artigos localizados pela busca do acrônimo CTS e outras derivações contendo as palavras “ciência”, “tecnologia” e “sociedade”, estando elas juntas ou separadas no título, resumo ou palavras-chave, em 32 periódicos nacionais indexados pelo Qualis na área de Ensino.

Para a filtragem de artigos que compõem a temática deste trabalho foram utilizados os termos afins a “Controvérsia” e “Questões Sociocientíficas” dentro do banco de dados. Neste

² Levantamento realizado para subsidiar as comemorações de 20 anos do Seminário Ibero-americano de CTS, realizado em novembro de 2020, na Universidade de Valência.

ponto, ressaltamos que oportunamente alguns autores apontam diferenciação entre CTS e Questões Sociocientíficas, mas consideramos que as duas abordagens tratam de forma semelhante seus objetivos quando se trata de casos controversos acerca da ciência e da tecnologia, especialmente quando CTS vai além de pequenas reflexões e alcança uma agenda mais política que visa o pensamento crítico e o desenvolvimento moral e ético dos estudantes (MARTÍNEZ e LOZANO, 2013; ZEIDLER et al., 2005; SADLER, 2009). Atenderam aos critérios, 34 artigos, compreendidos em 14 diferentes periódicos (TABELA 1), publicados entre os anos de 2005 e 2018.

Tabela 1 – Relação entre periódicos e número de artigos filtrados

Periódico	Número de Artigos
Alexandria	3
Ciência & Educação	1
Ciência e Ensino	3
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	4
Ensino de Ciência e Tecnologia em Revista	2
Ensino, Saúde e Ambiente	1
Experiências em Ensino de Ciências	5
Investigações em Ensino de Ciências	3
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	6
Revista Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências	1
Revista Ciências & Ideias	1
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	1
Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica	1
Revista Tecnologia e Sociedade	2

Fonte: os autores

A partir dos dados obtidos por nossa busca, procuramos realizar um mapeamento desses artigos quanto aos anos de publicação, autores e suas instituições de origem, palavras-chave e referencial bibliográfico. Para tanto, optamos por utilizar a Análise por Redes Sociais, por assumir que a ênfase de nosso estudo está nas relações estabelecidas entre os atores sociais que atuam no recorte de nossa pesquisa. Nesse contexto, uma rede social é um conjunto de participantes autônomos que unem ideias em torno de interesses compartilhados (MARTELETO, 2001). Além disso, vale frisar que também adotamos os artigos, as instituições, as palavras-chaves e as referências bibliográficas como atores sociais, pois eles representam, nos desenhos das redes de interações, agendas e interesses por si só (LATOUR, 1994).

Borgatti et al. (2009) apontam que o desenvolvimento de conceitos estruturais que possibilitaram o estudo das relações por meio de redes data das décadas de 1930, 40 e 50. No entanto, a definição de redes sociais ainda está longe de apresentar conceitos unificadores. Como ferramenta analítica, a rede é vista, numa perspectiva matemática, como um grafo, com seus vértices (ou nós) e arestas. Por essa perspectiva, a construção e a análise de Redes

Sociais permitem observar relações que não são facilmente percebidas através da leitura direta de dados coletados.

Sakowski e Tóvolli (2015), em capítulo voltado para educação, utilizam a Análise de Redes Sociais e apresentam diversos exemplos de uso desde a educação básica à pós-graduação. Eles argumentam que a possibilidade de identificar o papel de cada ator, com sua relevância tanto para sustentar e expandir a rede, permite a detecção de ações necessárias para um melhor funcionamento de todo conjunto. Em consonância com esses autores, defendemos que o mapeamento que fazemos não é apenas ilustrativo, ele serve de base para tomadas de decisões futuras no campo de pesquisa CTS.

As construções das redes apresentadas neste trabalho, bem como as métricas das relações nelas estabelecidas, foram obtidas a partir do uso do software Pajek³. O uso deste software além de permitir a visualização das redes também permite o cálculo das medidas de centralidade. Albuquerque (2018) aponta as medidas de centralidade como métricas do vértice que auxiliam na construção do entendimento dos vários papéis dos atores e dos grupos dentro de uma rede. A partir dessas métricas podemos observar nesses atores suas relevâncias enquanto conectores, líderes, pontes, grau de isolamento e posição no núcleo ou na periferia de uma rede. Segundo a autora, as centralidades de grau, de proximidade e de intermediação são as medidas mais consideradas para o mapeamento e análise das publicações pelos parâmetros que escolhemos estudar.

Lima et al. (2018) apresentam a centralidade do grau como aquela que determina a quantidade de ligações de um vértice (ator), o que revela o grau de prestígio que esse vértice tem na rede. Essa centralidade, quando numa rede direcionada, se divide em centralidade do grau de entrada e centralidade do grau de saída (ALBUQUERQUE, 2018). Especificamente, nesta pesquisa, usamos a centralidade do grau de entrada, ao destacar os atores proeminentes da rede na contabilização do número de conexões recebidas pelos mesmos a partir de outros atores, assim o ator com maior centralidade do grau de entrada é o mais popular e, portanto, o mais central. A medida de centralidade de proximidade estima a distância média de um nó aos demais da rede, ou seja, quanto maior for a centralidade de proximidade mais facilmente a informação pode alcançar os demais nós (MELO et al., 2016). E a centralidade de intermediação indica a capacidade de um nó de relacionar-se com diversos grupos, sub-redes, formando caminhos entre eles (BOUZON et al., 2018).

³ As métricas usadas neste artigo estão presentes no *Pajek* na aba *Network* → *Create Vector* → *Centrality*. Uma melhor compreensão das implementações, outras funcionalidades e uso do software é encontrada em De Nooy, Mrvar e Batagelj (2018).

Resultados e discussão

Ao retornar os dados da Tabela 1, que apresenta a distribuição de frequência dos artigos de Controvérsia por periódicos, vemos que, segundo nosso levantamento, apesar das publicações de CTS terem sido publicadas em 32 revistas nacionais, os trabalhos envolvendo Controvérsias estão presentes em 14 delas e, ainda, estão concentradas em 5 dessas: Alexandria; Ciência e Ensino; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Experiências em Ensino de Ciências; e Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. Tomando como exemplo esta última, vemos que o escopo do periódico se alinha com o objetivo crítico e reflexivo da relação entre CTS e Controvérsias, quando afirma que:

Sua missão é divulgar no meio acadêmico as pesquisas (práticas ou teóricas) que tenham como foco a Educação, em especial o processo ensino-aprendizagem, resultante de uma ação reflexiva, crítica e inovadora para a atuação profissional do docente, auxiliando na produção de conhecimentos e de novas estratégias pedagógicas. (RBECT, s.d.)

Da mesma forma, quando acessamos já o primeiro número do periódico Alexandria, em 2008, identificamos que entre seus dez artigos, três deles versavam diretamente sobre CTS ou Controvérsias (CACHAPUZ et al., 2008; SANTOS, 2008; LEVINSON, 2008), além de outros artigos que tangem essas linhas. Não por coincidência, ao analisar o número de artigos por ano, dado pela Figura 1, percebe-se que, na última década (2008-2018), há um aumento considerável envolvendo a temática.

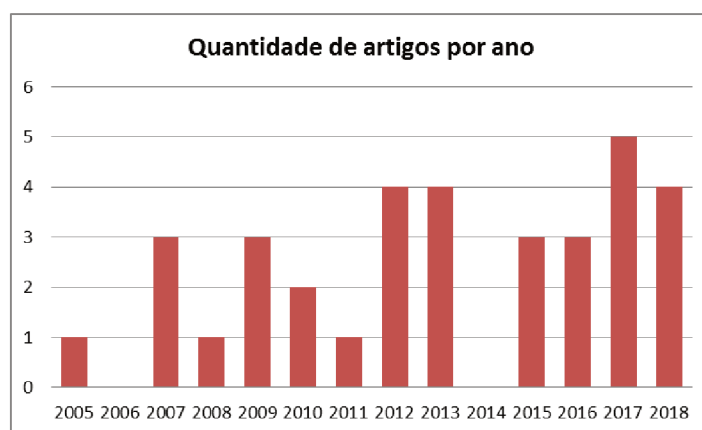


Figura 1 – Distribuição de publicações por ano

Fonte: os autores

Como Lima e Martins (2013), reconhecemos que é pequena a representatividade das pesquisas em CTS e Controvérsias dentro da área de Ensino de Ciência, contudo Sousa e Gehlen (2017), ao realizarem uma análise dos Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC), apontam um crescimento no número desses trabalhos, sobretudo a partir do ano de 2007, sendo 2013 o ano com maior número de trabalhos englobando a temática no evento. Em paralelo, o crescimento da temática no cenário internacional tem como marco relevante a publicação de um número especial de 2012 do periódico Research in Science Education que, entre outros temas, abordou as Questões

Sociocientíficas (LIMA; MARTINS, 2013). Assim, podemos sugerir uma tendência de alta do cenário internacional influenciando as pesquisas realizadas no contexto nacional, mesmo que no cenário nacional essa presença das discussões acerca da Controvérsia se dê de forma mais tímida.

De modo a realizar uma comparação entre as publicações em periódicos e dissertações de mestrado, utilizamos os mesmos buscadores deste trabalho em bancos de dados de dissertações de mestrados profissionais e acadêmicos que aqueles referentes às publicações em periódicos nacionais utilizados neste trabalho. Com nossa busca pudemos levantar sete dissertações de cursos de mestrado profissional, defendidas entre 2002 e 2018, e quatro de mestrados acadêmicos, defendidas entre 1992 e 2016. Essa comparação nos mostra a contribuição dos programas de mestrado profissionais para a temática da controvérsia no Ensino CTS. Além disso, podemos também, com as dissertações, apontar o aparecimento de instituições que não estavam representadas em nosso levantamento inicial, como é o caso do CEFET-RJ e da UFMS.

Voltando a análise para as instituições de vínculo dos autores, projetamos, com os artigos da nossa amostra, uma rede de coautorias onde 25 diferentes instituições atuam, conforme podemos ver na figura 2. Nessa rede é visível seu caráter desconexo, ou seja, as colaborações entre instituições não aparentam ser algo relevante nas publicações que abordam CTS e Controvérsias. Essa especificidade das relações interinstitucionais das publicações fica evidente ao extrair os resultados do Pajek sobre as centralidades de proximidade e de intermediação da rede de coautoria. Apenas Unesp e UFSC apresentam valor não nulo dessas métricas, elas são as únicas instituições que agem como caminho no fluxo de informação, que se traduz em parceria nos trabalhos de CTS e Controvérsias.

Já a centralidade de grau de entrada dos artigos com as instituições nos revela em quantos artigos cada instituição aparece. Esta relação pode ser vista parcialmente na tabela 2, onde estão as quatro instituições com maiores graus de entrada. Como em outras amostras (MELO, 2017; LIMA et al., 2018), as regiões Sul e Sudeste ainda são predominantes nas publicações. Essa inquietação é compartilhada por Araújo-Queiroz et al. (2018), ao estudar a presença de CTS nos programas de pós-graduação fora do eixo Sul-Sudeste, especificamente, na Região Nordeste, como se pode ver no trecho a seguir:

Perguntas sobre onde está CTS no Nordeste, porque a maior concentração de pesquisas ainda é nas regiões no Sul e Sudeste, ou ainda sobre o motivo da falta de referenciais locais que não devem permanecer somente em nossos discursos, pois como vimos essa região possui uma produção em Educação CTS passível de ser utilizada nas pesquisas em ensino. Dessa forma, já é hora de começarmos a utilizar

⁴ Pesquisas realizadas por Camila Cristina Gomes Ferreira de Oliveira (2020) e Jonas da Conceição Ricardo (em andamento) no Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do CEFET/RJ.

como referenciais o desenvolvimento de propostas CTS dos pesquisadores dessa região. (p. 333)

Enfatizamos a necessidade de realização de mais trabalhos com colaborações intra e inter-regionais, pois há uma riqueza no debate das questões locais que devem ser exploradas de forma mais global, como é o caso do único artigo com autores vinculado a uma instituição do Norte do Brasil (UFPA) que foi encontrado com nossos critérios de busca. Nele, Abreu et al. (2016) realizam uma atividade acerca do uso de Agrotóxicos no Estado do Pará. O mesmo artigo, para contextualizar a questão, utiliza-se de uma reportagem que aborda o uso do Agrotóxico no cenário nacional. Pesquisas desse tipo em conjunto com outras regiões do país poderiam contribuir com resultados mais amplos. Um caminho que pode ser vislumbrado é o fomento de formação de professores em programas que tenham docentes com uma história de pesquisas consolidada dentro da linha da Educação CTS, como é o caso da Unesp e da UFSC que já exercem a função de intermediação deste mapeamento.

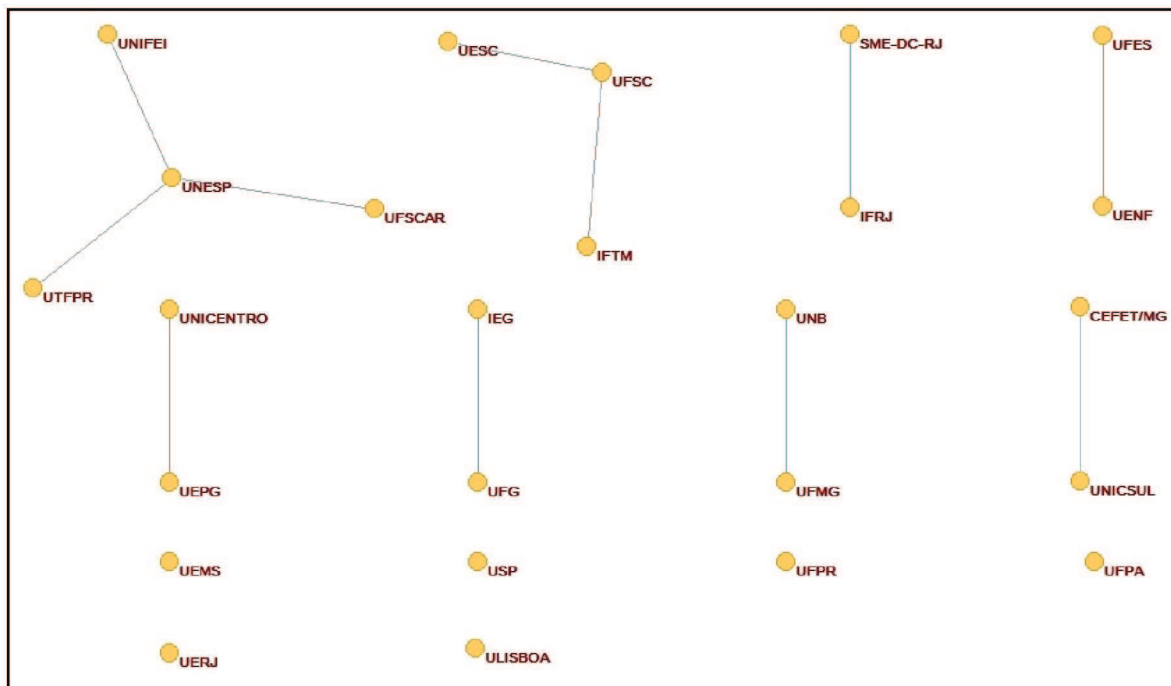


Figura 2 – Rede de colaboração entre instituições

Fonte: os autores

Tabela 2 - Grau de entrada da rede de instituições

Instituição	Grau de entrada
UFSC	5
CEFET/MG	4
UNESP	4
UNICSUL	4

Fonte: os autores

Para maior detalhamento, construímos também a rede de autores dos 34 artigos. Assim como fizemos com a rede de instituições, calculamos o grau de entrada de cada autor e com o auxílio do *Pajek* elaboramos as tabelas 3 e 4 que, respectivamente, trazem a distribuição de frequência de artigos por autor e os quatro autores com maiores graus. A rede de autoria traz 64 diferentes nomes, com a maioria dos autores assinando apenas um artigo.

Tabela 3 - Distribuição de frequência de autores pela quantidade de artigos por autor

Artigos por autor	Número de autores
1	48
2	12
3	1
4	3
Total	64

Fonte: os autores

Tabela 4 - Grau de entrada da rede de autorias

Autores	Grau de entrada
Carmem Lúcia Costa Amaral (UNICSUL)	4
Maria Delourdes Maciel (UNICSUL)	4
Miriam Stassun dos Santos (UNICSUL)	4
Wildson Luiz Pereira dos Santos (UNB)	3

Fonte: os autores

Um aspecto da rede em relação à quantidade de artigos por autor é o trabalho em conjunto das pesquisadoras Carmem Lúcia Costa Amaral, Maria Delourdes Maciel e Miriam Stassun dos Santos. Elas formam uma rede que chamamos, na Análise de Redes Sociais, de clique, isto é, elas estão ligadas entre si por coautorias uma a uma e não possuem mais nenhuma aresta com outro autor além dessas conexões. Os quatro artigos são frutos da pesquisa de doutorado da professora Miriam Stassun dos Santos, sendo as outras duas autoras, docentes do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul, onde a tese foi defendida.

Nesse doutoramento, as autoras desenvolvem algumas atividades envolvendo Controvérsias em aulas de Química. O Ensino de Química também foi uma questão na carreira do professor Wildson Santos, que aparece na listagem junto às professoras como autor que mais contribuiu com a temática. Para Zan et al. (2010), o diferencial da abordagem CTS no Ensino de Química é permitir a ressignificação do conhecimento, especialmente, para alunos que cursam essa disciplina, mas não escolhem uma formação vinculada, pois permite a

conexão entre o conteúdo e suas experiências da “vida real”, ao adequar o saber ao ambiente tecnológico moderno atualmente vivenciado e seus impactos socioambientais. Ratificando a ideia, Solbes e Vilches (1997) concluíram em sua pesquisa que:

(1) os alunos que fizeram um curso que tratava de atividades de CTS no modelo didático têm uma ideia mais contextualizada e realista da ciência, mostrando diferenças significativas em todos os casos em comparação com os alunos que fizeram um curso que não levava esses aspectos em consideração; (2) é possível melhorar a atitude dos alunos e aumentar seu interesse no estudo de física e de química, ao lidar com os aspectos apontados pelos alunos. (p.385, tradução nossa)

O respeito ao contexto do aluno também é enfatizado pelo trabalho de Santos (2008), quando defende a aproximação de CTS a Educação Humanística com viés freiriano, no intuito de decodificar o mundo atrelando as Questões Sociocientíficas a possibilidade de agendas políticas que almejam o aprimoramento das habilidades nos processos decisórios que envolvem aspectos científicos e, principalmente, tecnológicos.

A proposta das atividades em CTS e Controvérsias devem buscar uma visão mais ampla de ciência (AULER; DELIZOICOV, 2001), relacionando não apenas a ciência técnica dos especialistas, mas uma alfabetização fundamental em ciência (metacognição, pensamento crítico, linguagens, TICs etc.), uma compreensão de grandes ideias (Natureza da Ciência, conceitos transversais, design tecnológico etc.) e uma “participação mais ampla no debate público sobre questões sociocientíficas que resultam em decisões informadas e ações sustentáveis” (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA, 2016, p. 665).

Além de identificar os interesses de pesquisa por meio das publicações dos autores mais centrais nas nossas redes de CTS e Controvérsias, elencamos um procedimento baseado na Análise de Redes Sociais chamado de Orbital de Palavras-chave (MELO et al., 2016), a fim de pontuar outros enunciados e temas próprios das pesquisas em questão. Pela rede formada pelas 43 palavras-chave encontradas nos 34 artigos, pudemos listar as mais relevantes por duas centralidades: grau de entrada e proximidade. Pelo grau de entrada, obtemos a frequência de uso da palavra na amostra e, pela centralidade de proximidade, auferimos um nível de afinidade entre as palavras-chave assumido pelos autores em suas escolhas. Para organizar os resultados das duas métricas, construímos a tabela 5 onde se encontram os maiores valores obtidos baseados na rede ilustrada pela figura 3.

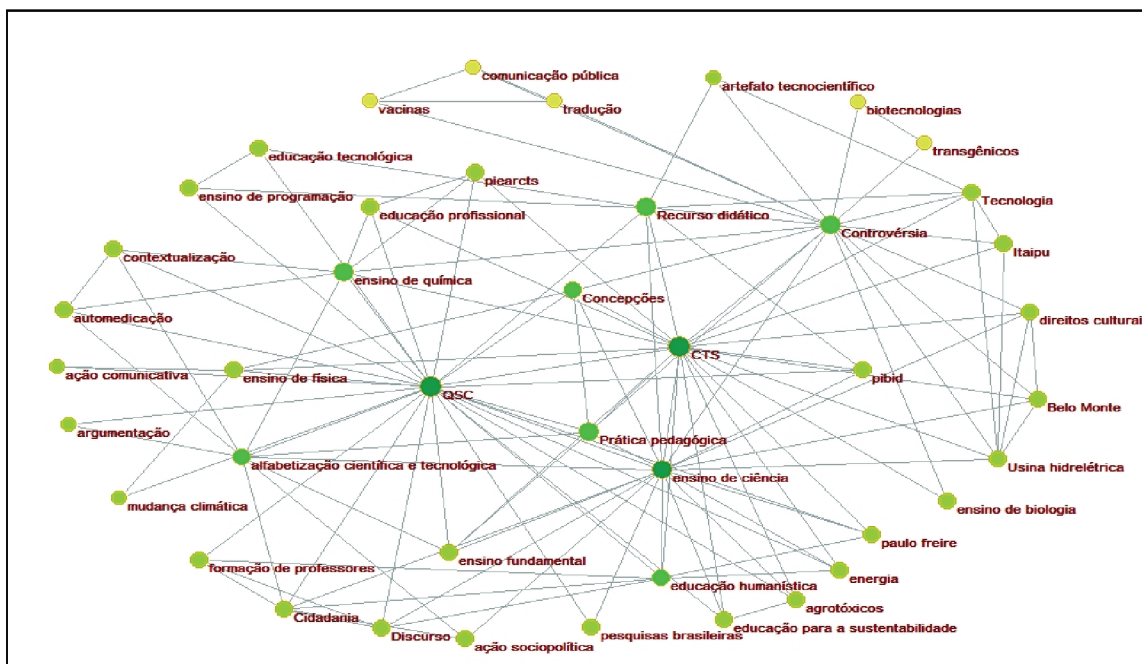


Figura 3 - Orbital de Palavras-chave

Fonte: os autores

Tabela 5 - Palavras-chave mais centrais

Palavra-chave	Proximidade	Grau de Entrada
Questões Sociocientíficas	0,6885	20
Ciência-Tecnologia-Sociedade	0,6885	18
Ensino de Ciências	0,6667	11
Controvérsias	0,6000	9
Recurso Didático	0,5600	3
Ensino de Química	0,5526	5
Prática Pedagógica	0,5455	2
Alfabetização Científica e Tecnológica	0,5060	4

Fonte: os autores

Algumas questões aparecem na tabela que ainda não tratamos neste texto. A primeira está vinculada a pesquisas mais interventivas, que estão representadas pelas palavras-chave *recursos didáticos* e *prática pedagógica*. Ao avaliar a metodologia dos 34 artigos da amostra, identificamos um total de 23 que trazem pelo menos um desses elementos na pesquisa relatada. Isso é muito representativo, pois, essa maioria caracteriza a interseção entre CTS e Controvérsia como uma atuação pragmática, diferentemente de outras reflexões no âmbito educacional. Apesar de ser novidade em muitos espaços, essa linha se mostra como uma alternativa viável de superação dos currículos puramente tradicionais, tendo como desafio o desvelamento dos discursos ideológicos nas tomadas de decisões de ciência e tecnologia (LOPES; CARVALHO, 2013).

Reis e Galvão (2005) enfatizam o papel central da formação dos professores para que a prática seja permeada por uma imagem mais esclarecedora e real da ciência, conforme defendemos em CTS. Na argumentação dos autores:

Competem às instituições de formação promover, nos futuros e nos atuais professores, as competências profissionais necessárias à concretização deste objetivo, nomeadamente, através de experiências de desenvolvimento pessoal e profissional que proporcionem: a) conhecimentos substantivos, processuais e epistemológicos da ciência; b) conhecimentos didáticos sobre as abordagens, metodologias e atividades mais adequadas ao ensino desses conhecimentos em contexto de sala de aula; e c) reflexão sobre as finalidades do ensino das ciências e as estratégias mais adequadas à sua concretização. (p. 157)

Todo esse escopo formativo acerca da ciência e da tecnologia almeja objetivamente a alfabetização científica e tecnológica num sentido mais amplo, que engloba a aprendizagem de conteúdo das disciplinas específicas, além do desenvolvimento de concepções de ciência associadas a aspectos sociais, culturais e ambientais. Para tanto, a alfabetização científica e tecnológica deve compreender “a possibilidade de crítica das condições existenciais e de proposição de alternativas para a construção da realidade, articulando sujeitos e pontos de vista diversos” (MARIA; SUTIL, 2016, p. 4). Acevedo Díaz et al., (2003) afirmam que CTS traduzem bem as recomendações internacionais sobre alfabetização científica e tecnológica quando tratam das seguintes propostas:

- a. a inclusão da dimensão social no ensino de ciências;
- b. a presença da tecnologia como um elemento que facilita a conexão com o mundo real e uma melhor compreensão da natureza da ciência e tecnociência contemporâneas;
- c. a relevância para a vida pessoal e social das pessoas, a fim de resolver problemas e tomar decisões responsáveis na sociedade civil;
- d. as abordagens democratizadoras da ciência e da tecnologia;
- e. familiarização com os procedimentos de acesso à informação, seu uso e comunicação;
- f. o papel humanístico e cultural da ciência e da tecnologia;
- g. seu uso para fins sociais específicos e ação cívica;
- h. consideração da ética e dos valores da ciência e da tecnologia;
- i. o papel do pensamento crítico; etc. (p. 90)

Esse é o objetivo que entendemos também ser o de trabalhos que tratam das Controvérsias Sociocientíficas em confluência com CTS, pois o ensino de ciências deve receber um viés formativo para além de uma transmissão de conteúdos técnicos, pois não há como retroceder o direito de uma educação científica que seja para todos e respeita as individualidades de cada ator social. Assim, os espaços permeados de argumentações científicas e tecnológicas devem ser construídos de forma dialógica, respeitando os diferentes pontos de vistas que trazem consigo vivências acadêmicas, profissionais, sociais, culturais e ambientais. Especialmente, quando o sentido da educação está numa melhor preparação para participar das discussões de agendas que levem a tomadas de decisões, já que a política, inclusive a científica e tecnológica, é uma complexa trama de práticas, atores sociais e interesses (VASEN, 2011).

O entendimento do papel do humano e dos artefatos gerados por ele é um dos motivos que nos instiga a avaliar a produção científica em nossas pesquisas, pois as escolhas científicas não estão apenas no âmbito da técnica. A rede social que um simples texto

acadêmico carrega é um exemplo disso. Callon (2008) diz que um único texto publicado pode intermediar toda uma rede sociotécnica, pois “é visto como um objeto que define e associa entidades heterogêneas, seu desempenho e suas habilidades” (p. 152). Por isso, ampliamos nossa análise ao identificar quais textos são os mais centrais nas referências bibliográficas.

Objetivamente, ligamos de forma direcional cada artigo que compõe nossa amostra com cada uma das referências listadas, sem levar em conta o quantitativo de citações ao longo do texto. Obtivemos uma rede que apresenta sua maior componente conexa com 739 nós. A rede de citações foi analisada a partir da centralidade de grau de entrada, que não é nada mais que a quantidade de artigos que citam cada referência, conforme pode ser visto na tabela 6. Essa rede pode ser vista na figura 4, onde os trabalhos mais referenciados estão coloridos de vermelho, laranja e amarelos, que, respectivamente, aparecem nas referências de 9, 8 e 6 artigos de CTS e Controvérsias. Eles também estão explicitados na tabela 7.

Tabela 6 - Grau de entrada na rede de citações

Grau de entrada	Frequência absoluta
0	27
1	618
2	48
3	22
4	9
5	6
6	4
7	0
8	3
9	2
Total	739

Fonte: os autores

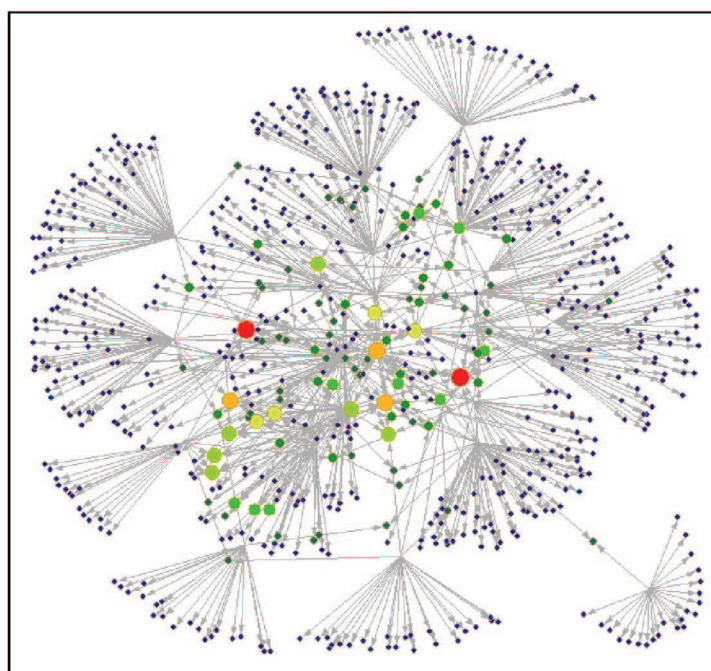


Figura 4 - Rede de citações

Fonte: os autores

Tabela 7 - Obras mais citadas

Grau de entrada	Referência
9	RATCLIFFE, M.; GRACE, M. <i>Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues</i> . McGraw-Hill Education (UK), 2003.
9	SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. <i>Ensaio Pesquisa em educação em ciências</i> , v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.
8	AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. <i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)</i> , v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001.
8	RAMSEY, J. The science education reform movement: Implications for social responsibility. <i>Science Education</i> , v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993.
8	SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. <i>Investigações em ensino de Ciências</i> , v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.
6	AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"?. <i>Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)</i> , v. 5, n. 1, p. 68-83, 2003.
6	LÓPEZ, J. L. L., CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. <i>Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología</i> . Editorial Tecnos, 1996.
6	SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. <i>Educação em Química: Compromisso com a Cidadania</i> . Ed. Unijuí, 1997.
6	VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. <i>Ciência & Ensino</i> , v. 1, p. 1-12, 2007.

Fonte: os autores.

Na relação das obras mais citadas pelos trabalhos de CTS e Controvérsias, há uma confluência com os resultados de outras pesquisas sobre a produção de Ensino CTS que não seja restrita às Controvérsias. Em Albuquerque (2018) e Melo (2017), encontram-se Santos e Mortimer (2000), Auler e Delizoicov (2001), Ramsey (1993), Santos e Mortimer (2009), Auler (2003) e Santos e Schnetzler (1997) entre as referências mais centrais de todo o Ensino CTS no Brasil. A citação do livro completo de García, Cerezo e López (1996), cujo capítulo se encontra na tabela 8, também aparece como uma das obras mais citadas nas pesquisas.

Bouzon *et al.* (2018), também analisando as publicações de Ensino CTS, mas com um corte de pesquisa voltado para o Ensino de Química, listam Wildson Luiz Pereira Santos e Décio Auler como os autores mais citado num total de 41 artigos. O mesmo resultado é visto em Lima *et al.* (2018), ao ser pesquisado a interdisciplinaridade no Ensino CTS.

Esses resultados representam uma consonância teórica entre diversas conjunções de linhas de pesquisa com CTS, constituindo um possível referencial-base, especialmente, para pesquisadores iniciantes que se interessem pelo assunto. Contudo, não se pode negligenciar o alerta dado por Chrispino *et al.* (2013), ao enfatizar o caráter transversal e interdisciplinar de CTS, de que, por fundação, a área deve trazer conhecimentos não apenas restritos aos debates educacionais, mas advindos da filosofia, da sociologia, da história, da economia, da política, da cultura, entre outros saberes.

Outro ponto que nos chama atenção na tabela 8 é a diferença entre a representatividade feminina e masculina. Dos 12 autores das obras, apenas 3 são mulheres: Mary Ratcliffe; Roseli Pacheco Schnetzler; e Kátia Regina Cunha Flôr Vieira. Assim como não se deve naturalizar a superioridade da técnica sobre o social, esse quantitativo não pode ser naturalizado, pois é representativo de uma cultura de patriarcado reforçada por uma relação de poder transmitida fortemente pela linguagem (ARANGO, PORRO, 2020; HARAWAY, 2009). Neste caso, cabe aos pesquisadores CTS não apenas replicar as fontes bibliográficas já consolidadas, mas refletir sobre a intencionalidade na escolha de seus referenciais.

Ainda sobre as obras mais citadas, Ratcliffe e Grace (2003) é um referencial que não era destaque nos outros mapeamentos apontados anteriormente, mas, neste de Controvérsia e CTS, é central na rede de citações, aparecendo como o mais citado ao lado de Santos e Mortimer (2002). Isso representa uma possível mudança de paradigma nas publicações da Educação CTS, que, em determinados recortes, apresenta uma barreira linguística com as obras estrangeiras (CHRISPINO et al., 2013).

Para Ratcliffe e Grace (2003), o caráter controverso de uma Questão Sociocientífica possibilita aos cidadãos um melhor entendimento de probabilidade e de risco, pois, ao envolver valores e raciocínio ético no debate de questões de dimensões locais, nacionais e globais, a ausência das respostas “certas” é evidenciada. De tal modo, o processo de formação científica e tecnológica estaria imbuído de argumentações contextualizadas, num objetivo último de uma formação de consciência social coletiva (ZEIDLER, NICHOLS, 2009).

Considerações finais

Sem uma compreensão do papel social do ensino de ciências, podemos incorrer no erro da simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade. Ou seja, sem contextualizar a situação atual do sistema educacional brasileiro, das condições de trabalho e de formação do professor, dificilmente poderemos contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de formação da cidadania. (SANTOS, MORTIMER, 2002, p. 18)

A reflexão acima, de Santos e Mortimer (2002), nos leva à questão chave de qualquer atividade pedagógica que aborde Controvérsias Sociocientíficas: para compreender a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade não se pode ignorar o cenário político atual. Por isso, esse tipo de abordagem vai além da produção de manuais, é uma construção de uma cultura epistemológica que visa formação para atuar em ações sociopolíticas (REIS, TINOCA, 2018; BAZZO, 2002).

O desafio é usar a Controvérsia como recurso didático das práticas pedagógicas de professores que idealizam um cenário futuro de melhor alfabetização científica e tecnológica.

E o entendimento das redes que traduzem as relações já estabelecidas pode ajudar a unir mais os atores sociais em prol da educação científica e tecnológica almejada por CTS.

Partindo dos nossos resultados, algumas considerações finais podem ser feitas. Primeiramente, não foi possível identificar uma intensificação nas publicações que abordem CTS e Controvérsias, visto que, em 2012, tivemos a mesma quantidade de artigos publicados que em 2018 nas revistas selecionadas de ensino de ciências.

A qualidade desse tipo de pesquisa, de poder tratar de QSC com aspectos socialmente controversos, poderia gerar mais iniciativas fora do eixo Sul-Sudeste, pois permite tratar de questões regionais numa abordagem CTS, mas a baixa produção vinculada às instituições das regiões Norte e Nordeste ainda é uma realidade a ser mudada nas redes sociais formadas a partir das publicações. Notamos que essa condição não é particular da linha de pesquisa deste artigo, mas a reflexão que emerge de CTS, de que a política científica e tecnológica é definida por grupos de interesses, nos leva a apontar a necessidade de mudança de paradigma na produção acadêmica nacional por meio, por exemplo, de políticas de indução e/ou de fomento.

Como forma de organizar os estudos, sugerimos a leitura do conjunto apresentado neste artigo das nove obras mais citadas da rede formada pelas referências. Sua característica diversa, com artigos e livros, nacionais e internacionais, representa um panorama do campo, com fontes primárias, revisões de literatura e trabalhos práticos, podendo compor um arcabouço conceitual inicial para futuros projetos acadêmicos e pedagógicos.

Quanto às temáticas representadas nas publicações, percebemos a tecnologia como mais periférica na rede formada pelas palavras-chave. Endossamos que a discussão acerca das políticas tecnológicas é altamente relevante para a construção do conhecimento acerca de CTS, pois, das questões debatidas em nosso campo de pesquisa, elas têm impacto mais imediato na vida dos cidadãos, seja pelo seu aspecto pragmático, seja pelos efeitos econômicos alimentados pelas tomadas de decisões nessa esfera. Assim, a tecnologia deve ser mais central nas redes que traduzem a relação entre CTS e Controvérsias, carecendo de mais trabalhos e debates em todos os níveis de escolaridade.

A mutabilidade da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade afeta diretamente na natureza do trabalho de Controvérsias. Assim, quando mapeamos as publicações passadas, estamos apenas fazendo um exercício analítico para subsidiar futuras pesquisas. Parece-nos claro que qualquer outro ponto a partir daqui deve considerar a ciência e a tecnologia como elementos da cidadania e, como tal, algo contextualizado com a realidade dos atores envolvidos na prática pedagógica. Nesse sentido, concordamos com Santos (2009), quando a autora defende que:

A educação científica que tem como requisito e instrumento gerador de cidadania a ciência como cultura ao propor-se ensinar a cada potencial cidadão o indispensável

para se tornar cidadão de fato torna-se numa educação cidadã que ajuda a redefinir o ser através do saber, a dar sentido à participação informada do cidadão no processo de tomada de decisões e a estimular "o aprender a aprender - um conhecimento estratégico para continuar a aprender" que não se confina à conceptualização. São também seus requisitos: aprender a pensar, a protestar, a negociar, a conviver, a argumentar, a decidir, a desconfiar dos nossos preconceitos, a ouvir os outros, a protelar juízos, a harmonizar o nosso interesse com o interesse coletivo, a gerir dificuldades, a apreciar o valor da democracia, a empenhar-nos na construção coletiva de um mundo melhor. (p. 535).

Referências

- ABREU, J. B.; STAUDT, M.; RIBEIRO, E. O. R.; FREITAS, N. M. S. AGROTÓXICO: USÁ-LOS OU NÃO? UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.. Agrotóxico: usá-los ou não? Um estudo de caso no ensino de ciências. *Revista ENCITEC*, v. 5, n. 2, p. 19-34, 2016.
- ALBUQUERQUE, M. B. *O perfil dos estudos brasileiros sobre ciência, tecnologia e sociedade baseado nas publicações nacionais na área de ensino de ciências*. 2018. 177f. Tese (Doutorado) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2018.
- ARANGO, C.; PORRO, S. Dispositivos discursivos y formación docente. Su impacto en la construcción de la identidad de género en ámbitos escolares. *Indagatio Didactica*, v. 12, n. 3, p. 207-222, 2020.
- ARAÚJO, R. F. Os grupos de pesquisa em ciências, tecnologia e sociedade no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Tecnologia e Sociedade*, v. 1, n. 1, p. 81-97, 2009.
- ARAÚJO-QUEIROZ, M. B.; SILVA, R. L.; PRUDÊNCIO, C. A. V. Estudos CTS na educação científica: tendências e perspectivas da produção stricto sensu no Nordeste brasileiro. *Revista Exitus*, v. 8, n. 3, p. 310-339, 2018.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2001.
- BAZZO, W. A. A pertinência de abordagens CTS na Educação Tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 28, p. 83-100, 2002.
- BAZZO, W. PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, J. L. S. *Conversando sobre educação tecnológica*. Florianópolis: Ed. UFSC, 2014.
- BENNÀSSAR, A.; GARCÍA CARMONA, A.; VÁZQUEZ ALONSO, Á.; MANASSERO MAS, M. A.; FIGUEIREDO, M.; PAIXÃO, F. (coords.). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: Centro de Altos Estudios Universitarios (CAEU) de la OEI. 2010. Disponível em: www.oei.es/salactsi/DOCUMENTO5vf.pdf. Acessado em: 31 de agosto de 2020.
- BORGATTI, S. P.; BORGATTI, S. P., MEHRA, A., BRASS, D. J., LABIANCA, G.. *Network analysis in the social sciences*. Science, v. 323, n. 5916, p. 892-895, 2009.
- BOUZON, J., BRANDÃO, J. B., DOS SANTOS, T.C.; CHRISPINO, A. O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. *Química Nova na Escola*, v. 40, n.3, p. 214-225, 2018.

- CAMPOS, M. M.; FERREIRA, D. T.; RIBEIRO, E. O. R.; FREITAS, N. M. S. A controvérsia da construção da usina hidrelétrica de Belo Monte: como se posicionam os alunos do ensino médio. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v. 3, n. 2, p. 47-65, 2013.
- CHAVES, A. L. R. Abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade) em sala de aula: uma alternativa didática. *Temas & Conexões*, n. 2, p 1-14, 2017.
- CHRISPINO, A.. O uso do Enfoque CTS e controvérsias tecnocientíficas por professores do ensino médio: Um exemplo de capacitação em serviço em grande escala. *Enseñanza de Las Ciencias*, v. extra, p. 914-918, 2013.
- CHRISPINO, A. *Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino*. Madri: OEI, 2017.
<https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no>
- CHRISPINO, A.; LIMA, L.S.; ALBUQUERQUE, M.B.; FREITAS, A.C.C.; SILVA, M.A.F.B. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos. *Ciência & Educação*, v.19, n.2, p.455-479, 2013.
- CUTCLIFFE, S. H. *Ideas, Máquinas y valores. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Barcelona: Anthropos; México: UNAM, 2003.
- DE NOOY, W.; MRVAR, A.; BATAGELJ, V. *Exploratory social network analysis with Pajek: Revised and expanded edition for updated software*. Cambridge University Press, 2018.
- FREITAS, L. M.; GHEDIN, E. Pesquisas sobre estado da arte em CTS: análise comparativa com a produção em periódicos nacionais. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 4, p 3-25, 2015.
- FURTADO, B. A.; SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLI, M. H. *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. Brasília: IPEA, 2015. 436 p.
- GORDILLO, M. M.; RAMÍREZ, R. A.; ÁLVAREZ, A. C.; GARCÍA, E. F.; GALBART, J. C. G.; PORTILLA, C. L.; MARCOS, M. R. *Controversias tecnocientíficas. Diez casos simulados sobre ciencia, tecnología, sociedad y valores*. Colección Educación en valores. OEI (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura). Diciembre de 2006.
- GORDILLO, M. M.; OSORIO, C. Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista iberoamericana de educación*, n. 32, p. 165-210, 2003.
- HARAWAY, Donna. Manifesto ciborgue: Ciência, tecnologia e feminismo-socialista no final do século XX. In: TADEU, Tomaz (org.) *Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009. p. 33-118.
- HESS, D. E. *Controversy in the Classroom The Democratic Power of Discussion*. New York: Ed. Routledge, 2009.
- LATOUR, B. *Jamais fomos modernos*. Editora 34, 1994.

LIMA, A.; MARTINS, I. *As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências*. In: ATAS DO IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Águas de Lindóia-SP, 2013.

LIMA, L. F.; SANTOS, A. G. F.; D'ESCOFFIER, L. N.; SANTOS, T. C. CHRISPINO, A. A interdisciplinaridade em CTS: um estudo da produção científica para o ensino de ciências com análise bibliométrica e de redes. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, v.8, n.1, p. 20-54, 2018.

LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, W. A.; (Org.) *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Cadernos de Ibero-América. Madrid: OEI, 2003. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/albinonunes/disciplinas/ciencia-tecnologia-e-sociedade-especializacao-em-educacao/livro-introducao-aos-estudos-cts/view>. Acesso em: 30 de agosto de 2019.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P. Possibilidades e limitações da prática do professor na experiência com a temática energia e desenvolvimento humano no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 2, p. 207-226, 2013.

MARIA, L. E.; SUTIL, N. Alfabetização científica e questões sociocientíficas: energia e gestão de resíduos em Curitiba e região metropolitana. *Revista Ciências & Ideias*, v. 7, n. 2, p. 1-20, 2016.

MARTELETO, Regina Maria. Análise de redes sociais-aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da informação*, v. 30, n. 1, p. 71-81, 2001.

MARTÍNEZ, L. P. F.; LOZANO, D. L. P. La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Góndola*, vol.8, n. 1, p. 22–35, 2013.

MELO, T. B.; PONTES, F. C. D. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, M. A. F. B. e CHRISPINO, A. 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*, v. 16, n. 3, p. 587-606, 2016.

OLIVEIRA, C. C. G. F. *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*. 2020. Tese (Doutorado em Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2020.

OSÓRIO, F. A. A. *Os riscos socioambientais criados pelo hiperconsumo na sociedade moderna e seus reflexos sobre a desconstrução da cidadania ante a dessubjetivação do sujeito: a ideação da cidadania no estado democrático de direito para consolidar o direito fundamental ao meio ambiente*. 2018. Dissertação de (Mestrado em Direito) – Centro de Ciências Jurídicas, Universidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

PEDRETTI, E. Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, v. 99, n. 4, p. 174-181, 1999.

RATCLIFFE, M.; GRACE, M. *Science education for citizenship: teaching socioscientific issues*. Maidenhead: Open University Press, 2003.

RBECT. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, s.d. Políticas Editoriais. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/about/editorialPolicies>. Acessado em: 14 de julho de 2020.

REIS, P.; GALVÃO, C. Controvérsias sócio-científicas e prática pedagógica de jovens professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p. 131-160, 2005.

REIS, P.; TINOCA, L. A avaliação do impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 214-232, 2018.

ROCHA, M. L.; GONZALEZ, A. H. G.; BRUNO, N. V.; CHRISPINO, A. Representatividade da Biologia em CTS Por Meio de Análise por Redes Sociais. *Revista Contexto & Educação*, v. 32, n. 102, p. 81-99, 2017.

SAKOWSKI, P. A. M.; TÓVOLI, M. H.. *Perspectivas da complexidade para a educação no Brasil*. In Furtado, B. A.; Sakowski, P. A. M.; Tóvoli, M. H. (editores). Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas. Brasília: IPEA, 2015. 436 p.

SANTOS, M. E. V. M. Ciência como cultura: paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. *Química nova*, v. 32, n. 2, p. 530-537, 2009.

SANTOS, W. L.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2 n. 2, 2002.

SOUSA, P. B.; GEHLEN, S. T. Questões sociocientíficas no ensino de ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, p.1-22, 2017.

STRIEDER, R.B.; SILVA, K.M.A, SOBRINHO, M.F.; SANTOS, W.L.P. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros? *ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 87-107, 2016.

VASEN, F. Los sentidos de la relevancia en la política científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, v. 7, n. 19, 2011.

VIEIRA, K. R; BAZZO. W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. *Ciência & Ensino*, v. 1, número Especial, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/15>. Acessado em: 10 de janeiro de 2020.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 14, n. 4, p. 659-680, 2016.

ZAN, N.; MORGIL, Í.; SEÇKEN, N. The effects of science, technology, society, environment (STSE) interactions on teaching chemistry. *Natural science*, v. 2, n. 12, p. 1417, 2010.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; HOWES, E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education, USA*, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZEIDLER, D. L.; NICHOLS, B. H. Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, v. 21, n. 2, p. 49, 2009.

SOBRE OS AUTORES

THIAGO BRAÑAS DE MELO. Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Viçosa, Mestre e Doutor em Ciência, Tecnologia e Educação pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e professor do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

DANIEL FIGUEIRA DE AQUINO. Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Cursando Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

LUIS GUSTAVO MAGRO DIONYSIO. Licenciatura em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Mestre em Ensino de Ciência pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro. Cursando Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Professor do Instituto Nacional de Educação de Surdos.

NELSON LUIZ DE ANDRADE LIMA. Engenheiro Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Cursando Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas no Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

CRISTIANO DA SILVA VIDAL. Licenciatura em Física pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (2010), Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (2016), professor da Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

ALVARO CHRISPINO. Professor de Química. Mestre e Doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.

Recebido: 01 de setembro de 2020.

Revisado: 13 de fevereiro de 2021.

Aceito: 04 de junho de 2021.