CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

ARTICULAÇÃO DOS ESTUDO CTS COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Rômulo Gonçalves Paes Leme Baptista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Orientador(a): Drª Taís Conceição dos Santos

Rio de Janeiro
Novembro de 2020

ARTICULAÇÃO DOS ESTUDO CTS COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Rômulo Gonçalves Paes Leme Baptista

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professora Drª Taís Conceição dos Santos (CEFET/RJ) (orientadora)

_____

Professor, Dr. Marcelo Rocha Borges (CEFET/RJ)

_____

Professor, Dr. Sidnei Quezada Meireles Leite (IFES)

Rio de Janeiro
Novembro de 2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

B222 Baptista, Rômulo Gonçalves Paes Leme
Articulação dos estudo CTS com a educação ambiental no contexto da educação básica no Brasil / Rômulo Gonçalves Paes Leme Baptista — 2020.
93f : il. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca , 2020.
Bibliografia : f. 88-93
Orientadora: Taís Conceição dos Santos

1.Educação ambiental. 2. Ciência – Sociedades, etc. - Brasil. 4. Tecnologia – Sociedades, etc. – Brasil. 4. Publicações científicas. Ciência - Estudo e ensino. I. Santos, Taís Conceição dos (Orient.). II. Título.

CDD 363.7

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

DEDICATÓRIA

“Agradeço a Deus em primeiro lugar pela oportunidade de ter saúde para estudar. Ter fé me ajudou a enfrentar obstáculos que não acreditava que conseguiria superar. Isto não poderia acontecer se não fosse o apoio da minha família que esteve presente nos momentos mais duros do caminhar da vida e da construção deste trabalho. O que seria de mim sem os meus pais (Fátima e Robson), os meus avós (falecidos e a minha vó Ilny que ainda me abençoa com a sua presença) e, sobretudo, a razão do meu viver que é a minha filha Ísis? Obrigado por tornar o meu passar por este plano, mais feliz!”

AGRADECIMENTOS

Fazer parte do programa de pesquisa do PPCTE (CEFET-RJ) me permitiu conhecer um grupo de professores que me ajudaram a entender que a nossa formação é só ponto de partida para muitos outros desdobramentos que podemos encarar profissionalmente e, até mesmo, pessoalmente como cidadãos. Através de seus questionamentos, indagaram qual é o nosso verdadeiro papel dentro de uma cidadania que gostaríamos de deixar para os nossos filhos. E como diferentes perspectivas podem contribuir para a elaboração do conhecimento, bebendo de diferentes campos de estudo. Juntamente a este grupo, agradeço as pessoas que compuseram a turma de discentes a qual eu pertenci, pois ao longo do tempo vivido no programa, tive a oportunidade de fazer muitas trocas enriquecedoras.

Em especial a minha orientadora Taís Conceição dos Santos que esteve ao lado por todo o tempo de construção deste trabalho, fazendo-se presente nos momentos em que eu não acreditava mais conseguir finalizar este trabalho.

Aos meus poucos amigos que estiveram presentes, diretamente ou indiretamente, me apoiando e incentivando ao longo deste percurso, com suas palavras que trouxeram um pouco de conforto diante deste grande desafio.

EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

RESUMO

Articulação dos estudos CTS com a Educação Ambiental no contexto da educação básica no Brasil

A Educação Ambiental e o Ensino CTS são áreas de conhecimento que se desenvolveram de forma independente, porém ao longo da história se cruzaram, evidenciando um conjunto de perspectivas de articulações que demandam um estudo mais aprofundado. Neste sentido, esta pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos a partir do mapeamento de palavras-chave e autores mais citados sobre Educação Ambiental com enfoque CTS no Brasil. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram consultados 323 artigos encontrados no Banco de Dados do *Grupo CTS e Educação,* do Cefet/RJ, em 31 revistas brasileiras de ensino e educação, indexadas com Qualis A1, A2 e B1 pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), publicados de 1996 a 2017. Os artigos foram selecionados a partir da busca em resumos, títulos e/ou palavras-chave que continham o acrônimo CTS e suas derivações, como "Ciência", "Tecnologia" e "Sociedade", "Ciência-Tecnologia-Sociedade", "Ciência e Tecnologia e Sociedade", o que nos fez obter um total de 108 artigos que constituíram o objeto desta pesquisa. A partir da análise das informações, verificou-se que o acrônimo CTS foi a palavra-chave de maior relevância dentro da área. Além disso, foi feito um estudo sobre a comunicação entre os autores desses artigos, com destaque para os pesquisadores Sidnei Quezada Meireles Leite e Manuella Vilar Amado, que são os que mais se conectaram com outros autores e que publicaram sobre EA no contexto do ensino CTS. O estudo realizado revelou ainda que a região Sudeste foi a que mais teve pesquisadores envolvidos em levantar discussões sobre EA e CTS/CTSA e que, embora medidas políticas tenham contribuído no avanço de ações que permitem uma maior correlação entre os campos, a prática destas ações são vistas por práticas pedagógicas de docentes, presente desde a Educacão básica ao ensino superior.

Palavras-chave: Educação Ambiental, CTS, Ensino de Ciências.

ABSTRACT

Articulation of STS study with environmental education in the context of basic education in Brazil

Environmental Education and CTS Education are areas of knowledge that have developed independently, but over the course of history they have crossed paths, showing a set of articulation perspectives that require further study. In this sense, this research presents a bibliographic review of publications in journals based on the mapping of keywords and most cited authors on Environmental Education with a CTS focus in Brazil. For the development of this research, 323 articles found in the CTS and Education Group Database, of Cefet / RJ, were consulted in 31 Brazilian teaching and education magazines, indexed with Qualis A1, A2 and B1 by the Coordination for the Improvement of Personnel of Higher Education (CAPES), published from 1996 to 2017. The articles were selected from the search in abstracts, titles and / or keywords that contained the acronym CTS and its derivations, such as “Science”, “Technology” and “Society "," Science-Technology-Society "," Science and Technology and Society ", which made us obtain a total of 108 articles that constituted the object of this research. From the analysis of the information, it was found that the acronym CTS was the most relevant keyword within the area. In addition, a study was carried out on communication between the authors of these articles, with emphasis on the researchers Sidnei Quezada Meireles Leite and Manuella Vilar Amado, who are the ones who most connected with other authors and who published about EA in the context of CTS teaching. The study also revealed that the Southeast region was the one that had the most researchers involved in raising discussions about EA and CTS / CTSA and that, although political measures have contributed to the advancement of actions that allow a greater correlation between fields, the practice of these actions they are seen by teachers' pedagogical practices, present from basic education to higher education.

Keyword: Environmental Education, CTS, Science Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquemas gráficos correspondentes às representações de três crenças ingênuas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade 29

Figura 2 – Esquemas gráficos correspondentes às representações de duas crenças adequadas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade 30

Figura 3 – Grafo hipotético com a relação entre seus atores (v) 50

Gráfico 1 - Número de publicações CTS/Educação Ambiental por ano 56

Gráfico 2 - Representação de publicações sobre CTS/EA por periódico 60

Gráfico 3 - Periódicos distribuídos por regiões brasileiras …….....……62

Gráfico 4 - Categorização dos 108 artigos em análise 63

Figura 4 – Rede gerada a partir das palavras-chave 65

Figura 5 – Rede gerada a partir dos autores 71

Figura 6 – Número de autores por região que abordam as relações entre CTS/CTSA e a EA 82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grau de centralidade a partir da hipótese da figura 3 51

Tabela 2 - Centralidade de proximidade a partir da hipótese da figura 3 52

Tabela 3 - Centralidade de intermediação a partir da hipótese da figura 3 53

Tabela 4 - Medidas de centralidade para as palavras-chave 66

Tabela 5 - Vinculação institucional dos autores 72

Tabela 6 - Medidas de centralidades dos autores 74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

AC - Estado Brasileiro do Acre

ACT - Alfabetização em Ciência e Tecnologia

AL - Estado brasileiro de Alagoas

AM - Estado brasileiro do Amazonas

AP - Estado brasileiro do Amapá

ARS - Análise do comportamento das redes sociais

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

CE - Estado brasileiro do Ceará

CEFET - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

CMMAD - Comissão Mundial sobre o Meio ambiente e Desenvolvimento

CFC – Clorofluorcarbonos

CLOSENESS – Centralidade de proximidade

CTS - Ciência-Tecnologia-Sociedade

CTSA - Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente

DCNEA - Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental

DDT - Dicloro-Difenil-Tricloroetano

EA - Educação Ambiental

EC - Ensino de Ciências

EDIV - Coordenadora da Especialização em Educação e Divulgação em Ciências

EISMA - Especialização em Ensino Interdisciplinar em Saúde e Meio Ambiente na Educação Básica

FADIP - Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga

GEPAC - Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal

IERGS – Instituto Educacional do Rio Grande do Sul

IFES - Instituto Federal do Espírito Santo

IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro

ISERJ – Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro

MA - Estado brasileiro do Maranhão

MEC - Ministério da Educação

ONU - Organização das Nações Unidas

PCN - Parâmetros curriculares Nacionais

PE - Estado brasileiro de Pernambuco

PI - Estado brasileiro do Piauí

PLACT - Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PPCTE - Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação

PPGBIOS - Programas de pós-graduação: Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva

PROCISA - Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente

PUC/RJ - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

RR – Estado brasileiro de Roraima

SBPC - Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência

SCM/RJ - Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro

SISSA - Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati

UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UNESCO – United Nations Education, Scientifical and Cultural Organization (Organização das Nações Unidas a para Educação, Ciência e Cultura)

UNICSUL – Universidade Cruzeiro do Sul

UNIFESO – Centro Universitário Serra dos Órgãos

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFV - Universidade Federal de Viçosa

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

Apresentação **14**

Introdução **15**

1 Referencial Teórico **21**

1.1 CTS: da origem até os dias atuais 21

1.2 Contextualização da Educação Ambiental em CTS 33

1.3 O Movimento CTSA 43

2 **Metodologia** **46**

3 **Resultados e Discussão** **55**

Considerações Finais **84**

Referências Bibliográficas **88**

Apresentação

Começo este trabalho me apresentando, pois acho importante mencionar ‘de onde’ falo. Sou professor licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), desde 2014. Ainda na UERJ, participei de dois projetos de extensão sobre elaboração e aplicação de materiais didáticos e, no final do curso de graduação, tive o prazer de receber das mãos do reitor, o prêmio de melhor trabalho de extensão da Universidade em 2014. Nesta mesma época, durante meu curso de graduação, tive meu primeiro contato com as discussões sobre CTS, em uma disciplina cursada durante a graduação.

Desde 2014, venho lecionando ciências e biologia para ensino fundamental e médio regular, ambos no setor privado. Desde essa época, venho sentindo um vazio, uma necessidade de implementar algo além de lecionar o mesmo conteúdo a cada ano que passa. Ao ver as demandas dos alunos, senti necessidade de mudança na forma tradicional de ensinar. Ao buscar alguns colegas de faculdade e pesquisar sobre os possíveis cursos de mestrado no Rio de Janeiro, encontrei o programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ (PPCTE), que tem, por premissa, a promoção e a investigação de experiências educacionais no campo das Ciências Naturais e da Tecnologia, a partir de um olhar transdisciplinar. Dessa forma, decidi buscar esse programa com o objetivo de refletir sobre o processo de ensino e aprendizagem e, por meio dessa reflexão, repensar a minha prática pedagógica.

Ainda no âmbito do mestrado, encontrei-me atraído pela relação entre o Ensino CTS e a Educação Ambiental, pois houve uma convergência dos meus interesses em entender melhor como esses dois campos de pesquisa se relacionam na prática educacional. E desta curiosidade nasceu esta dissertação de mestrado.

Introdução

O papel da educação na construção de uma sociedade mais sustentável é fundamental no que tange ao seu desenvolvimento científico e tecnológico, além de proporcionar um maior poder analítico de construção de conhecimento em uma sociedade com capacidade crítica de tomada de decisões para a sociedade (SOLBES E VILCHES, 2004). Uma possível forma de estabelecer relações entre estes pilares apontados como parte do objeto de estudo educacional, ocorre em pesquisas que tenham a área de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) como centro da produção de artigos. No entanto, dificilmente seria possível desatrelar as relações CTS da contribuição do campo da Educação, uma vez que esta tem o papel de incentivo e proatividade na formação de uma sociedade alfabetizada cientificamente e tecnologicamente, em direção a um conjunto de ações atitudinais mais ativas nas decisões da comunidade em que se está inserido. Embora a sua relevância individual seja factual e facilmente encontrada em artigos que abordem esta temática, parece haver um percurso longo quando se trata de estudos que revelem o seu objetivo nas relações CTS aplicadas à Educação (RICARDO, 2007; LUZ *et al.*, 2019). Farias e Freitas (2007, s/p) destacam que

> [...] conciliar a educação CTS e a EA é uma tarefa ainda incipiente e nem sempre experimentada. Com certa frequência nos deparamos com algumas abordagens que ficam na superfície, tratando de problemas ambientais no contexto CTS sem, contudo, aprofundar as causas dessa problemática e relações com determinados modelos de desenvolvimento e de interações entre C&T.

A área de CTS visa discutir como se configura a relação entre o homem e o meio em que ele habita, por meio de discussões na perspectiva científica e tecnológica. No entanto, graças ao desenvolvimento tecnológico, a interação entre os agentes que compõem a própria relação CTS sofreu alterações ao longo da história. Dentre elas, a derrubada de uma visão distorcida de positivismo, em que a Ciência ocuparia uma visão cega de neutralidade. De acordo com a visão deturpada, a Ciência

> [...] era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas consequências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade.

> A crítica a tais concepções levou a uma filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades, cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais (SANTOS e MORTIMER, 2001, p.96).

Essas alterações foram determinantes na condução da constituição da sociedade perante as suas ações, em relação à utilização e a medidas de conservação do meio ambiente dentre aos avanços da tecnologia e das novas descobertas permitidas pelo avanço dos trabalhos científicos.

Neste cenário, Cutcliffe (2003) ressalta que o objetivo central do campo CTS é expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social. Nesse sentido, a área de CTS possui a responsabilidade de integração dos campos que compõem sua nomenclatura de modo a percebermos a vulnerabilidade de se tentar construir qualquer tipo de individualidade científica destes ramos, separadamente.

Nesse sentido, Chrispino (2017) nos ajuda a entender a contribuição do campo CTS no ambiente escolar. Neste contexto, o autor destaca que

> [...] os estudantes deverão adquirir durante sua escolarização algumas capacidades para ajudá-los a interpretar, pelo menos de forma geral, questões controvertidas 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, 2017, p. 19).

No âmbito da contemporaneidade da exploração de um campo de estudo com a capacidade de intervenção na transformação de uma sociedade carente de educação e formação sociopolítica, acreditamos que o movimento CTS está em consonância com as mais relevantes recomendações internacionais para proporcionar, no Ensino de Ciências, a alfabetização científica e tecnológica, inclusa na ideia de desenvolver a capacidade crítica por meio de conhecimentos científicos e tecnológicos mais completos e acessíveis a todas as pessoas (ACEVEDO, VÁZQUEZ e MANASSERO, 2003).

Para que haja uma coerência na exploração de todas as partes que compõem os termos CTS, deve-se considerar também a análise da construção da temática ambiental no contexto educacional, uma vez que esta área do saber é inerente ao desenvolvimento humano.

Uma das formas de aproximação da EA com o Ensino de Ciências ocorre através de CTS pois este movimento permite um diálogo entre Ciência-Tecnologia-Sociedade

que fazem parte das discussões da EA e que contribuem para discussões de como essas relações ocorrem, em sala de aula. Entretanto Silva (2019) ressalta que as possibilidades desta integração ainda não foram investigadas de forma aprofundada. Neste contexto, ambos constituem campos de conhecimento distintos que foram se estabelecendo ao longo da história e adquirindo espaço no âmbito das políticas públicas e da educação, cada um com suas especificidades, seu conjunto de pesquisadores, eventos, periódicos, documentos e livros específicos, possuindo, porém, similaridades complexas e, muitas vezes, complementares. Neste sentido, o estudo CTS propõe uma forma de aproximar a Educação em Ciências da Educação Ambiental (EA), ainda que não haja pesquisas de aprofundamento que respondam completamente a todas estas possibilidades (LUZ *et al.*, 2019).

Um dos primeiros trabalhos, nesse viés, é o de Farias e Freitas (2007), no qual as autoras consideram que as pesquisas nesse âmbito ainda são incipientes, fazendo-se necessárias outras investigações que busquem inter-relacionar essas duas áreas do saber, pautadas em ideais críticos visando a uma formação crítica do aluno. Embora os anos que se sucedera apresentaram uma maior expressão de pesquisas neste sentido, para as autoras, algumas pesquisas consideram essas tendências incompatíveis entre si e as que buscam fazer essa relação permanecem secundárias ao problema, havendo, nesse caso, uma superficialidade que pode reforçar utilitarismos no tratamento das questões ambientais (FARIAS e FREITAS, 2007).

Luz et al. (2019), em um dos seus trabalhos mais recentes sobre CTS e a temática ambiental, destacam que é possível encontrar estudos no campo das perspectivas nos estudos de CTS e Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) que demonstrem a incipiência de trabalhos que atendam a necessidade de investigar as questões ambientais nos estudos CTS, além de, quando vistos, atingir somente a parte periférica das possíveis discussões que surgem destas relações, muitas vezes aparecendo como pauta de um debate para a escolha mais assertiva de utilização entre os seus termos, CTS ou CTSA, na tentativa de tornar evidentes as questões ambientais emergentes das ações antrópicas que vêm impactando diretamente o meio ambiente. Reforçam, ainda, que os trabalhos acabam por não demonstrar, de fato, a interligação entre CTS e a EA, facilitando uma visão parcial sobre a questão ambiental (FARIAS e FREITAS, 2007).

Neste sentido, o ensino da temática ambiental tem por finalidade contribuir com reflexões de como vemos a questão socioambiental, de maneira crítica e colaborativa, para termos uma maior conscientização sobre o seu uso, sua preservação e suas relações por meio de diversas formas como o homem interage com essa problemática (SANTOS, 2007).

Com o objetivo de visualizar este cenário, foi realizada uma pesquisa no banco de teses e dissertações na plataforma da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para entendermos como tem ocorrido a produção de trabalhos com a temática ambiental, dentro da área de Ensino. Ao realizar uma busca no Banco de Teses & Dissertações da CAPES somente com a busca pelo termo CTS, encontramos como resultado 846 dissertações e teses. Ao realizarmos nova busca com o filtro "Ensino" nas áreas de conhecimento e de avaliação, obtivemos um total de 99 trabalhos (entre dissertações e teses) sobre CTS na área de Ensino, compreendidos entre os anos de 1987 a 2019. Após a análise de cada um de seus títulos e resumos, obteve-se apenas 16 pesquisas que abordam a relação entre CTS e a temática ambiental. Deste pequeno recorte, aponta-se que apenas cinco estão diretamente relacionados a EA. Esta pesquisa corrobora os dados de Farias e Freitas (2007) e reforça a necessidade de uma discussão mais ampla, sobre a interface entre CTS e EA no âmbito da área de Ensino.

Tratarmos o assunto de meio ambiente a partir da perspectiva da educação é um ponto de grande relevância se levarmos em consideração de que este é um dos principais caminhos que permitem um norteamento crítico sobre este assunto para o indivíduo alcançar a prática do exercício da cidadania no contexto CTS.

> Pensar a prática da educação ambiental num viés crítico na atualidade exige que discutamos esta prática considerando a escola como uma instituição social em disputa por atores associados a distintos projetos de sociedade, inserida em contexto socioambiental onde se imbricam os componentes da crise ambiental e global, refletidos nos problemas ambientais com base local. Escola, constituída em relação com sua comunidade, diante de uma diversidade de saberes e, ao mesmo tempo, diante de distintos (e na maioria das vezes, antagônicos e/ou descontextualizados) projetos políticos-pedagógicos (GUIMARÃES e PINTO, 2017, p.120).

Em análise realizada por Luz *et al.* (2019), em 6.540 periódicos de EC com *Qualis* A1 ou A2 e de EA com *Qualis* A1, A2 e B1, no período de 2010 a 2016, a presença de discussões sobre o assunto de EA aparece em menor quantidade, se comparado ao EC, e tem sua presença atrelada às necessidades de utilização desses

recursos pelo homem e às consequências do seu manejo, enquanto há uma lacuna nas discussões sobre a amplitude real da importância da EA no desenvolvimento sustentável para que possamos verificar a sua aplicação, de fato, no contexto escolar.

A importância da EA também está presente na constituição brasileira de 1988, no artigo 225º, que afirma: "Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações" (BRASIL, 1988). Posteriormente, em decreto, promulgada a Lei 9.795/99, institui-se a Política Nacional de Educação Ambiental e dispõe-se a EA como parte integrante e essencial à educação brasileira, permitindo um aprofundamento na prática desta disciplina como uma forma de se inclinar em direção à preservação ambiental.

Embora tais políticas tenham sido criadas, ainda havia uma dificuldade de se estabelecer uma práxis de uma EA introduzida no contexto interdisciplinar do processo educacional. Na tentativa de romper essa barreira, surgiu uma nova medida que ratifica a importância da aplicação da EA pela homologação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012).

A partir deste cenário, de uma EA mais endossada por critérios estabelecidos nos principais órgãos educacionais vigentes, percebemos uma amplitude ainda maior que o estudo da EA pode nos proporcionar dentro dos estudos de CTS. Sorrentino (2013) destaca que pontos como economia solidária, economia local, consumismo, sustentabilidade socioambiental, desenvolvimento sustentável e sociedades sustentáveis, bem como o questionamento de necessidades materiais simbólicas e o aprendizado de valores, conceitos e práticas, como os de participação, pertencimento, comunidade, identidade, potência de agir, diálogo e felicidade são temas aprendidos graças à perspectiva educadora ambientalista.

Diante desse contexto, buscamos responder à seguinte pergunta de pesquisa: como a Educação Ambiental está representada no Ensino CTS, no Brasil? Na tentativa de responder à pergunta desta pesquisa, temos como objetivo geral analisar a representatividade da Educação Ambiental em periódicos brasileiros na área de Ensino CTS.

O trabalho em questão pretende elaborar um panorama dos artigos de EA, no contexto do Ensino CTS basileiro. Para isso, temos como objetivos específicos:

- Identificar, dentre os artigos que compõem o banco de dados *CTS e Educação*, do CEFET-RJ, aqueles que trabalham com a Educação Ambiental;
- Analisar e discutir a representação da EA no Ensino CTS por meio de redes sociais e análise bibliométrica.

O resultado deste trabalho poderá complementar estudos sobre a temática ambiental dentro do cenário de CTS e levantar sugestões de limites e avanços já destacados pelos trabalhos estudados, conferindo maior ênfase na produção científica deste contexto, além de permitir uma compreensão panorâmica para que novas pesquisas possam ser realizadas, atualizando e direcionando o olhar inserido neste conteúdo de análise.

A fim de estabelecer uma linha estrutural do conteúdo que será abordado por esta pesquisa, tem-se a seguinte organização:

- Capítulo 1 – Realizamos uma abordagem geral sobre CTS e Educação Ambiental, assim como da perspectiva de acontecimentos deste contexto, no cenário brasileiro;
- Capítulo 2 – Delineamos os procedimentos metodológicos da pesquisa;
- Capítulo 3 – Realizamos a construção e a análise dos dados bibliométricos acerca das principais revistas responsáveis pelos periódicos estudados, além dos anos de maior publicação sobre a EA no contexto CTS. Também foram construídas as redes de palavras-chave e autores para a interpretação através da Análise das Redes Sociais (ARS);
- Capítulo 4 – Encerramos com as considerações finais.

1. Referencial Teórico:

1.1- CTS: da origem até os dias atuais

Desde a década de 1960, discute-se a origem do movimento CTS. As questões sociais que marcavam a crise ambiental, entre os anos de 1960 e 1970, revelaram o início de discussões que questionavam o bem estar social como resultado dos avanços científicos-tecnológicos da época. Corroborando este cenário, tivemos o rompimento com a ideia de neutralidade na produção científica, demonstrando a alfabetização científica e tecnológica como um caminho para a formação de cidadãos mais críticos na perspectiva da Educação CTS (FREITAS *et al.*, 2009). Nesta perspectiva, a EA se aproxima do enfoque CTS, quando:

> Partimos da premissa de que, ao se propor uma discussão democrática, aberta e sem preconceitos da ciência e tecnologia e suas implicações na melhoria da qualidade de vida de todos, está se fazendo Educação Ambiental. Ou seja, estão sendo formados cidadãos que de posse de informações adequadas sobre os avanços científicos e tecnológicos atuais possam discutir, se posicionar e inclusive propor ações sobre a validade e a adequação desses avanços para suas vidas (FREITAS *et al.*, 2009, p. 69).

De acordo com Loureiro (2015), a EA faz parte das relações sociais em que o homem está inserido, levando-se em consideração as premissas do capitalismo que são construídas com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Para o autor, discutir estas relações em torno do comportamento humano e suas inerentes necessidades econômicas afloram ainda mais a conexão entre a EA e CTS, em suas perspectivas críticas. Da mesma forma, Trein (2012) pondera que

> Ler a realidade de forma crítica nos ajuda a explicitar as relações sociais mercantilizadas e alienantes que perpassam a forma hegemônica de organizar a sociedade. Por isso entendemos que incorporar a dimensão ambiental na educação é expressar o caráter político, social e histórico que configura a relação que os seres humanos estabelecem com a natureza mediada pelo trabalho. [...] Para além de invocarmos as diversas epistemologias, que embasam diferentes vertentes do que se convencionou chamar de campo da educação ambiental crítica, se faz necessário compreender [...] os

> diferentes efeitos sobre a reprodução social que cada uma dessas vertentes produz. Pois é parte do compromisso ético-político do pensamento crítico explicitar que a produção do conhecimento, enquanto produção social, não se separa de sua dimensão ideológica e de seu compromisso de classe (ibid, p. 316).

Neste sentido, a educação possui um sentido muito maior do que a simples transferência de ideias, quando exige a conjugação dos conhecimentos adquiridos e elaborados em direção a uma tomada de decisão, ou seja, há uma intencionalidade envolvida no processo pedagógico crítico, visando à emancipação social, aproximando e qualificando a inserção da cidadania no contexto CTS (LOUREIRO, 2015).

O desenvolvimento de novas práticas de trabalho, de economia e de relações internacionais que foram garantidas pelo avanço tecnológico levantou, dentre outras perspectivas, uma necessidade de se entender como é definida a relação científico-tecnológica estabelecida na sociedade. No entanto, esse movimento é carregado por uma ideia de progresso e linearidade, conforme indica Chrispino (2017) e Sanmartin (1990), na expressão usada no Guia da Exposição Universal de Chicago de 1933, destacado no seguinte trecho: "*A ciência descobre, o gênio inventa, a indústria aplica e o homem se adapta, ou é moldado pelas coisas novas*".

Nesse sentido, foi proposto a ideia de visualização dessa estrutura das relações científico-tecnológicas como o resultado bruto da ciência e da tecnologia em direção à riqueza e ao bem estar social (BAZZO, LINSINGEN e PEREIRA, 2003; LÓPEZ CEREZO, 1997, 1998). Denominado "*modelo linear de desenvolvimento*" por Gonzalez Garcia, López Cerezo e Lujan López (1996, p. 31), este modelo é visto como forma de simplificar o processo percorrido pelas etapas no qual o "avanço tecnológico, científico e o desenvolvimento econômico seriam diretamente ligados ao bem estar social" (CHRISPINO, 2017, p.9).

Para Sarewitz (1996), tal ideia já estaria presente na colocação realizada por Vannevar Bush (1945, 1999), ao convergirem na ideia de que:

> Os avanços na ciência, quando colocados no uso prático significam: mais trabalho, salários mais altos, horas mais curtas, colheita mais abundante, tempo mais livre para a recreação, para o estudo, para aprender a viver sem o trabalho fatigoso e enfraquecedor que tem sido a carga do homem comum do período passado. Mas, para alcançar estes objetivos... o fluxo do conhecimento científico novo deve ser contínuo e significativo (ibid, p. 17).

De acordo com Chrispino (2017), um emblemático exemplo desse ideal de

ciência pelo progresso é percebido no Relatório Bush que requereu total liberdade na produção científica-tecnológica, com o discurso de avanço e benefícios, porém foi o mesmo verificado pela bomba atômica que pôs o fim à Segunda Guerra Mundial.

Outros casos que contribuíram para dissociação da ideia de ciência como causa direta do bem estar social foram o avião B-29, denominado *Enola Gay*, que atacou a cidade de Hiroshima, em 6 de Agosto de 1945, com a conhecida bomba atômica de urânio, intitulada *Little Boy*, três dias após outra bomba de mesmo caráter ter sido lançada em Nagasaki, localizada a noroeste de uma ilha japonesa conhecida por Kyushu. Tais artefatos já haviam sido testadas um mês antes, em 16 de julho de 1945, próxima à região de Alamogordo, no Novo México/EUA. Estas bombas foram as responsáveis pelo fim da Segunda Guerra Mundial e podem ser consideradas fruto do projeto Manhattan que, em 1942, convidou cientistas de diferentes áreas para elaborar tecnologias que pudessem ser utilizadas contra seu inimigo político, evidenciando a catástrofe oriunda da mescla de interesses de poder com as suas relações com o conhecimento científico e tecnológico (CHRISPINO, 2017).

Episódios assim não foram pontuais e os avanços do desenvolvimento tecnológico foram retratados em outros eventos da sua apropriação para a detenção de poder entre nações. Em 4 de outubro de 1957, a antiga União Soviética divulgou ter enviado à órbita seu primeiro satélite. Este artefato ficou conhecido por *Sputink* e tinha o tamanho de uma bola de futebol. O evento teve imenso impacto, especialmente nos EUA, devido à Guerra Fria travada, nesta época, entre as duas nações (CHRISPINO, 2017). Vale ressaltar que esta inovação sustenta o mundo globalizado com trocas de informações em tempo real, graças a esta mesma tecnologia que um dia foi baseada em disputas de maior poder bélico.

Para Chrispino (2017), existe uma dualidade clara entre os seus pontos de benefício e malefício, ao se tratar das relações CTS. Se, por um lado, vivemos uma realidade com agravamento do aquecimento global indicado ultimamente como irreversíveis por especialistas, além do agravamento do efeito estufa, da diminuição das calotas polares, da recorrência de chuvas ácidas, a diminuição da camada de Ozônio, a utilização de bombas de napalm nas guerras da Coréia e Vietnam, os submarinos alimentados por energia nuclear, fora os acidentes como em Bhopal (India, 1984) e Chernobil (Ucrânia, 1986); por outro, sobrevivemos com base nas descobertas a nosso

favor, como a descoberta da penicilina e das vacinas, da inovação em equipamentos clínicos para o diagnóstico e tratamento de doenças, técnicas de transplantes e o desenvolvimento de órgãos artificiais. Eletricidade, Biotecnologia, Engenharia genética vêm ganhando espaço na utilização de recursos que garantem uma maior chance de sobrevivência da nossa espécie e tem o poder de aumentar o tempo da nossa expectativa de vida ou, até mesmo, diminuir as chances de proliferação de potenciais agentes biológicos devastadores, como estamos vivendo com a disseminação da Covid-19, que, em pouco mais de 5 meses, já retirou a vida de aproximadamente 900 mil pessoas pelo mundo, causando impacto direto nas relações estabelecidas entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade a medida que a necessidade de conhecimento científico é produzido no Mundo e como ele interfere nas relações humanas e suas diferenças de aparato tecnológico para lidar com tal problemática sanitária.

Esses eventos, dentre outros, demonstram que não se trata de uma relação direta que traz somente benefícios à sociedade. Existe a possibilidade de efeitos negativos que podem atingir um ou mais grupos sociais dentro de um prazo indeterminado a partir de sua ação, podendo ser de curto a longo prazo o aparecimento desses impactos. Mediante esta realidade, surgiram manifestações de grupos ativistas com questionamentos sobre estes impactos, além de alguns nomes atrelados à Ciência e à Tecnologia que convergiram no levantamento de discussões sobre esta prosperidade tecnológica (CHRISPINO, 2017). Congruentes a estes movimentos, outros acontecimentos históricos contribuíram para o surgimento das discussões sobre CTS, como é o caso da publicação da obra *Silent Sprint* (Primavera Silenciosa, 1962), escrita por Rachel Carson, em 1958, na qual debate sobre o uso de inseticidas químicos como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano) e as implicações de seu uso em larga escala por conta de ser um produto barato e eficiente contra insetos transmissores da malária e do tifo. Este livro fez tanto sucesso que, logo após três semanas, já fora observado mais de 100 mil exemplares vendidos. A partir dele, os denominados movimentos ecológicos passaram a ter mais evidência, levando à proibição desta substância atualmente (CUTCLIFFE, 1990; 2003).

Cutcliffe (1999, 2003) também destaca que um movimento de grandes proporções foi mobilizado contra a indústria automobilística sobre a segurança e os perigos do modelo *Corvair*, desenvolvido pela *Chervrolet* nos anos entre 1960 a 1969.

Vance Packard, em *The Hidden Persuaders* (1957), já havia denunciado que as necessidades de consumo estavam sendo definidas pela indústria da propaganda (CHRISPINO, 2017). Neste sentido, Cutcliffe (1990) refuta o que John Kenneth Galbraith, um economista renomado reconhecido pelo cetismo econômico, representado na fala da: "*teoria econômica quando não justificadas pelos dados empíricos*", apontou em seus trabalhos: *The Affluent Society* (1958) e *The New Industrial State* (1967), que houve a formação de uma "tecnoestrutura" controladora da tecnologia em busca da manutenção do seu próprio crescimento, não mais atrelado às necessidades de consumo.

Os avanços desta prática desenfreada também podem ser percebidos pela publicação realizada na revista *Nature*, por Mario Molina e Frank S. Rowland (1974) que levantou o mecanismo de ação dos clorofluorcarbonos (CFC), correlacionando com a redução da camada de ozônio. Esta substância geralmente presente em aparelhos de refrigeração foi sintetizado no ano de 1928. Somente após 82 anos, em 2010, sua utilização foi proibida através do Protocolo de Montrael. Os referidos autores desta publicação dividiram, junto de Paul Crutzen, o Prêmio Nobel de Química, em 1995. Chrispino (2017, p.10) relata a declaração de Molina, em seu sítio, através da seguinte afirmação: "Os cientistas podem descrever os problemas que afetam o ambiente com base nas evidências disponíveis, mas sua solução não é da responsabilidade dos cientistas, mas da sociedade como um todo".

A realidade vivida era um aumento no receio das possíveis relações que a Ciência comungava com a Tecnologia perante as decisões de parte da Sociedade, principalmente a parte detentora de poder econômico e político. Em 1963, Derek J. de Solla Price, discutiu os interesses do Estado no financiamento de desenvolvimento tecnológico. Após a publicação de Littles Science, Big Science, este autor permitiu a formação de grupos para a construção de uma "responsabilidade social da ciência" em diversos lugares do mundo, a exemplo da Inglaterra (CUTCLIFFE, 2003, p.11).

Outro marco de preocupação com os impactos do desenvolvimento científico e tecnológico pode ser evidenciado no trabalho *Science and Survival*, escrito por Barry Commoner, em 1963, ao alertar para as consequências desses avanços no contexto social. Este autor pontua que o caminho para tentar evitar a perda de controle dos rumos dos seus impactos na sociedade é por meio da divulgação científica, porém somente a sociedade é capaz da tomada de decisão para a garantia dos seus próprios interesses

(BECK, 2010).

No caminho de atender a estas questões sociais, que exigiam um novo olhar mais crítico para os desafios socioambientais, os estudos CTS se constituíram em aplicações presentes em duas linhas tradicionais. A europeia, em sua origem baseada na institucionalização acadêmica, com ênfase em fatores sociais antecedentes e voltada à Ciência como causa e Tecnologia como consequência. Essa linha de tradição CTS tem caráter mais teórico, apoiado pelas ciências sociais como a sociologia, a filosofia, a psicologia, entre outros. Enquanto a segunda linha tradicional se desenvolveu nos EUA, com a sua origem baseada na institucionalização acadêmica, mas também na administrativa. O seu caráter está mais voltado para o ativismo associado à ética e à teoria da educação, com ênfase nas consequências sociais. Para esta tradição, a Tecnologia se sobrepõe à Ciência (BAZZO *et al.*, 2003).

Na América Latina, sua manifestação foi um pouco mais tardia do que nos grandes centros da América do Norte e Europa e emergiu a partir do denominado Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACT). O início desse movimento teve maior expressividade pela insatisfação de uma parcela da comunidade acadêmica pela forma tradicional como era vista a ciência e a tecnologia, sendo as consequências dessas definições distorcidas para a sociedade. Este fato ocorreu com intensas evidências de problemas em diversos setores, como: “sociais, políticos, ambientais e econômicos, oriundos do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico da época” (CHRISPINO, 2013, p. 456).

Para Mitcham (1990), atendendo a essas questões, os estudos CTS passam a ter um papel de remodelagem conceitual na perspectiva crítica exercida pela ciência e tecnologia na sociedade. Essa afirmação não compreende apenas a sua essência como termo, mas também um sentido mais amplo ao estimular questionamentos sobre verdades absolutas, em relação à ciência e à tecnologia, a fim de tornar evidente que não há neutralidade na sua concepção. Tal fenômeno permite ao cidadão uma maior autonomia na tomada de decisões, de aspecto mais crítico, sobre os problemas envolvendo os conhecimentos científicos e tecnológicos.

A tentativa de uma redefinição paradigmática sobre os direitos e os deveres dos cidadãos sobre os impactos da ciência e da tecnologia na sociedade se tornou um consenso, porém sua abrangência se mostrou ampla ao ponto de se tornar inviável uma

única definição para o termo CTS, revelando a sua polissemia (CHRISPINO, 2013).

É possível verificarmos, no trabalho de Vacarezza (2002) e Kreimer e Thomas (2004), apontamentos que refutam as ideias de polissemia na origem dos estudos da ciência e tecnologia, quando diz:

> Os critérios para delimitar aquilo que 'está nos limites' deste campo não estão hoje suficientemente estabelecidos, apresentando um contorno com fronteiras difusas, em que a reivindicação de pertinência não encontra bases suficientemente compartilhadas para instalar-se de modo relativamente estável. (VACAREZZA, 2002, p. 12).

Diante da polissemia do termo CTS, Strieder (2012) defende que CTS é um conjunto de preocupações entre os campos da Ciência e da Tecnologia na Sociedade que, a partir de um ponto em comum em relação aos objetos de estudos e aos caminhos metodológicos seguidos, porém diferem quanto aos propósitos que podem estar imbricados na Racionalidade Científica, no Desenvolvimento Tecnológico e na Participação Social. Para esta autora, entender estas diferenças contribui para elucidar os limites e potencialidades do Movimento CTS no contexto educacional, no qual o discurso teórico tende a partir de mesmos referenciais, mas não se concretiza da mesma forma de quando se é aplicado no discurso educacional. A complexidade dos campos que compõem CTS podem denotar diferentes ênfases a partir deste mesmo objeto de estudo. Uma forma de clarificar tal fenômeno está nas tentativas de apresentação dos estudos CTS por meio de renomeações como: "*Educação para a Cidadania*", "*Educação para a sustentabilidade*" ou até mesmo "*Educação CTSA*" (SANTOS; SCHNETZLER, 1997).

Acevedo, Vázquez e Manassero (2003, p. 101) ressaltam que o

> Movimento CTS é entendido como uma inovação educacional que está em consonância com as mais relevantes e atuais recomendações internacionais para proporcionar no ensino de ciências a alfabetização científica e tecnológica mais completa e útil possível para todas as pessoas.

Ainda em relação ao contexto CTS, Silva (2019) traz em seu trabalho de dissertação um mapeamento da interface entre EA, Educação CTS e CTSA, no Brasil. O autor aponta que, apesar dos campos terem origens distintas, ambos se complementam dentro do que é colocado como "Núcleos de articulação", categorizados em 7 grupos de intercessão, que podem diferir quanto ao grau proximidade entre estes campos de estudos. Estes grupos de análise são: *Histórico*, *Pedagógico*, *Epistemológico*,

Teleológico, Político, Didático Curricular e Axiológico. O autor sinaliza que o estudo desta interface por meio destas articulações é

> [...] pertinente e possível de ser realizada, considerando as variadas possibilidades de integração entre esses núcleos, cujas interfaces podem contribuir para enriquecer a práxis pedagógica, gerando processos educativos críticos, reflexivos e complexos no contexto da Educação em Ciências (SILVA, 2019, s/p).

Por fim, para este autor, as já citadas buscas de renomeação do campo de CTS que atendam todas as vertentes da tríade que compõe CTS podem dificultar a percepção de um campo comum e faz um alerta "para uma imprecisão conceitual e terminológica dentro do campo de conhecimento" (SILVA, 2019, p.69).

As divergências quanto a um senso comum acabaram emergindo tradições ditas americana e europeia que permitiu o aparecimento do Enfoque CTS, contribuindo para uma especialização das reflexões feitas por profissionais de Tecnologia e Ciência, o que denominamos, amplamente, como Estudos CTS. Esses trabalhos viabilizam uma melhor compreensão sobre os fenômenos sociais que vão contra os avanços tecnocientíficos. A este contexto mais amplo, nos referimos ao Movimento CTS.

Para Chrispino (2017), alguns autores não fazem a diferença entre estes dois termos: estudos e movimentos CTS. Embora o Movimento CTS possa representar melhor as consequências sociais e ações da sociedade em torno dos temas Ciência e Tecnologia, enquanto os Estudos CTS identificam um campo de estudo que entende as relações que compõem a tríade CTS, dando ideia de antecedência. Em consonância com o pensamento de Vacarreza (2002), este autor propõe que:

> [...] o conceito de campo às funções estritamente cognitivas que levam a cabo os distintos cultores da reflexão sobre as relações entre ciência, tecnologia e o social. O conceito de movimento faz referência à conformação de um sujeito político (ou a um conjunto mais ou menos integrado ou contraditório de sujeitos políticos) que pretende intervir em situações de poder social global sobre a base de reivindicações ou objetivos de mudanças específicas (sejam setoriais ou globais) (ibid, p. 67).

A análise do movimento CTS tinha por objetivo demonstrar que os sujeitos, na construção do saber, são passíveis de intencionalidade e que não há neutralidade na produção de seus objetos de pesquisa, além de expor a sua complexidade no que tange a sua capacidade de promover resultados que possam ser danosos à própria sociedade a médio ou longo prazo. Tal característica vem para corroborar com a ideia de que o

resultado da ciência não está atrelado, indubitavelmente, ao bem estar social.

Inclinamo-nos, neste trabalho, à proposta de transversalidade, contextualidade, interdisciplinaridade e complexidade quanto à amplitude oriunda da temática CTS que vai de acordo com os estudos defendidos por Cuticliffe (2003):

> [...] em resumo, pode dizer-se que o campo de CTS deixou para trás qualquer tendência inicial que pudesse ser relacionada com alguns grupos e que implicasse em uma visão simplista em branco e negro da ciência e da tecnologia na sociedade, buscando alcançar uma compreensão mais complexa da relação de CTS. Na atualidade, CTS concebe a ciência e a tecnologia como projetos complexos que se dão em contextos históricos e culturais específicos. O que tem surgido é um consenso com respeito a que, se bem a ciência e a tecnologia nos trazem diversos benefícios, também provocam certos impactos negativos, alguns dos quais imprevisíveis, mas todos refletem os valores, pontos de vistas e visões daqueles que estão em situação de tomar decisão com respeito aos conhecimentos científicos e tecnológicos dentro de seus âmbitos. A missão central do campo CTS até a data de hoje tem sido a de expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social. Deste ponto de vista, a ciência e a tecnologia são vistos como projetos complexos em que os valores culturais, políticos e econômicos nos ajudam a configurar os processos tecnocientíficos, os quais, por sua vez, afetam os valores mesmos e a sociedade que os mantém (ibid, p. 18).

Cuticliffe (2003, p. 25), ainda cita em seu trabalho que CTS é um "campo de estudo ativista, interdisciplinar e orientado a problemas que tratava de entender e responder às complexidades da ciência moderna e da tecnologia na sociedade contemporânea". Para Manassero e Vázquez (2001), há um enriquecimento do campo da tríade CTS quando se descaracterizam os preceitos de cientificismo e passam a constar uma maior equivalência entre a tecnologia e a ciência. Para estes autores, o encontro igualitário da relação entre estes campos promove através da Educação a formação de

> [...] ciudadanos capaces de opinar libremente sobre muchos de los problemas de nuestro tiempo con fundamentos, conocimiento de causa y responsabilidad social (formación axiológica en valores y normas), lejos de posiciones extremas en las que o bien se sacralizan la ciencia y la tecnología o bien se las denigra como responsables de todos los males que nos aquejan (ibid, s/p).

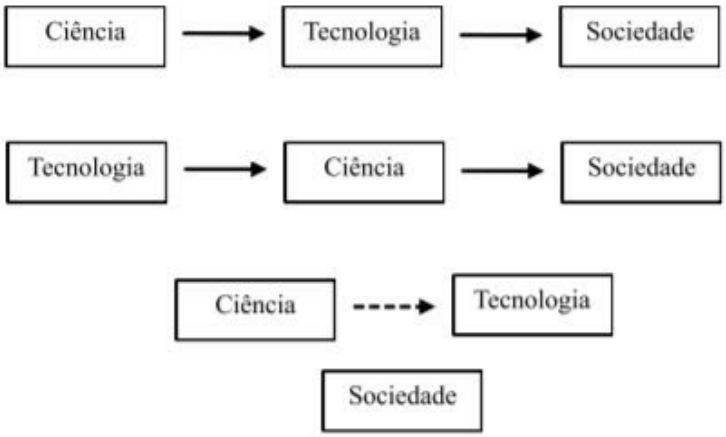
Nesse momento, descarta-se a ideia de uma unilateralidade da concepção de construção de conhecimento no campo CTS, pois as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade ocorrem no momento em que elas passam a se complementar.

O caráter interdisciplinar do Ensino CTS tem, como principal característica, a

integração entre os diferentes conhecimentos produzidos historicamente e compartimentalizados pelas instituições educativas, visando à formação de cidadãos críticos e capazes de atuar nos processos decisórios em sua comunidade, desenvolvendo a capacidade de tomada de decisão sobre assuntos de importância social relacionados à Ciência e à Tecnologia (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Neste sentido, Vázquez *et al.* (2007) apresentaram um trabalho em que se pôde identificar essa relação da tríade, com visões ditas ingênuas, que destoam da forma como o campo realmente é, sugerindo as possíveis relações tidas como adequadas. Para elucidar, inicialmente, as posturas ingênuas, os autores destacam o seguinte esquema que representa as três crenças relacionadas às múltiplas relações entre CTS (FIGURA 1).

Figura 1: Esquemas gráficos correspondentes às representações de três crenças ingênuas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade.



Fonte: VÁZQUEZ *et al.* (2007, p. 37).

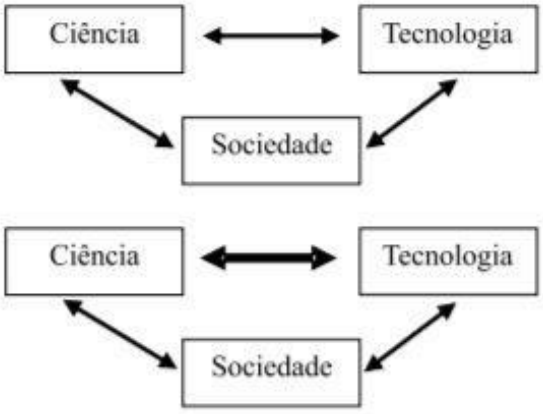
Em uma das possibilidades observadas pelo autor, a Ciência é vista como fonte de conhecimento que atinge a sociedade por intermédio da Tecnologia. Em segundo plano, a Tecnologia que influencia indiretamente a Sociedade através da Ciência ou até uma visão de que a Ciência atue sobre a Tecnologia, mas que não interfira diretamente na Sociedade. Este pensamento unilateral de raciocínio, ainda que com mais de uma possibilidade de caminhos a serem trilhados, estabelece um reducionismo das relações que podem ser obtidas entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade. Esta particularização na leitura isolada dos termos que compõem CTS pode contribuir para uma visão antiquada,

já referida por Santos e Mortimer (2001), ao relatar que a Ciência

> [...] era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas consequências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade. A crítica a tais concepções levou a uma filosofia e sociologia da ciência que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades, cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais (SANTOS e MORTIMER, 2001, p.96).

Este modelo de pensamento aproxima o movimento cientificista da neutralidade de uma ciência infalível e intangível, e que pode contribuir para uma interpretação equivocada das relações que estabelece com a Tecnologia e a Sociedade (SANTOS e MORTIMER, 2001). No intuito de facilitar a relação de trocas como concebem a formação do campo de CTS, os autores sugerem a estruturação abaixo (FIGURA 2):

Figura 2. Esquemas gráficos correspondentes às representações de duas crenças adequadas relacionadas às múltiplas relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade



Fonte: VÁZQUEZ *et al.* (2007, p.37).

A partir desta perspectiva apontada por Vázquez (2007), há uma relação mútua entre os campos Ciência – Tecnologia – Sociedade, ainda que alguma delas possa ter um maior destaque de acordo com o objetivo do estudo, todas concebem nesta ideia uma integração que vai contra a visão anteior de unitelateralidade e de fragmentação da perspectiva CTS. Como dito anteriormente, esta visão emancipatória só é estabelecida quando a Ciência e a Tecnologia contribuem e são contribuídas pela formação cidadã. Neste sentido, temos um estímulo ainda maior no campo do Ensino de Ciências ao se

fazerem necessárias estratégias pedagógicas no campo da Educação para a inclusão de uma perspectiva CTS crítica (FILHO *et al.*, 2013, p.315).

No Brasil, temos uma maior expressividade dos estudos CTS em meados de 1990, com o aparecimento de trabalhos envolvendo a área de ensino (CACHAPUZ *et al.*, 2008; MIRANDA, 2013). Ainda neste ano, pode-se citar a realização da ‘‘*Conferência Internacional Ensino de Ciências para o século XXI: ACT - Alfabetização em Ciência e Tecnologia’’*, que tinha a educação científica dos cidadãos como principal temática. Debates promovidos como este, demonstraram-se como parte de uma série de eventos que permitiram a permeabilidade do campo de CTS que pode ser visto inserido no currículo do ensino médio através, por exemplo, de seus objetivos e fundamentos.

Santos (2002, p.113) destaca alguns outros trabalhos que levaram à produção de materiais didáticos, incorporando tais ideias em:

> [...] *o projeto Unidades Modulares de Química* (AMBROGI et al., 1987), *as propostas pedagógicas de LUTFI* (1988 e 1992), *a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da USP – GEPEQ*, (1993, 1995, 1998), *a coleção de livros de física do GREF* (1990, 1991 e 1993), *o livro Química na Sociedade* (MÓL e SANTOS, 2000) *e o livro Química, Energia e Ambiente* (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999). Dentre as recomendações curriculares, podem ser destacadas a *Proposta Curricular de Ensino de Química da CENP/SE do Estado de São Paulo* (SÃO PAULO, 1988), *as recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN* (1991), *e a Proposta Curricular de Química para o Ensino Médio do Estado de Minas* (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1998).

Alguns trabalhos apontam essa questão da tomada de decisão como um dilema dos currículos de CTS, pois esta análise se demonstra um processo que é por demais complexa (SOLOMON, 1991 e 1994). Nesse sentido, é preciso refletir sobre os diversos fatores que influenciam a atitude dos estudantes frente a um problema social, o que não pode ser reduzido à mera análise da interação do aluno com o material de CTS. É preciso ainda discutir a relação problemática entre atitudes desenvolvidas na escola e ação social subsequente, pois aparentemente não há uma correspondência direta unilateral entre as atitudes desenvolvidas nos cursos de CTS e a participação dos alunos em questões sociais na vida diária (LAYTON, 1994; SOLOMON, 1991 e 1994; THOMAS, 1985).

As transformações no ambiente em que vivemos é uma das principais pautas que

podemos utilizar como plano de fundo contextualizador no Ensino de Ciências e que traz à tona a necessidade de sua implementação e valoração como forma de integração entre ambos os campos de EC e EA. A exemplo do agravamento das condições climáticas ambientais e das discussões sobre a natureza do conhecimento científico e o papel exercido na sociedade, houve uma maior presença de um pensamento crítico, no mundo inteiro, acerca das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (AULER; BAZZO, 2001; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2001).

Levando-se em consideração todo esse momento, atravessado pelo aumento da demanda das questões sociais, perante ao cenário cada vez mais claro, em relação aos impactos ambientais, implicou-se a necessidade de aproximar as políticas públicas a um conjunto de medidas que diminuem o caráter exploratório do desenvolvimento econômico, numa tentativa de frear os impactos negativos relacionados ao avanço da degradação ambiental. Dentro desta perspectiva, toma-se a EA como um importante pilar de manutenção da construção de uma sociedade voltada para a sua realidade e com uma visão transformadora e crítica, que está inclinada a receber os diversos grupos sociais como agentes de superação desses problemas (GUIMARÃES, 2013).

É tido, então, como imprescindível o contexto educacional e científico como formas de engajamento político-econômicas no enfrentamento da crise ambiental. Espera-se que esse processo seja acompanhado pela construção de uma Educação em Ciências e esteja dialogando diretamente com um modelo de EA, baseado na perspectiva crítica, para estimular uma via recíproca de interesses estabelecidas pelas questões sociais e econômicas em cada realidade social (VASCONCELLOS; GUIMARÃES, 2006). Esta ideia pode ser corroborada, por estes autores, ao indicar que

> Uma intervenção educacional crítica e emancipatória assume sua dimensão política. É uma educação ambiental comprometida com a transformação da realidade rumo à sustentabilidade socioambiental, e percebe o ambiente educativo como movimento, mas um movimento aderido ao da realidade socioambiental, onde se contextualiza. (VASCONCELLOS *et al.*; 2005, p.7).

Posteriormente, outros autores defenderam este posicionamento de uma perspectiva de EA que, assim como no movimento CTS, alimenta uma educação pautada em uma postura crítica do cidadão sobre a sua tomada de decisões. Dentre estes, Farias e Freitas (2007) apontam que

> A ideia de construir um saber solidário, mediado de possibilidades de participação e de sentimento de incompletude cultural, não se estabelece senão por meio do afrontamento e, portanto, do conflito, perante o saber hegemônico. Em decorrência, na educação escolar, falar de abordagens no âmbito da EA e das interações CTS pressupõe sempre pautar-se numa perspectiva crítica e emancipatória do sujeito, da sociedade e do ambiente (FARIAS e FREITAS, 2007, p.12).

Loureiro *et al.*(2009) corroboram tais evidências por entender que o movimento de se contrapor ao cientificismo e a ideia de neutralidade da ciência requerem um aprofundamento nas ações desenvolvidas pela Educação em Ciências que tende a se estabelecer dentro da perspectiva CTS e da EA, pois conjuga, em sua perspectiva crítica, um olhar emancipador do cidadão frente às questões socioambientais em que se está inserido. Para Vasconcelos *et al.* (2005), a sintonia entre CTS e a EA crítica se dá quando se concebem preocupadas com o contexto histórico-cultural da sociedade, que naturalmente se demonstra complexa e plural. Nesse sentido, a EA passa a se destacar ainda mais, no objetivo de alcançar um equilíbrio socioambiental que condiga com cada realidade.

1.2. Contextualização da Educação Ambiental em CTS

A relação entre o homem e o meio ambiente ocorre desde a sua existência, embora o avanço na complexidade da sociedade não tenha acompanhado a preocupação com a utilização dos recursos que o meio ambiente proporciona. Não muito distante, vemos uma preocupação maior em conferir papel de destaque desta pauta no âmbito social, econômico e político (SANTOS, 2015). Vive-se em todas as escalas sociais, seja em nível nacional ou mundial, uma irracionalidade do capitalismo que permite a emersão de uma crise entre a dimensão da cidadania e da natureza, por exemplo, e em oposição do capital (GUIMARÃES *et al.*, 2017). Harvey (2004, p. 123) considera essa crise do capital como "*endêmica e permanente*", levando o próprio sistema ao seu limite e conclui afirmando que "assistimos à mercantilização da natureza por atacado". Essa designação vem atrelada aos impactos ambientais causados pelo homem com o avanço do desenvolvimento econômico envolvido neste processo.

Pinto *et al.* (2009, p. 40) avaliam que as consequências de uma crise ambiental, além de sua gravidade, acarretam diversos impactos ambientais. Dentre os problemas,

destaca-se o “aquecimento da terra, desflorestamento, contaminação de rios e oceanos, desertificação, extinção de fauna e flora, perda da biodiversidade entre outros, colocando em risco a vida no planeta”. Sobre este agravamento, Guimarães *et al.* (2017) destacam:

> É a manifestação da crise de um modelo de desenvolvimento que dá pistas da insustentabilidade socioambiental da sua reprodução; ou seja, uma crise civilizatória. A educação ambiental (EA), nessa perspectiva, tem um papel decisivo no sentido de contribuir para ampliar a consciência crítica dos indivíduos em sua atuação coletiva, para a necessidade de construção de uma nova ordem sociometabólica sustentável e de um saber ambiental. Isto significa uma opção por uma educação ambiental crítica, transformadora e emancipatória que vai além de “ensinar” bons comportamentos em relação à natureza e ao meio ambiente. É uma educação ambiental comprometida com as mudanças de valores e a transformação de indivíduos e sociedade (ibid, p. 119).

Embora a questão ambiental seja de interesse global, com a responsabilidade de cada Estado ter a obrigação de garantir a sua preservação e conservação, em 1864, George Perkin Marsh sinalizou sua aflição quanto à utilização indiscriminada de recursos via ação antrópica. Tal cenário foi concretizado entre as décadas de 1950 e 1960, segundo Dias (2004). Em anos seguintes, a obra literária lançada por Rachel Carson intitulada “*Silent Spring*” (Primavera silenciosa) levantou consequências dos problemas gerados pelo uso de inseticidas e pela alta frequência na sua utilização, além de considerar os impactos causados por esta prática (SANTOS, 2015). De acordo com Wilson (2010, p. 250), “[...] Primavera silenciosa, aplicou um choque galvânico na consciência pública e, como resultado, infundiu ao movimento ambientalista uma nova substância e significado”. Para Lear (2010, p. 11), o “[...] livro de Carson deu início a uma transformação na relação entre os seres humanos e o mundo natural, e incitou o despertar da consciência pública ambiental”. Infere-se, a partir destas colocações, que a obra realizada por Carson (1962) permitiu discussões de cunho sociopolítico, reverberando até seis anos depois chegar à Organização das Nações Unidas (ONU) (DIAS, 1991). As consequências da conjuntura desses fatos, paralelamente aos problemas ambientais em agravamento, fizeram com que medidas políticas, sociais e, até mesmo, educacionais pudessem ocorrer por reuniões e conferências, no intuito de viabilizar uma melhor relação entre o homem e o ambiente natural (VASCONCELOS *et al.*, 2012).

Em Roma, no ano de 1968, 30 especialistas de diferentes especialidades se encontraram em uma reunião que ficou conhecida como o Clube de Roma para debater a crise ambiental estabelecida naquela época e como poderiam ser os próximos cenários de acordo com a realidade que se tinha até então. Seguidos dois anos, em 1970, os Estados Unidos se tornaram a primeira nação a aprovar a lei sobre EA. Ainda na mesma década, precisamente em 1972, o Clube de Roma publicou o relatório The *limits of growth* (Os limites do crescimento), com o objetivo de levar a compreensão do caminho a que a sociedade estava inclinada a um desejo de crescimento sem mensurar as suas principais consequências no meio e o que este impacto poderia gerar para a própria população mundial. A conclusão era que o modelo de consumo desenfreado poderia causar um colapso na estrutura de sociedade como a conhecemos e fazer um alerta à humanidade quanto ao incentivo deste desenvolvimento que causa mais prejuízos do que benefícios (SANTOS, 2015).

Ainda no mesmo ano, a Conferência das Nações Unidas, em Estocolmo - Suécia (1972), realizada pela ONU, trouxe a temática Ambiente Humano que permitiu a confecção e a conclusão de uma declaração que, dentre seus objetivos, reconhecia a importância do incentivo ao desenvolvimento da EA, além de destacar a imprescindibilidade de tornar a visão sobre meio ambiente mais abrangente para fatores como os sociais, econômicos e biológicos (BATTAINE *et al.*, 2018). Os impactos desta conferência já puderam ser vistos quando a UNESCO realizou um encontro em Belgrado - Iugoslávia, em 1975, que também levou à protocolização de orientações para a formação de um programa ambiental, além de princípios para a sua utilização. Essas medidas mostraram uma maior evidência da questão ambiental mundial, porém não foram suficientes diante do que se via no crescente agravamento dos problemas ambientais. Então, foi organizado um novo encontro pela UNESCO/PNUMA, denominado Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambiental, que ocorreu em Moscou, no ano de 1987, reforçando as recomendações da Conferência de Tbilisi, que teve por objetivo incorporar a EA no ensino formal, com uma reformulação das práticas pedagógicas anteriores que dificultavam a inclusão da temática ambiental na sala de aula. Nele, também se destacou a importância da prática da EA em todos os níveis educacionais e que seu papel não se restringiria a ser um agente de conservação do meio ambiente, mas também da sua preservação por meio de medidas mais

audaciosas de planos de reestruturação social em direção a um molde de desenvolvimento com menores índices de impacto na sociedade capitalista. Para fortalecer ainda mais este projeto foi sugerida uma maior atenção à formação e à preparação para os recursos humanos voltados a esta área (SANTOS, 2015). Cabe ressaltar que a conferência de Tbilisi foi um marco internacional para a EA, sendo a primeira Conferência Intergovernamental, em 1977. O seu legado ficou ainda mais enraizado devido às duas conferências anteriores: "I Conferência Internacional sobre Meio Ambiente, em 1972, em Estocolmo - Suécia, por meio de sua recomendação 96, que atribuiu à EA um papel estratégico na busca da melhoria da qualidade ambiental; e a Conferência de Belgrado, Iugoslávia, em 1975, na qual foi formulado o Programa Internacional de Educação Ambiental" (BATTAINE *et al.*, 2018, p. 294). Neste contexto, a EA

> [...] consiste em o ser humano compreender a complexa natureza do meio ambiente, resultante da interação de seus aspectos biológicos, físicos, sociais e culturais. Portanto, ela deve criar para o indivíduo e para as sociedades os meios de interpretação da interdependência desses diversos elementos no espaço e no tempo, a fim de promover uma utilização mais reflexiva e prudente dos recursos do universo para atender às necessidades da humanidade" (Conferência de Tbilisi, 1977, apud Dias 2004, p. 111).

Em abril de 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), composta por países da periferia e do centro, formulou um documento para ratificar a necessidade de uma mediação entre a produtividade e a saúde ambiental através do que ficou conhecido como "*O Nosso Futuro Comum*" ou "*Brundtland*", que se referia a uma homenagem a Srª Gro Brundtland, primeira Ministra da Noruega, que foi a responsável pela coordenação deste trabalho, sendo este, inclusive, utilizado durante as discussões sobre meio ambiente na Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92) (SANTOS, 2015).

No contexto brasileiro, houve a promulgação de uma Constituição brasileira, em 1988, na qual um capítulo deste documento foi dedicado à EA, nunca explicitado em versões anteriores deste documento. Dentre as prerrogativas acerca das incumbências do governo, estava a de "promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente" (Inciso VI, do artigo 225 apud Dias, 2004, p. 419). Nesta perspectiva, Battaine *et al.* (2018) também apontam três documentos que surgiram no Brasil relacionados à EA, como o Tratado de Educação

Ambiental para as Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (Tratado), Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA).

Essas medidas permitem à EA estabelecer um caminho próprio sem haver predeterminações que possam tolher o seu papel de, principalmente, garantir a emancipação humana (SORRENTINO, 2013). A favor deste argumento, tem-se que

> Instruir pode, portanto, significar duas coisas absolutamente opostas: confirmar uma incapacidade pelo próprio ato que pretende reduzi-la ou, inversamente, forçar uma capacidade que se ignora ou se denega a se reconhecer e a desenvolver todas as consequências desse reconhecimento. O primeiro ato chama-se embrutecimento e o segundo, emancipação (RANCIÈRE, 2015, p. 11).

Em 1992, a Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (RIO-92) trouxe à tona, mais uma vez, o poder de insustentabilidade que o modelo de desenvolvimento vigente traz e muitos países discutiram como poderiam, então, criar novas interferências de contexto global para mitigar os efeitos colaterais, reconhecidos por este grupo, para que o futuro da humanidade fosse garantido. Paralelamente a isso, foi elaborada a Agenda 21 que traria justamente a ideia de desenvolvimento socialmente justo para todos (SANTOS, 2015).

Para Cascino (1999), a RIO-92 possibilitou uma mudança paradigmática na orientação de uma releitura das realidades sociais e problemáticas que envolvem a exploração de recursos naturais, a produção e o consumo de bens e serviços, a reforma e a substituição de instituições de representação e a participação política, além da transformação de espaços de formação e formação de gerações futuras, concretizando, assim, uma nova realidade da sociedade constituída em um meio de novas referências sociais e políticas.

O Ministério da Educação (MEC), em 1996, publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que veio ao encontro das políticas implementadas até o momento, com a introdução da EA como tema transversal no currículo de parte do ensino básico, mais precisamente no Ensino Fundamental (BRASIL, 1998). Embora tais medidas reflitam um movimento de adequação satisfatório e conclusivo, Souza (2004) pontua que ainda há uma falta de indicação menos compartimentada dos conteúdos e das diversas áreas do conhecimento, o que poderia levar a uma mudança nas práticas pedagógicas na EA.

A intenção não se concretizou quanto à Agenda 21, sob o ponto de vista de alguns objetivos traçados, a exemplo de: perspectiva de saneamento básico no prazo de 10 anos, garantia da democratização da justiça, promover a implementação e universalização dos programas de ensino de horário integral. Embora possa aparentar um cenário de desânimo e que vai contra o momento de conscientização da questão ambiental como temática importante para a sociedade, neste sentido, a questão ambiental ganhou muitos adeptos entre os cidadãos que atuam, individualmente ou em grupos, para sensibilização das problemáticas que envolvem o uso desordenado do meio ambiente e da necessidade de entender melhor a sua complexidade, além de mostrar a importância do ensino desta área aos cidadãos que irão compor o amanhã (SANTOS, 2015).

Uma nova iniciativa em prol de uma maior visibilidade para um novo olhar para o meio ambiente foi realizada no Seminário Internacional de Desenvolvimento Sustentável (Rio +10). A partir desse movimento, foi possível a criação da Lei 9.795/99, por meio do Decreto 4.281/02, que definiu ações no âmbito formal e não formal do ensino, referente à EA. Este tópico evidencia o incentivo de uma exploração do ensino sobre a questão ambiental, dentro e fora da sala de aula, e também leva em consideração o contexto em que o cidadão está inserido, ou seja, a problemática ambiental em que esta pessoa ou grupo de pessoas tem como realidade própria (SANTOS, 2015).

No ensino formal, aquele que ocorre dentro do ambiente escolar, preconiza-se uma revisão da prática pedagógica quanto ao conteúdo disciplinar e se estende a um olhar mais crítico sobre o currículo trabalhado, introduzindo conteúdos e práticas que sejam de maior relevância para as características e desafios de cada região. Para que este objetivo seja alcançado, a multidisciplinaridade ganha um destaque maior em busca de um tratamento da temática ambiental sob o ponto de vista de todas as disciplinas e, ao trazer o assunto de forma transversal, inclina-se ao modelo de interdisciplinaridade que atende ao molde mais esperado dentro das práticas pedagógicas mais recentes (SANTOS, 2015).

Embora os obstáculos, para verificarmos uma atuação plena da EA, tenham se revelado dos mais diversos, presentes em todas as suas instâncias, a temática em questão se mostrou plural em sua concepção como sendo uma das possíveis dimensões do processo educacional e, por isso, permite "*visões sociais de mundo*" diferenciadas,

que podem estar mais próximas de um caráter conservador, tendendo a manter o modelo de sociedade atual, enquanto o crítico carrega o interesse em promover o equilíbrio socioambiental que leve à transformação humana através de ações políticas (GUIMARÃES, 2013).

> Uma das estratégias de apreensão das diversas possibilidades teóricas e práticas no campo da educação ambiental consiste em elaborar um mapa deste "território" pedagógico. Trata-se de reagrupar proposições semelhantes em categorias, de caracterizar cada uma destas últimas e de distingui-las entre si, ao mesmo tempo relacionando-as: divergências, pontos comuns, oposição e complementaridade (SAUVÉ, 2005).

Nesta perspectiva, Sauvé (2005) destaca a existência de quinze correntes de EA, nas quais algumas partes são mais tradicionais e não tão atuais embora tivessem dominância entre os anos de 1970 e 1980, enquanto as outras vieram com maior ênfase nas preocupações mais recentes sobre este assunto. Dentre as correntes tradicionais, destaca a Naturalista, a Conversacionista/recursista, a Resolutiva, a Sistêmica, a Científica, a Humanista e a Moral/Ética. Em contraposição, encontram-se as correntes Holística, Biorregionalista, Práxica, Feminista, Etnográfica, Eco-educação, Sustentabilidade e Crítica (SAUVÉ, 2005, p. 18), que somam o grupo das correntes recentes e refletem a diversidade de enfoques que podem evidenciar uma pluralidade no campo da EA.

Embora as correntes possuam divergências em suas intenções e foco de estudo, isso não significa que elas não tenham pontos em comum. Assim sendo, tomo neste trabalho a corrente crítica como norteadora sobre o assunto, por entender que seus pressupostos não excluem as outras correntes e, ao mesmo tempo, se aproxima do objetivo de uma cidadania com autonomia na tomada de decisões proposta pela Educação CTS. Neste sentido, Sauvé (2005) destaca que

> Esta postura crítica, com um componente necessariamente político, aponta para a transformação de realidades. Não se trata de uma crítica estéril. Da pesquisa ou no curso dela emergem projetos de ação numa perspectiva de emancipação, de libertação das alienações. Trata-se de uma postura corajosa, porque ela começa primeiro por confrontar a si mesma (a pertinência de seus próprios fundamentos, a coerência de seu próprio atuar) e porque ela implica o questionamento dos lugares-comuns e das correntes dominantes (ibid, p. 31).

Esta corrente tem sua base instalada no campo da "teoria crítica" e teve sua origem nas ciências sociais, sendo incorporada inicialmente no campo da educação até

que, em 1980, fez-se presente na área da EA (ROBOTTOM e HART, 1993). Para Sauvé (2005), há um forte cunho político na postura crítica, possibilitando um caminho de transformação de realidades, incluindo a Educação. Sobre a importância dessa perspectiva,

> A educação ambiental que se inscreve numa perspectiva sociocrítica (socially critical environmental education) convida os participantes a entrar num processo de pesquisa em relação a suas próprias atividades de educação ambiental (...). É preciso considerar particularmente as rupturas entre o que o prático pensa que faz e o que na realidade faz e entre o que os participantes querem fazer e o que podem fazer em seu contexto de intervenção específica. O prático deve se comprometer neste questionamento, porque a busca de soluções válidas passa pela análise das relações entre a teoria e a prática. (...) A reflexão crítica deve abranger igualmente as premissas e valores que fundam as políticas educacionais, as estruturas organizacionais e as práticas em aula. O prático pode desenvolver, através deste enfoque crítico das realidades do meio, sua própria teoria da EA (ROBOTTOM e HART, 1993, p. 24).

A ideia de vinculação entre correntes diferentes, a partir da perspectiva da teoria crítica, pode ser reconhecida no trabalho de Chaia Helles (2003), que traz um olhar e valores femininos mesmo que inserido na corrente de ecologia social. Ela propõe um processo crítico em três fases: uma fase crítica, uma de resistência e, por fim, uma de reconstrução. A autora se inspira no anarquismo social, que se afasta de preceitos liberais clássicos do individualismo e da concorrência, dando lugar a espaços de coletividade e cooperação. As preocupações em torno do campo crítico da EA também são vistas por Patiño (1994), autor que carrega a corrente biorregional conjugada com a corrente crítico social, que pauta sua metodologia na pedagogia de trabalhos interdisciplinares, na contextualização dos temas abordados e no diálogo de saberes (científicos formais, cotidianos, tradicionais, entre outros) com o objetivo de aproximar os cidadãos de um saber-crítico.

Para Patiño (1994), os saberes não devem ser taxativos, devem se apossar de outros discursos em um enfoque crítico para se estabelecer uma ação. Para ele, existem 3 fases para se alcançar este objetivo. A primeira é estabelecida com a análise de um tema ambiental encontrado em diferentes veículos de informações, desde artigos científicos até jornais locais, por exemplo. O resultado desta etapa tem como entender o enfoque, seus fundamentos e as implicações relacionadas às suas características. Em segundo lugar, torna-se o entendimento da realidade local como meio de expor, de se

direcionar para as necessidades da região onde se está inserido, levando em consideração a sua cultura e seus desafios. No último plano, o projeto é encaminhado às autoridades municipais para serem analisadas e terem a oportunidade, dentre outros projetos, de ser escolhido para receber investimentos para a sua concepção. Tal processo é realizado por alunos, professores e estendido à comunidade como um todo. Trata-se de um enriquecimento de referenciais de diferentes correntes e que, além de conversar entre si, aumenta a rede de ação comunitária (LUZ *et al.*, 2019).

Essas necessidades materiais e simbólicas da sociedade contemporânea devem ser atendidas por soluções técnicas e político-econômicas dentro do campo científico, educacional e acadêmico (VASCONCELLOS *et al.*, 2006). Estes autores ressaltam a importância da Educação em Ciências, conjugada com a EA crítica, para os cidadãos terem atuação direta nos movimentos sociais e em seus desafios socioambientais para enfrentamento, contanto que sejam cientificamente letrados e politicamente conscientes. Antunes (2005) e Mészaros (1989) defendem que essa linha de argumentação seja coerente, pois houve, de forma crescente, a ação da ciência e da tecnologia (tecnociências) com função central no processo produtivo e até mesmo nas relações sociais. Seria uma tendência da nova sociedade mundial do que é chamado de período "*Pós-Grande Indústria*", que está estruturado na "especulação financeira, liberação de mercados, utilização das ciências, do conhecimento e da informação como poderosas forças produtivas" (LOUREIRO e LIMA, 2009, p. 89). Para Casanova (2004), não estamos mais inseridos em um modelo enrijecido como visto na logística mecanicista do período de industrialização, passamos para um embasado na transmissão de informações, com flexibilidade e subjetividade humana.

Vasconcellos *et al.* (2005) defendem que a adoção de uma perspectiva crítica da educação é estimulada pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, além de seus impactos ambientais. Ainda nesse sentido, eles afirmam que

> A pedagogia crítico-social dos conteúdos está atenta ao fato de que o saber científico é produzido pelo trabalho humano e por isto surge em um determinado momento histórico de uma dada sociedade, transformando-se em ideias e práticas convenientes aos interesses das classes dominantes desta sociedade. Este saber é divulgado às demais classes após ser traduzido em conteúdos escolares, prestando-se nas sociedades capitalistas à manutenção da concentração da riqueza (...). Apesar de reconhecer este aspecto, os autores desta abordagem acreditam na reapropriação deste saber científico pelas classes menos favorecidas economicamente, desde que seus integrantes trabalhem

> com ele, procurando modos de colocá-lo a seu serviço. Por trás desta crença está a ideia da existência de um núcleo científico, objetivo e universal no saber institucionalizado (VASCONCELLOS *et al.*, 2005, p.3).

O movimento CTS, inserido no campo da Educação em Ciências, visto como "aquele que trata das interrelações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social" (SANTOS; MORTIMER, 2002, p.3) está em consonância com Savani (2003), por sua definição sobre a perspectiva histórico-crítica que reconhece a escola como fator de importância na construção de cidadania (TEIXEIRA, 2003), em que a ciência deve estar pautada em atender a questões sociais pré-determinadas (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Loureiro (2007) afirma que o enfoque CTS e a perspectiva da EA crítica possuem premissas similares em seus conhecimentos e verdades constituídos ao longo da história, os problemas que conhecemos como ambientais estão mais relacionados com a maneira que a sociedade se estabelece, através da cultura e da resposta humana por meio da técnica no ambiente em que se está inserido.

Na perspectiva problematizadora do movimento CTS, vemos a recente presença de inclusão da temática ambiental no que diz respeito ao campo do EC. Embora possa parecer que a EA está atrelada à Educação CTS, ainda há muitas divergências sobre a articulação entre as duas áreas (LUZ *et al.*, 2019).

Farias e Freitas (2007) têm um dos primeiros trabalhos no viés de aproximação entre os dois campos que ainda são pouco explorados e recentes. Ambas acreditam que deve haver uma maior relação entre as partes, pelo fato de possuírem um mesmo signo no que compete à capacidade crítica e de emancipação do cidadão no meio em que o cerca. Essa necessidade já havia sido relatada anteriormente por diversos autores (VASCONCELOS, 2003; MARTINS *et al.*, 2008; LOUREIRO; LIMA, 2009; COSENZA; MARTINS, 2011) que destacam uma inclinação do EC aos estudos pedagógicos, enquanto a EA teve sua trajetória mais voltada para as questões sociais. Este fenômeno não é um fator determinante de divergência entre elas, mas converge em ações de construção político-pedagógicas, de aspecto crítico, em prol das questões sociais. Um aumento sobre esses debates tem sido visto, principalmente, em Revistas de Ensino de Ciências devido a um aumento de pesquisas sobre EA nesta área (MARTINS

et al., 2008).

Ainda assim, uma maneira de se enxergar a aproximação entre a EA e a EC se dá por meio da Educação CTS, mas não foi visto um aprofundamento investigativo sobre a sua capacidade de integração. Ambas as áreas se desenvolveram em campos de conhecimentos distintos, que, ao longo da história, demonstraram ter mais acesso aos espaços de políticas públicas e educacionais, mesmo que cada uma com as características individuais como seu conjunto de pesquisadores, eventos, periódicos, acervo de livros e documentos específicos, sem deixar de compartilhar similaridades complementares. Neste contexto de EC, é possível identificarmos o aparecimento de duas formas de observar as inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, reconhecidas pela perspectiva CTS e CTSA. A letra adicional "*A*", no último termo, corresponde à inserção do tema "*Ambiente*", destacando a necessidade de visibilidade para as possibilidades integrativas com a EA (LUZ *et al.*, 2019).

1.3. O Movimento CTSA:

Em relação ao movimento CTSA, Santos (2007) vai além ao afirmar que o movimento CTSA tem por objetivo tornar obrigatória, dentro das relações que abrangem o contexto CTS, as questões ambientais que, por vezes, poderiam não ser evidenciadas dentro de discussões de outras pautas, minimizando a sua ampla dimensão. Santos conclui que "o movimento CTSA vem resgatar o papel da EA do movimento inicial de CTS" (SANTOS, 2007, p. 1).

Se por um lado, é possível verificar quem acredite que o termo "*A*", relacionado a Ambiente, seja inerente do termo CTS (SANTOS, 2007), há quem entenda que a inclusão do termo tenha um cunho de reparo histórico pela omissão dada à temática dentro do campo CTS (VILCHES *et al.*, 2011).

Vilches *et al.* (2011) denotam que, se o questionamento sobre o aparecimento de "*Ambiente*" em CTSA fosse necessário, abrir-se-ia margem para duvidar do próprio significado de CTS por não explicitar a sua ênfase na Educação Científica, pertinente ao cerne dos estudos CTS. Loureiro (2012) argumenta que o processo de adjetivação tem só a finalidade de reparação histórica de sua relevância esquecida no processo

educativo. Luz *et al.* (2019) indagam se todo estudo de CTS não teria levado em consideração ou dado a real importância à temática ambiental em toda a sua trajetória.

Abreu *et al.* (2009), pragmáticos em sua colocação, dizem que não há consenso entre os autores das perspectivas de CTS e CTSA e indicam que são incipientes os fundamentos que regem e embasam a perspectiva CTSA em relação à CTS. Luz *et al.* (2019) deixam claro, em seus resultados de pesquisa, que muitos autores não explicitam a motivação que leva muitos autores a utilizarem a perspectiva CTSA e que muitos utilizam essa ideia como sinônimo da perspectiva CTS, referenciando seus trabalhos em pesquisadores que não inclinados à perspectiva que eles estão abordando em seus discursos. Estes resultados ainda indicam que muitas destas pesquisas confundem a origem do movimento CTS com o surgimento da perspectiva CTS, a exemplo das

> [...] décadas de 1960 e 1970 que são consideradas marcos do pensamento crítico, quando os movimentos contracultura e ambientalista trariam a noção dos limites ambientais do planeta e a necessidade de uma visão menos ingênua do conhecimento científico e tecnológico. Profundamente influenciado por este contexto, e pelas obras de Thomas Kuhn e de Rachel Carson, o pensamento CTSA nasce na comunidade científica (MONTEIRO *et al.*, 2012, p. 101).

É factual o reconhecimento de que o acréscimo da letra “A” contribui aos anseios de dar mais ênfase aos impactos ambientais no desenvolvimento científico e tecnológico (PEDRETTI, 2005). Mesmo que alguns não entendam essa incorporação por já estarem intrínsecas às inter-relações essenciais de CTS, o que se vê é a origem do movimento CTS dialogando com as questões ambientais, apontadas, por exemplo, no trabalho proposto por Rachel Carson (1962). Nele, evidenciam-se os efeitos nocivos da utilização indiscriminada de DDT, apresentados em seu livro “Primavera Silenciosa” no qual pôde perceber um alto grau de impacto, principalmente em educadores que reagiram positivamente aos seus apelos sobre as consequências dessas ações, não somente sobre a população humana em si, mas no reflexo gerado a outras espécies (VILCHES *et al.*, 2011). Essa afirmação deixa ainda mais nítida a amplitude e a complexidade da problemática envolvendo o pertencimento ou não do termo “A” sobre a designação CTS.

Não é uma questão de não entender que, dentro da perspectiva CTS, já esteja embutida para os que tomam como ponto de partida o uso de CTSA, é dar o grau de importância devido e de destaque na Educação Científica para evitar que os

direcionamentos das discussões sobre as questões ambientais tomem uma posição de ofuscamento nas tratativas que circundam as relações CTS (VILCHES *et al.*, 2011).

Diante desta problemática, nos capítulos seguintes, iremos discutir os dados relativos à pesquisa de um conjunto de artigos imersos em um Banco de Dados do *Grupo CTS e Educação,* do Cefet/RJ, que trazem trabalhos de aproximação entre a Educação CTS e a EA. As leituras obtidas destas obras, juntamente aos dados intrínsecos, como anos de publicação, autores e as suas respectivas vinculações institucionais, servirão de fonte para que, posteriormente, sejam apontadas evidências da construção de uma interseção destes campos ao longo dos últimos anos.

2. Metodologia:

O presente estudo é classificado como uma pesquisa bibliográfica descritiva, por se tratar do estudo de características de populações e fenômenos, além de promover inter-relações entre as suas variáveis (GIL, 2002). Ainda que o teor deste estudo possa se confundir com um caráter de pesquisa exploratória pelo levantamento de ideias, Gil (2002) define que as pesquisas descritivas podem ir além da pura relação entre variáveis, contribuindo na determinação de sua natureza.

Para a sua concepção, este trabalho foi organizado em dois momentos: o de coleta de dados bibliográficos e outro com posterior análise a partir de ferramentas quantitativas. Dessa forma, nos apropriamos da Bibliometria e da Cientometria para alcançarmos esta proposta. Neste contexto, a Cientometria é definida:

> Como o estudo da mensuração do progresso científico e tecnológico e que consiste na avaliação quantitativa e na análise das inter-comparações da atividade, produtividade e progresso científico. Em outras palavras, a cientometria consiste em aplicar técnicas numéricas analíticas para estudar a ciência da ciência (SILVA *et al.*, 2001).

Ainda de acordo com os autores, a Bibliometria:

> [...] consiste no tratamento e na análise estatística da mensuração destes resultados e desenvolvimentos através das diferentes publicações científicas refletidas em artigos, livros e em revistas científicas editadas (SILVA *et al.*, 2001).

Os valores resultantes das análises deste trabalho revelam, inicialmente, o seu caráter quantitativo, ao se apossar de dados extraídos dessas ferramentas. Sendo assim, nos aproximamos da perspectiva da análise bibliométrica, imersa no conceito de "indicadores construídos a partir de documentos publicados, que são observados quanto às quantidades, autoria, citações e temas" (KOBASHI e SANTOS, 2006, p.32). No entanto, Gil (2002) relata que uma pesquisa quantitativa não pode ser desatrelada da pesquisa qualitativa a partir do momento em que estes valores servirão de base para a extração de conhecimentos científicos. Diante deste pensamento e de acordo com a forma de abordagem (qualitativa e quantitativa), esta pesquisa se classifica como quali-quantitativa, por se apropriar dos valores quantitativos das análises bibliométricas realizadas, para verificarmos possíveis implicações inseridas no panorama da Educação

Ambiental na área de CTS, que foram reveladas pela pesquisa quantitativa (GIL, 2002). Entende-se que além de não serem análises incompatíveis, elas permitem uma menor subjetividade em torno do contexto analisado e juntas recebem menos críticas do que quando aplicadas isoladamente (PASCHOARELLI *et al.*, 2015).

O objetivo deste trabalho foi mapear a temática de EA nas publicações em periódicos nacionais, no contexto do Ensino CTS. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram consultados 323 artigos encontrados no Banco de Dados do *Grupo CTS e Educação*, do Cefet/RJ, formado em 2010. O grupo é formado por mestrandos, mestres, doutorandos e doutores do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do CEFET/RJ.

Estes 323 artigos que compõem o banco de dados foram obtidos a partir de 31 revistas brasileiras de ensino e educação, indexadas com Qualis A1, A2 e B1, no quadriênio de 2013 a 2016, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), publicados de 1996 a 2017. Os artigos que compõem este banco foram selecionados a partir da busca em resumos, títulos e/ou palavras-chave que continham o acrônimo CTS e suas derivações, como “Ciência”, “Tecnologia” e “Sociedade”, “Ciência-Tecnologia-Sociedade”, “Ciência e Tecnologia e Sociedade”.

As revistas que constam nesse banco de dados são: Acta Scientiae; Alexandria, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia; Avaliação; Boletim de Educação Matemática; Biodiversidade; Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Ciência & Cognição; Ciência & Educação; Ciência e Ensino; Ciência em Tela; Ciências e Ideias; Debates em Educação Científica e Tecnológica; Educar em Revista; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista; Ensino, Saúde e Ambiente; Experiências em Ensino de Ciências; Investigações em Ensino de Ciências; Pesquisa em Educação Ambiental; Química Nova na Escola; Química Nova; Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Sociedade; Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia; Revista Brasileira de Ensino de Física; Revista Educação Matemática Pesquisa; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Revista de Ensino de Ciências e Engenharia; Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RENCIMA; Revista de Ensino de Engenharia; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência; Scientia Plena e Tecnologia e Sociedade.

Dentre os 323 artigos, uma nova busca foi realizada a fim de identificar os

artigos que se relacionam com a Educação Ambiental. Para isto, foram pesquisados em títulos, palavras-chave e resumos com os termos “Educação Ambiental”, “Meio Ambiente”, “Sustentabilidade”, “Sustentável”, “Ambiente”, “CTSA”, “Ambiental(is)”, “Socioambiental(is)”, separadamente. Os termos foram selecionados partindo da premissa que, no contexto da área de CTS, esses termos apresentam similaridades em seus significados, visando, desta forma, entender como os estudos de CTS produzem conhecimento sobre a temática ambiental. Deste contexto, foram encontrados 108 artigos que nos permitem inferir como a temática ambiental se apresenta na educação CTS.

Através da análise bibliométrica, foram identificadas as revistas responsáveis pela produção destes 108 artigos, assim como os anos em que houve maior número de publicações no período de 1996 a 2017. Além disso, foi realizada a Cientometria com base na Análise de Redes Sociais (ARS) das palavras-chave encontradas nestes artigos tanto quanto de suas respectivas autorias.

Como ferramenta de trabalho, usaremos a ARS que possibilita visualizar a interação entre entes diversos dentro de um universo de estudo. A ARS pode representar um campo de estudo mais amplo, conforme Guarido Filho (2013) conceitua a estrutura social:

> (i) [...] como uma rede com laços conectando membros e canalizando recursos, (ii) foca nas características das relações e não dos indivíduos, e (iii) concebe uma comunidade como redes de relações que indivíduos cultivam, mantém e utilizam corriqueiramente. [...] para a análise de redes sociais as unidades de observação são os atores e seus laços. (GUARIDO FILHO, 2013, p.92-93).

Embora a definição de redes sociais não tenha um consenso em torno do seu conceito, esta tem como objetivo central levantar um mapeamento sobre os aspectos estruturais de suas inter-relações, dentro de um contexto de pesquisa e, assim, nos permite esboçar uma análise mais objetiva em torno de características como: a influência que um autor possui na rede além do número de periódicos que convergem em torno de uma temática por exemplo, e não se ater somente em aspectos qualitativos que podem refletir menor riqueza de informações, pelo seu excesso de subjetividade, caso não seja visto junto esse perfil mais analítico (CHRISPINO, 2013). No sentido de elucidar melhor a ideia de conceituação das redes sociais, Nooy, Mrvar e Batageli destacam que a rede social:

> [...] centra-se na estrutura de ligações dentro de um conjunto de atores sociais, por exemplo, de pessoas, grupos, organizações e nações, ou os produtos da atividade humana ou de conhecimento, [...]. Ela está ligada ao estruturalismo em sociologia enfatizando a importância das relações entre os atores sociais ao seu comportamento, opiniões e atitudes. A análise de redes sociais é considerada adequada para analisar a coesão social, a corretagem e troca, bem como a classificação social dentro e entre os grupos sociais (NOOY, MRVAR, BATAGELJ, 2005, p.377, tradução livre).

No campo da sua utilização e de seu objetivo, Freitas (2010, p.1) tem a ARS como:

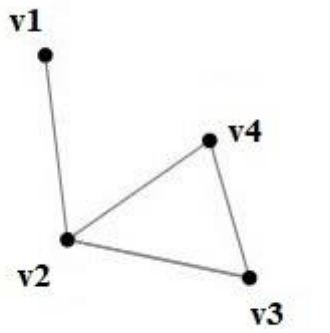
> [...] de grande interesse na área científica, dada a capacidade de uma dada rede poder representar por meio de modelagem diversos problemas de natureza real. Há diversos tipos de redes, dentre as quais podemos destacar, as redes sociais, compostas de indivíduos que estão ligados por um ou mais tipos específicos de interdependência, como amizade, parentesco, relações comerciais, relações sexuais, poder, conhecimento ou prestígio Uma rede pode ser representada matematicamente por um objeto chamado grafo, utilizado para descrever sua estrutura topológica. Um grafo é constituído por um conjunto de pontos, denominados nós ou vértices, conectados por linhas que expressam a relação entre eles, denominadas arestas. Em grafos como modelos para redes sociais, os vértices representam os atores e as arestas a relação entre eles. Atores importantes são tais que estão frequentemente envolvidos na relação com outros atores. Estes envolvimentos os tornam mais visíveis, possuindo a maioria do acesso ou controle, sendo considerados mais centrais na rede (FREITAS, 2010, p.1).

Em busca de contextualizar a aplicação de pesquisas que utilizam a ARS como ferramenta, aplicada em parte ou no todo de sua produção científica, temos esta pesquisa de dissertação que se encontra inserida no trabalho do *Grupo CTS e Educação*, do Cefet/RJ, responsável pela publicação de outros estudos em redes sociais, a citar: "*A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos?*" (CHRISPINO *et al.*, 2013); "*Redes sociais formadas pela Revista CTS: uma análise dos doze primeiros anos de publicações*" (MELO *et al.*, 2016); "*Representatividade da Biologia em CTS Por Meio de Análise por Redes Sociais*" (ROCHA *et al.*, 2017); "*Os Temas de Pesquisa que Orbitam o Enfoque CTS: Uma Análise de Rede sobre a Produção Acadêmica Brasileira em Ensino*" (MELO *et al.*, 2016); "*A interdisciplinaridade em CTS: Um estudo da produção científica voltada para o ensino de Ciências com análise bibliométrica e de redes*" (LIMA *et al.*, 2018) e "*O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos*" (BOUZON *et al.*,2018).

Além destes estudos relevantes, realizados pelo grupo, que utilizam as redes sociais como ferramenta de análise, encontram-se também os trabalhos de tese concluídos por Toledo (2017), no qual é intitulado por "*Perfil de estudos CTS no Brasil a partir da teses publicadas nas áreas de ensino e educação*", por Albuquerque (2018), com a seguinte proposta de pesquisa: "*O perfil dos estudos brasileiros sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade baseado nas publicações da área de Ensino de Ciência*s" e, por Oliveira (2020), através do trabalho "*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*". Estas pesquisas apresentam relevância para os estudos científicos, pois contribuem para um mapeamento da manifestação científica em torno dos estudos CTS. Além disso, estes trabalhos servem de incentivo a outros estudos, a exemplo deste, em demonstrar as possibilidades de utilização e aprofundamento da ferramenta de ARS, previamente citadas, o que nos permite o perfil em torno de um determinado assunto através de grafos.

O grafo é o nome dado a imagem resultante de uma análise computadorizada, após a inclusão dos termos que constituem o nosso objeto de pesquisa e, a partir deste resultado, é possível observamos a presença de vértices ou atores e arestas, que são as conexões que ligam esses vértices, ou seja, representam os seus laços de ligação. A Figura abaixo (FIGURA 3) representa um grafo hipotético, com o objetivo de exemplificar tal conceito.

Figura 3: Grafo hipotético com a relação entre seus atores (v)



Fonte: BAPTISTA (2020)

Mesmo que uma rede social, a princípio, nos traga apenas dados quantitativos, ela ainda nos permite fazer uma análise qualitativa a respeito desses dados (GIL, 2002). As redes sociais deste trabalho foram geradas no software *NodeXL*1, que, além de gerar

o grafo, permite calcular medidas de centralidade.

As medidas de centralidade permitem a análise do comportamento das redes sociais, na busca do entendimento sobre como se estabelecem as relações sociais que concebem conhecimento científico sobre um assunto e como os atores sociais se organizam, em torno de uma determinada temática, ao produzir pesquisas em parceria com outros autores de outras redes. Estas interações contribuem para a determinação da relevância sobre esta temática e permitem futuros trabalhos reconhecerem as lacunas que ainda demandam atenção para serem respondidas. Esses objetivos tendem a ser respondidos por posterior análise qualitativa que utiliza como base o resultado da análise dessas redes.

Para a melhor compreensão do trabalho, destacamos a definição destas medidas de análise que podem ser extraídas do programa *NodeXL1* utilizado, de acordo com Bouzon *et al*. (2018).

O número de conexões dos agentes sociais em uma rede não direcionada, ou seja, em que não há restrição do fluxo de informações é denominado **grau de centralidade** (Degree). Essa medida é a que nos permite identificar quais são os vértices (autores, palavras-chave, ...) que ocupam as posições mais centrais ou as posições mais periféricas de uma rede, ou seja, por esta medida podemos verificar qual autor mais colabora seus trabalhos com os outros autores da mesma área. Como forma de exemplificação, construiu-se a tabela abaixo (TABELA 1).

Tabela 1: Grau de centralidade a partir da hipótese da figura 3

Atores	**Centralidade de grau**
v1	1
v2	3
v3	2
v4	2

Fonte: BAPTISTA (2020)

Em relação a esta hipótese (FIGURA 3), podemos perceber que o vértice v2 é o principal ator dentro da rede hipotética, pois ele interliga os outros componentes desta

rede. Ainda nesta análise, tem-se como equivalente entre os atores v3 e v4, com centralidades de grau 2, e o ator representado por v1 revela a sua menor expressividade por se conectar somente com um outro ator presente na rede.

A **centralidade de proximidade** (closeness) permite mensurar a aproximação de um autor aos outros, diretamente ou indiretamente em uma rede, o que significa que quanto maior for o grau de proximidade, menor é a distância entre seus atores e, consequentemente, maior será a comunicação entre eles. Essa medida nos permite visualizar e discutir as conexões com os trabalhos presentes na rede, como visto na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2: Centralidade de proximidade a partir da hipótese da figura 3

Atores	**Centralidade de proximidade**
v1	0,200
v2	0,330
v3	0,250
v4	0,250

Fonte: BAPTISTA (2020)

Neste caso, verifica-se que o maior valor obtido foi por v2, significando que este é o ator que mais dialoga com os componentes desta rede, assim como v3 e v4 demonstraram possuir valores semelhantes, porque fazem conexões com vértices em comum. Como v1 só se liga a um único ponto desta rede, ele recebe o menor valor de centralidade de proximidade e, com isso, um maior distanciamento dos atores da rede.

Para entendermos como se dá a disseminação de informações de uma rede através da influência de um vértice, tem-se a medida de **centralidade de intermediação** (betweenness). Através dela, é possível medir a frequência com que um vértice está no menor caminho entre dois outros, ou seja, o número de conexões entre diferentes sub-redes que um vértice é capaz de fazer, evidenciando a influência que este ator tem sobre os demais. Tal elucidação pode ser identificada, na tabela abaixo (TABELA 3).

Tabela 3: Centralidade de intermediação a partir da hipótese da Figura 3

Atores	**Centralidade de intermediação**
v1	0,000
v2	2,000
v3	0,000
v4	0,000

Fonte: BAPTISTA (2020)

Na análise desta tabela hipotética, o único ponto que apresenta valor diferente de zero é o v2. O motivo pelo qual esse fenômeno ocorre está na sua capacidade de ser o único vértice que faz conexões entre grupos diferentes. A fim de esclarecimento, diz-se grupos, pois há um deles formado por v3 e v4 e outro somente com v1, todos ligados por v2.

Embora estes valores hipotéticos pudessem ser facilmente contabilizados, as medidas analisadas tomam dimensões ainda mais relevantes quando aplicadas em um trabalho de pesquisa mais amplo, no qual o número extensivo de integrantes de um grafo dificultaria a interpretação de seus dados. Tem-se a exemplo, o levantamento de todas as 199 palavras-chave contidas nos 108 artigos desta pesquisa. Obtivemos destas um quadro heterogêneo de termos que apresentam um sentido semelhante e, por isso, foi utilizada sua equivalência para a substituição do termo “Alfabetização científica” por “Alfabetização científica tecnológica”; “Educação CTS” por “Ensino CTS”; “Educação CTSA” por “Ensino CTSA”; “Educação em Ciências” por “Ensino de Ciências”; “Questões ambientais”, “Aspectos ambientais” e “Meio ambiente” por “Temática Ambiental”; “Formação Inicial de professores” por “Formação de professores” “Tecnologias” por “Tecnologia” e “Desenvolvimento sustentável” por “Sustentabilidade”. Sendo assim, foi possível estabelecer um quadro mais homogêneo a partir da semelhança entre estes termos visto que não faz parte do nosso objeto de estudo definir possíveis diferenças conceituais entre elas.

Após a equivalência dos termos, foi realizada uma organização em uma planilha do programa *Excel,* onde foram alocados os pares ordenados das palavras-chave de cada um dos 108 artigos analisados para que o programa *NodeXL* reconhecesse essas

informações e projetasse os resultados das possíveis interações através de uma rede de grafos.

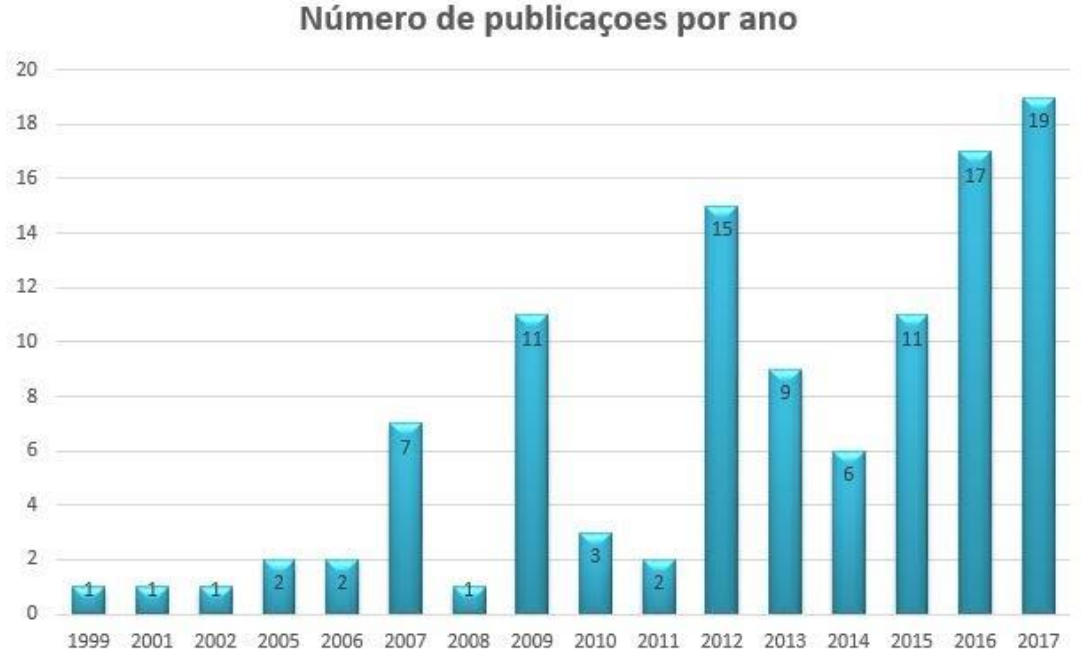
A análise dos dados referentes aos artigos selecionados encontra-se no próximo capítulo desta dissertação.

3. Resultados e Discussão

Na tentativa de nos aproximarmos de respostas acerca destas relações entre a EA no campo CTS, tomaram-se todas as 323 publicações encontradas no banco de artigos do *Grupo CTS e Educação,* do Cefet/RJ, para que fossem retirados todos os artigos que estabelecessem, em seu conteúdo, resumos, títulos e/ou palavras-chave a associação entre estes campos de estudo.

Após mergulharmos na análise destas obras, obtivemos, como resultado, 108 artigos que apresentam relação entre a EA no contexto CTS. Neste sentido, percebeu-se que 33,54% das obras encontradas correspondem a estudos que destacam a conexão entre essas duas áreas, marcando a incipiência no aprofundamento do assunto que já havia sido levantado desde o final do século XX, com a preocupação das ações antrópicas e seus impactos no meio ambiente. A presença de publicações realizadas dentro do nosso recorte de análise, entre 1996 a 2017, pode ser visto pelo gráfico abaixo (Gráfico 1).

Gráfico 1: Número de publicações CTS/Educação Ambiental por ano



Fonte: BAPTISTA (2020)

Percebe-se pelo Gráfico 1 que, embora seja demonstrada uma elevação no número de pesquisas ao longo dos anos do recorte proposto, existem lacunas na publicação neste intervalo de tempo analisado, como nos anos de 2000, 2003 e 2004,

que não apresentaram sequer uma publicação que contribuísse para ampliação do conhecimento na área pesquisada.

A partir do ano de 2007, percebe-se uma oscilação com significativos aumentos no quantitativo de publicações na área. Este quadro pode ser reflexo do somatório de ações públicas educacionais acrescido aos esforços de uma parcela de pesquisadores brasileiros e estrangeiros em ratificar a importância da EA em um contexto global, que se depara com degradações ambientais iniciadas no passado e que se tornam mais perceptíveis nos dias atuais, como é o caso, por exemplo, dos níveis críticos de degelo das calotas polares, noticiadas recentemente pela Agência Brasil (2020).

Farias e Freitas (2007) destacam a reduzida quantidade de pesquisas que buscavam criar inter-relações entre EA e CTS e destacaram que os poucos artigos encontrados neste sentido não se aprofundavam no assunto, reduzindo as contribuições da EA para o contexto CTS. Ainda de acordo com as autoras, algumas pesquisas também demonstraram o não reconhecimento ou até a impossibilidade de estabelecer estas relações. Esta fragilidade é vista de antemão nas próprias discussões que permeiam a inclusão ou não do acrônimo Ambiente na tríade CTS, uma vez que a EA está inserida no campo CTS/CTSA (SANTOS 2007; VILCHES *et al.*, 2011). Santos (2007, p. 1) destaca que "o movimento CTSA vem resgatar o papel da EA do movimento inicial de CTS". Neste sentido, Luz *et al.* (2019) destacam que

> [...] a pouca quantidade de pesquisas teóricas pode levar ao entendimento de que os pesquisadores compreendem que os pressupostos da perspectiva CTSA já estão postos no próprio campo CTS e que, portanto, essa nova denominação não carece de mais aprofundamentos teóricos; ou que estão utilizando essa denominação de forma aproblemática e sem o devido rigor analítico (LUZ *et al.*, 2019, p. 38).

Ainda sobre a obra de Luz *et al.* (2019), foi verificada uma preocupação com a reduzida elaboração de pesquisas no campo do estado da arte da relação entre a EA e CTS/CTSA, entre os anos de 2010 a 2016, o que corrobora os dados encontrados nesta pesquisa devido à inconsistência no número de publicações ao longo destes anos.

No entanto, ainda que sejam percebidos valores pequenos conforme relatado por Luz *et al.* (2019), destacam-se três picos anuais que representam os momentos de maior produção científica que relacione a EA com CTS. Neste contexto, a elevada quantidade de publicações encontradas no ano de 2012 pode ter relação com o II Seminário

Hispano-Brasileiro de Avaliação das Atividades Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade, organizado pelo programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da UNICSUL. Albuquerque (2018) destaca que, nele, foram evidenciados 36 artigos sobre CTS, indicando elevado número de trabalhos que abordassem discussões desta temática. Neste sentido, foi observado que os Anais do II Seminário Hispano-Brasileiro de Avaliação das Atividades Relacionadas com Ciência, Tecnologia e Sociedade foram publicados na Revista REnCiMa, o que ocasionou um aumento no número de publicações nesta revista e consequentemente um aumento significativo no número de publicações sobre EA no contexto CTS.

Ao mapear as dissertações defendidas no Brasil, entre 1992 a 2016, Oliveira (2020) aponta que há um crescimento de trabalhos relacionados ao Ensino CTS a partir de 2007. Tal característica também pôde ser observada, por Albuquerque (2018) em análise dos periódicos brasileiros. É válido ressaltarmos que, neste mesmo ano de 2007, houve a introdução, no Brasil, do PIEARCTS aplicado em diversas instituições de ensino, promovendo debates sobre CTS (OLIVEIRA, 2020), gerando novas pesquisas e consequentemente aumentando o número de publicações. Estas autoras também apontam o II Seminário Ibero-americano de CTS em Ensino das Ciências, ocorrido em 2010, na Universidade de Brasília, como um evento que estimulou, a produção de artigos sobre o Ensino CTS e por conseguinte uma elevação no número de publicações sobre EA e CTS, conforme a gráfico 1.

Ainda na análise dos 108 artigos apresentados nesta pesquisa, encontramos uma diversidade de apenas oito revistas em 2012. Tal amplitude passou a 13 (2016) e 11 (2017). Esse aumento no número de revistas que promovem discussões sobre a EA e CTS indica uma maior intensidade sobre o assunto, demonstrando ganhar maior destaque no meio científico. Albuquerque (2018) sinaliza que houve um crescimento no número de publicações internacionais e nacionais na última década, embora Abreu *et al.* (2013) nos atentem que as pesquisas sobre CTS no contexto internacional é mais expressiva do que as nacionais, em torno de 3 décadas.

Luz *et al.* (2019, p. 32) ressaltam que a EA, “fortemente influenciada pelos movimentos sociais, teve sua dimensão política fortalecida ao longo do tempo”, indicando que as medidas sociopolíticas, como a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), o Programa Nacional de Educação Ambiental, por exemplo, podem

ter sido responsáveis por estimular a produção científica neste contexto que tem sido revelado pelas revistas em Ensino de Ciências. Neste sentido, outras medidas sociopolíticas foram elaboradas nos anos seguintes, trazendo a EA em seu contexto, a exemplo da realização de Conferências Nacionais Infantojuvenis pelo Meio Ambiente, que começavam a se formar entre os anos de 2003 e 2006, com base nos pressupostos destacados pelo PNEA.

Mesmo que não haja uma relação direta dos artigos citados como consequência destas publicações, percebe-se na leitura destas pesquisas que a grande maioria tem as ações políticas como ponto de partida para a integração entre a EA e os estudos CTS. Ressaltamos também que estas medidas governamentais possuem um tempo de implementação e, por isso, o resultado de sua influência na produção de conhecimento sobre o assunto pode ser visualizado em um tempo posterior em relação à data do seu decreto. Este obstáculo burocrático e temporal pode sugerir uma possível causa para intermitência de anos com maiores números de publicações, seguidos de outros com menor expressividade.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), promulgada pela Resolução n° 02, de 15 de junho de 2012, é mais um documento governamental que teve por objetivo legitimar e reforçar os pressupostos da EA com aplicação obrigatória em todos os níveis de ensino (BRASIL, 2012). No entanto, não é perceptível um aumento direto de publicações sobre a EA nos anos seguintes, e sim uma relativa diminuição. Além disso, não foi encontrada, na maioria dos trabalhos analisados, a citação do referido documento ao longo da construção destas pesquisas. Ainda assim, Santos *et al.* (2015) destacam que as Diretrizes são

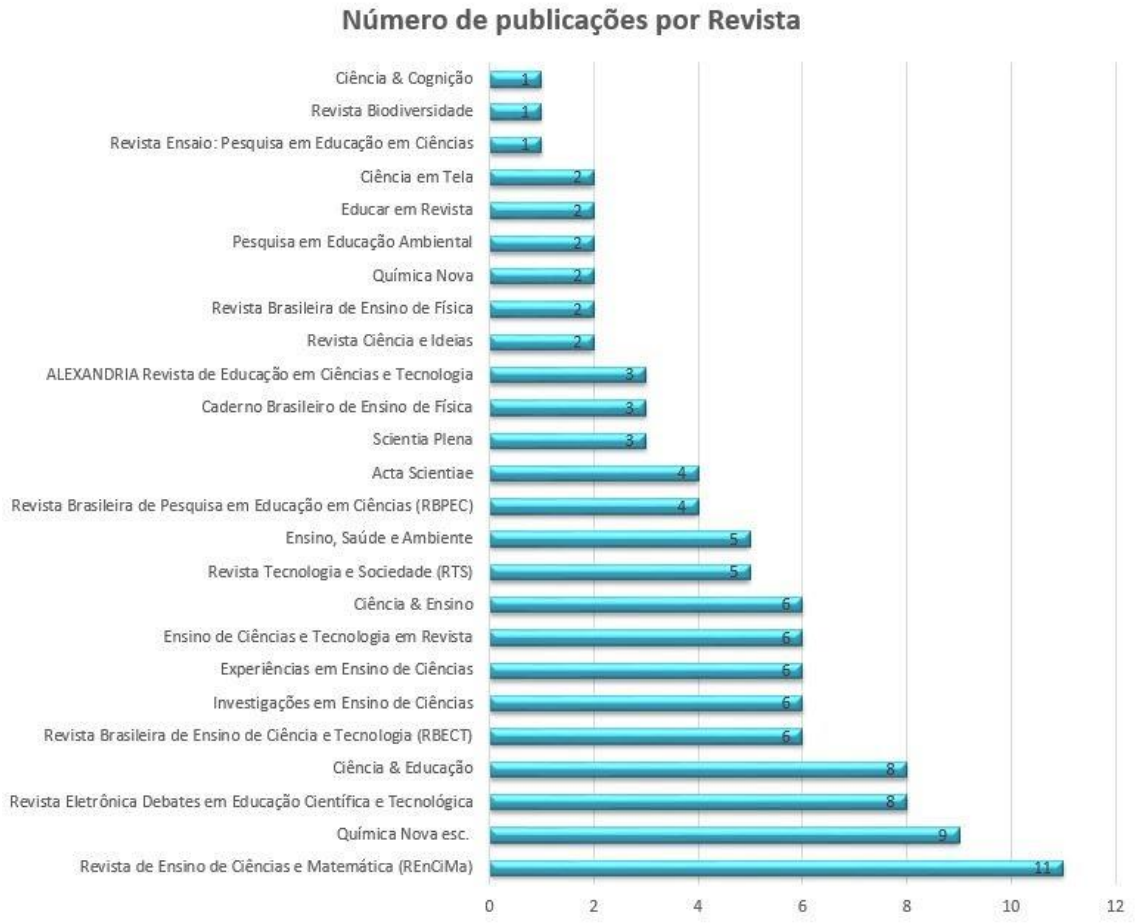
> [...] orientações para o pensamento e a ação. Neste sentido, as DCNEA trazem orientações explícitas de como deve ser pensada e conduzida a ação educacional na educação básica, em relação à EA. Neste contexto, percebe-se um destaque ao papel transformador e emancipatório da EA, diante do atual contexto nacional e mundial no qual a preocupação com o desequilíbrio ambiental, a extinção de algumas espécies, as mudanças climáticas locais e globais tornam-se latentes (SANTOS *et al.*, 2015, p. 146).

Desta forma, o somatório das políticas públicas concebidas ao longo do tempo demonstraram que, se elas podem influenciar a produção de pesquisas sobre um determinado tema, elas também podem servir como niveladores da eficiência dessas

ações públicas, uma vez que pesquisas são realizadas para dimensionar as suas limitações e avanços.

Uma segunda análise realizada nos artigos selecionados consistiu na verificação em quais periódicos estes artigos estão sendo publicados. Neste sentido, observou-se que os 108 artigos localizados como objeto de estudo desta pesquisa encontram-se publicados em 25 revistas, conforme gráfico abaixo (Gráfico 2).

Gráfico 2: Representação de publicações sobre CTS/EA por periódico



Fonte: BAPTISTA (2020)

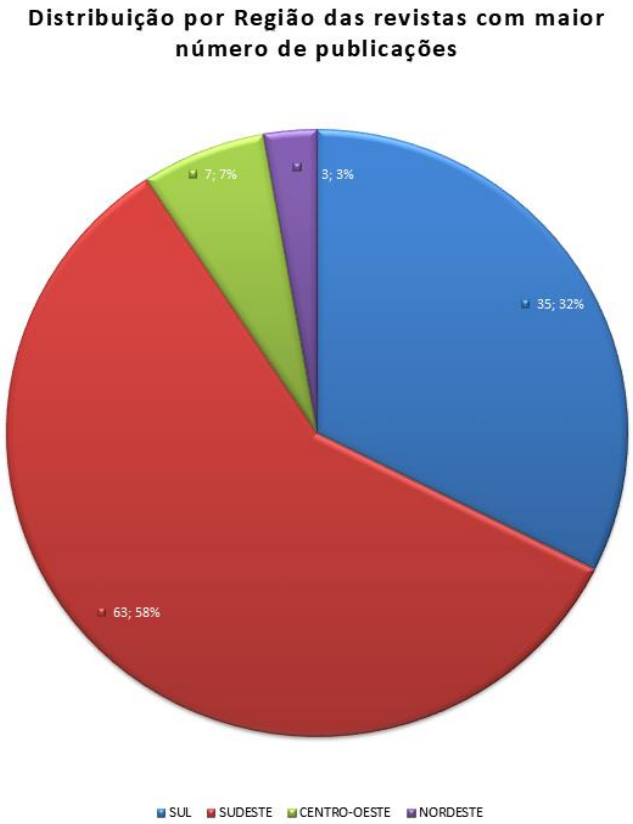
De acordo com o Gráfico 2, percebe-se que há uma grande diversidade nos periódicos com publicações sobre EA no contexto CTS, com destaque para a Revista de Ensino de Ciências e Matemática (REnCiMa), que foi a que mais produziu sobre EA no período de recorte estudado. Ainda que todas revistas em análise possam abordar a Educação e o Ensino de Ciências de forma ampla, é notório que ainda possa persistir

um caráter disciplinar e utilitarista na produção de conhecimento sobre as relações entre a EA e a CTS ao identificarmos que a segunda maior expressividade é de um periódico com ênfase disciplinar em Química.

Embora não tenha sido evidenciada uma revista de cunho específico, para a ampla e complexa discussão de CTS e a EA, em que a maior expressividade de um periódico analisado atingiu apenas 10,2% das 108 obras encontradas, é reconhecida a diversidade de revistas encontradas neste estudo. Do total dos 31 periódicos contidos no banco de dados, 25 revistas foram responsáveis pela divulgação destas obras. A diversidade dos periódicos encontrados neste gráfico também revela a presença da interdisciplinaridade na EA com enfoque CTS por se tratar de revistas com ênfase em outros campos de saberes, como Física, Matemática, Química e Saúde, que apresentam destaque por também serem responsáveis pela produção de conhecimento sobre as relações que permeiam a EA e CTS.

Partindo do resultado destas 25 revistas encontradas, mapeamos a origem regional de cada um destes periódicos, a fim de revelar quais as regiões brasileiras possuem maior influência de publicações que corroborem na aproximação entre a EA e CTS, de acordo com as informações do gráfico a seguir (Gráfico 3).

Gráfico 3: Periódicos distribuídos por regiões brasileiras



Fonte: BAPTISTA (2020)

Percebemos que a região Sudeste tem, majoritariamente, maior expressividade seguida da região Sul. Estas regiões, somadas, possuem 98,9%, enquanto as regiões Centro-Oeste e Nordeste, juntas, totalizam um pouco mais de 11% de todas as publicações estudadas nesta pesquisa. Faz-se necessário destacar que não foram apresentados periódicos que partissem da região Norte. Toledo (2018) já havia relatado também a destruição desigual de publicações ao realizar um trabalho de mapeamento das teses brasileiras envolvendo CTS, fato também observado por Albuquerque (2018) ao analisar o panorama das publicações sobre CTS nos periódicos brasileiros.

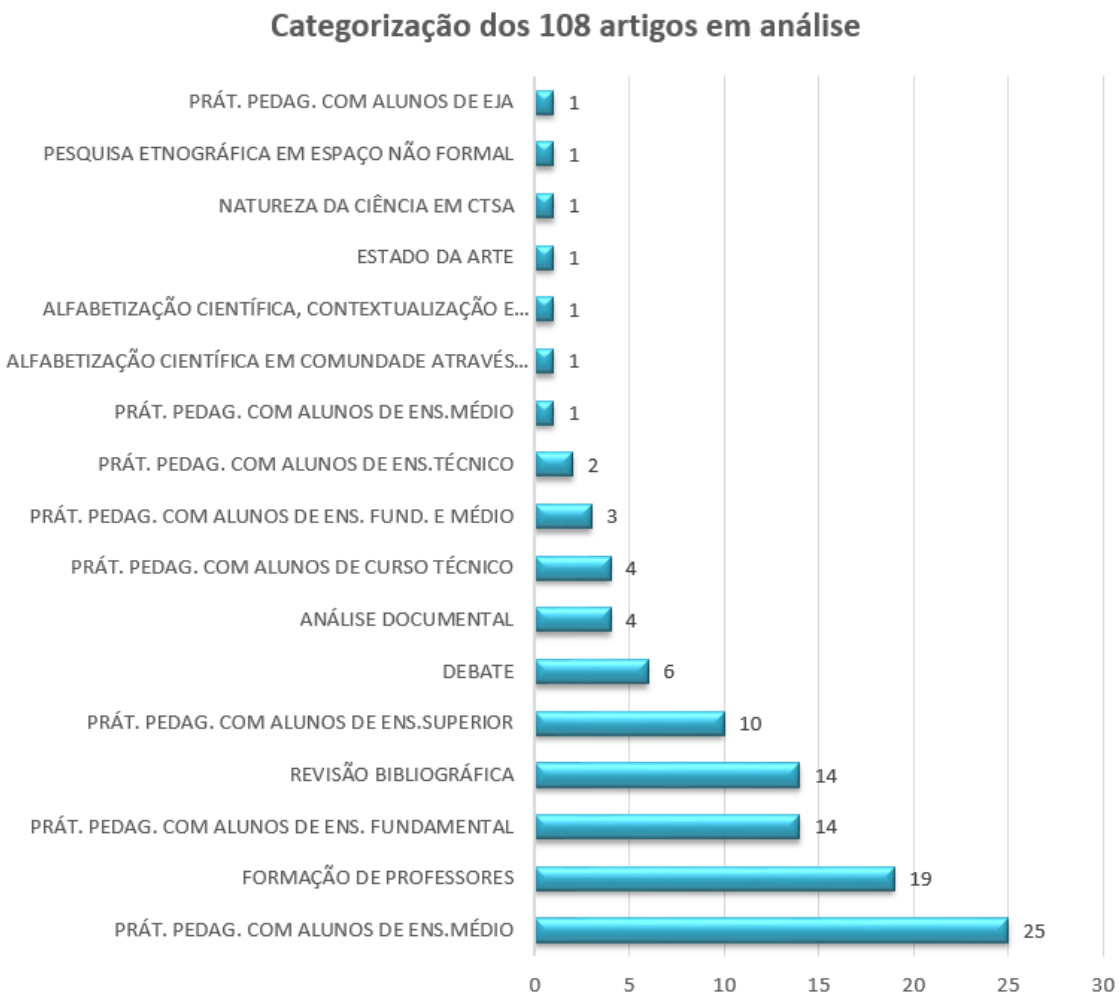
Para Oliveira (2020), estes dados não descaracterizam a importância das regiões com menor expressividade, mas apontam para que olhar mais apurado seja direcionado a estas regiões, promovendo um aprofundamento das discussões sobre o assunto de CTS nestes locais. No caso deste trabalho, extrapolamos para as discussões envolvendo EA no contexto CTS. Ao defender este posicionamento, a autora nos sugere

> [...] refletir em ações que não só expandam os debates CTS nas regiões identificadas com pouca aderência, mas também que fortaleçam o alcance das discussões exercitadas pelos grupos já existentes, principalmente nas extensões nordeste, norte e centro-oeste

(OLIVEIRA, 2020, p. 54).

A fim de entendermos o teor dos 108 artigos investigados, foi feita uma análise pela imersão na leitura destes trabalhos, o que originou dezessete categorias diferentes expressas no gráfico abaixo (Gráfico 4). Cabe mencionar que as categorias emergiram a partir da análise dos artigos. Após uma leitura minuciosa dos 108 artigos que compõem o objeto de estudo desta dissertação, agrupou-se os artigos de acordo com a ênfase dada em cada um dos textos analisados.

Gráfico 4: Categorização dos 108 artigos em análise



Fonte: BAPTISTA (2020)

A partir desta análise, é possível inferirmos que 23% dos trabalhos estão voltados para pesquisas dedicadas a práticas pedagógicas com alunos de ensino médio,

assumindo posição de destaque nos objetivos destes materiais. A prática pedagógica também foi verificada como relevante em outros níveis de ensino, como o fundamental, a aplicação concomitante em fundamental e médio, técnico e superior, totalizando mais da metade destas pesquisas, com 54,6% (59 artigos). De maneira geral, foi verificado nestas pesquisas que há um movimento de inserir atividades envolvendo a contextualização e a interdisciplinaridade nos planejamentos pedagógicos que contemplem as discussões sobre CTS/CTSA para, por uma alfabetização científica, aproximar esta comunidade inserida no espaço formal de ensino a uma cidadania mais crítica na tomada de decisões.

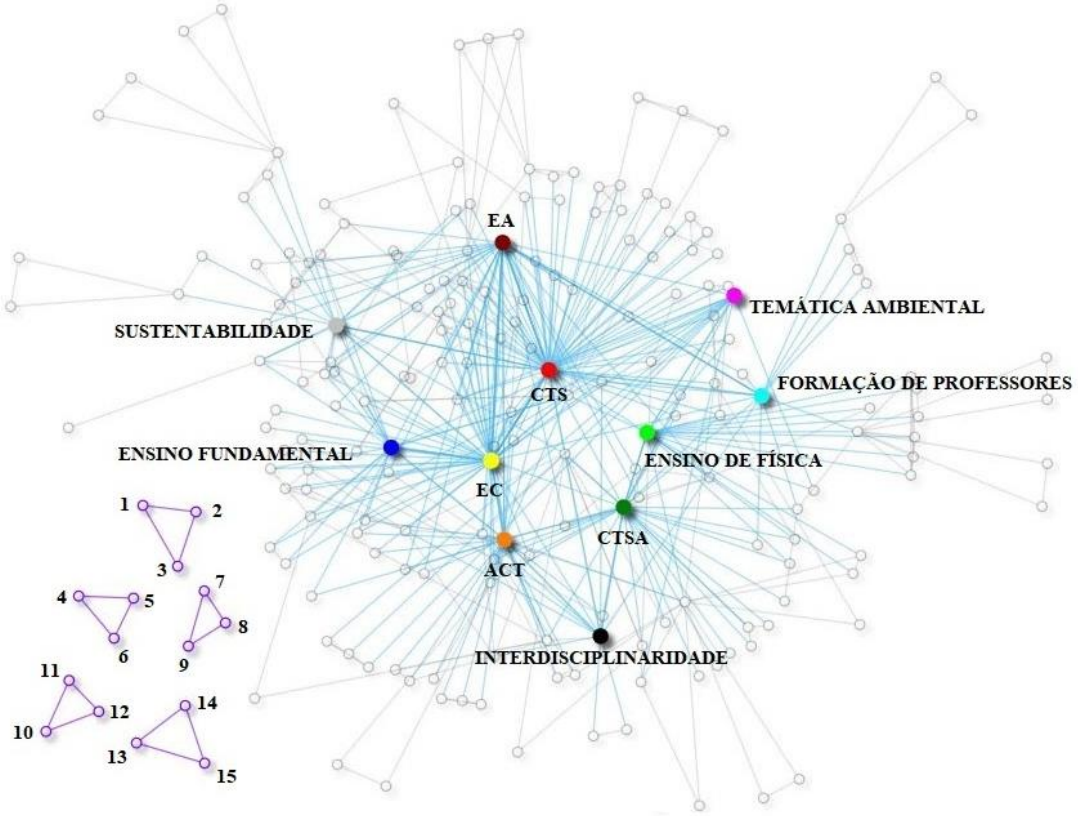
Em segunda posição, há 17,6% dos trabalhos voltados para a formação de professores. Este resultado demonstra que grande parte dos autores acredita que o caminho de relação entre CTS e a EA se dá por meio da preparação do corpo docente presente nos diversos níveis de ensino, que terá papel direto na alfabetização científica dos seus alunos. Já a revisão bibliográfica ocupa a terceira posição, com 13%, cuja preocupação está inserida nos avanços e limites encontrados em trabalhos anteriores. Embora não menos importantes, as demais categorias possuem menos de 10% dos objetivos encontrados e, com isso, revelam que estes objetivos carecerem de uma atenção maior para que haja um crescimento mais coeso entre a diversidade de intenções encontradas ao se definir as relações entre CTS e a EA.

De maneira geral, os textos analisados revelam que a falta de um mecanismo metodológico unificador associado ao pluralismo de temas que tratam da temática ambiental no contexto CTS dificulta a implementação desta prática e, por conseguinte, de pesquisas que aprofundem suas aplicações de uma forma concentrada. Por isso, muitos se aproximam destas discussões através dos esforços de grupos de pesquisadores e professores que se baseiam nas recomendações governamentais para ratificar a importância da implementação de uma Educação CTS que, baseada na interdisciplinaridade, na contextualização e na formação continuada de professores, busca uma prática pedagógica crítica que acredita na EA como um caminho de convergência destes campos de estudo na área do ensino.

A seguir, procedemos ao mapeamento das palavras-chave dos artigos. Essa análise possibilitou identificar os termos mais relevantes no conjunto de publicações estudado, indicando quais temáticas da área de EA mais se relacionam com CTS. A

partir da organização das mesmas no NodeXL, gerou-se uma rede social como mostra a Figura 4.

Figura 4- Rede gerada a partir das palavras-chave



Fonte: BAPTISTA (2020)

Nesta rede, podemos perceber como as palavras-chave se relacionam entre si. Os vértices coloridos e nomeados correspondem àqueles termos que possuem os maiores graus de centralidade, ou seja, possuem conexões com outros vértices. Além disso, há neste recorte as 11 palavras-chave que demonstraram estabelecer uma maior relação entre CTS e EA, além de se relacionarem com outros termos, como, por exemplo, a interdisciplinaridade.

Para não haver uma poluição visual da rede, optou-se por colocar as siglas de alguns termos para dar destaque às suas interações que foram realçadas por linhas azuladas. Neste grafo, foram encontrados 199 vértices, correspondentes ao total de palavras-chave e, a partir destas, foram identificadas 521 interações entre os termos encontrados. Destas, somente 15 interações demonstraram um isolamento das demais, concentradas em 5 sub-redes desconexas compostas por 3 atores (palavras-chave),

conforme o destaque em lilás na rede. Entende-se como desconexo o artigo com palavras-chave que não possuem qualquer outro vínculo com outras palavras-chave de outros artigos. Neste sentido, é importante ressaltar que esses artigos só constam na nossa rede devido à análise criteriosa das palavras-chave de todos os artigos do banco de dados que tinham a relação com EA.

A análise dessas sub-redes revela que esses artigos desfavorecem a discussão sobre a EA nos estudos CTS pela escolha de palavras-chave que não facilitam estas obras serem encontradas para o aprofundamento do tema através de novos estudos.

Os dados da Tabela 4, em consonância com a análise do grafo, nos permitem identificar que "CTS" e "EA" são duas palavras-chave que possuem elevadas medidas de centralidade. Isso indica maior poder de comunicação destas palavras com as demais que constituem a rede, bem como maior capacidade que elas têm de relacionar artigos diferentes, o que era esperado, uma vez que estas palavras caracterizam o objeto principal desta pesquisa. A palavra-chave "Ensino de Ciências" se justifica em função da análise ser realizada nessa área.

Tabela 4- Medidas de centralidade para as palavras-chave

Cor no grafo	Palavras-chave	Centralidade de grau	Centralidade de aproximação	Centralidade de intermediação
	CTS	63	6701,057	0,003
	ENSINO DE CIÊNCIAS (EC)	51	3902,953	0,003
	EDUCAÇÃO AMBIENTAL (EA)	34	2415,604	0,003
	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (ACT)	31	2342,445	0,003
	CTSA	31	2637,575	0,003
	ENSINO DE FÍSICA	21	2074,869	0,002
	ENSINO FUNDAMENTAL	18	500,289	0,002
	FORMAÇÃO DE PROFESSORES	15	1770,043	0,002
	TEMÁTICA AMBIENTAL	15	1125,423	0,002
	SUSTENTABILIDADE	15	2031,682	0,002
	INTERDISCIPLINARIDADE	14	556,246	0,002

Fonte: BAPTISTA (2020)

A partir da medida de centralidade de grau é possível afirmarmos que, apesar de CTS, CTSA e a EA possuírem valores distintos, todas apresentam grande relevância na rede. Além disso, observamos que por apresentarem o mesmo valor de centralidade de intermediação, que é a capacidade de um vértice relacionar duas sub-redes, isto é, de que forma uma palavra-chave consegue intermediar dois ou mais artigos no menor

caminho entre eles, essas palavras estão comprometidas com o fluxo de informação, funcionando como “pontes” no conjunto da rede. Este é um ponto de destaque, considerando que as primeiras discussões sobre a EA e os estudos CTS, no contexto brasileiro, ocorreram por Farias e Freitas, em 2007 (LUZ *et al.*, 2019).

Esta interação entre CTS e EA é vista, por grande parte dos autores responsáveis pelos 108 artigos, como fruto da alfabetização científica e tecnológica (palavra-chave que aparece em 4º lugar no grafo da figura 4). Embora não seja o objetivo deste trabalho mapear a pluralidade semântica do termo ‘alfabetização científica e tecnológica’, entende-se este como um campo de “apropriação pelas pessoas do conhecimento, entendimento e habilidade requeridos para uma atuação efetiva na vida cotidiana em função da importância do papel da ciência, da matemática e da tecnologia na vida moderna” (CAZELLI, MARANDINO e STUDART, 2003, p. 84).

Angothi e Auth (2001) destacam que a influência da alfabetização científica e tecnológica no meio científico fora destacada já na década de 1990 por Borreto (1990) e Mitcham (1990), sendo uma forma de aproximação do ensino CTS no contexto educacional. No entanto, Angothi e Auth (2001) sinalizam que esta aproximação é mais evidente na teoria do que na prática, devido a uma visão de ensino que ainda é embasada na segmentação disciplinar, impedindo a aplicação de uma visão mais crítica e ampla proposta pelo movimento CTS. Para estes autores, as preocupações podem estar longe do ideal, pois

> Nos planejamentos escolares, principalmente no que tange aos objetivos de cada disciplina ou área de estudo, são usuais expressões relacionadas à ideia de tornar os alunos mais ativos ou criativos. No entanto, pais e professores, formadores de opinião pública, vêm insistindo na excessiva passividade e até na alienação de jovens e adolescentes. Dificilmente são promovidas discussões que levam em conta a finalidade de ser criativo, a quem esta contribuição vai beneficiar, ou no que esta criatividade vai desencadear. É preciso entender que, historicamente, os indivíduos foram privados dos instrumentos que os levariam a explorar as situações, como a do ambiente natural, sob a ótica que as considera em sua abrangência global (ANGOTHI e AUTH, 2001, p. 21).

Os autores indicam, ainda, que um dos caminhos para explorar a aproximação da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) como caminho para CTS seja realizada através da formação de professores, principalmente no ensino fundamental e médio (ANGOTHI e AUTH, 2001). Mais do que somente a questão puramente educacional,

Freitas e Marques (2017) se aproximam da EA ao relacionar as questões sociais. Neste sentido, valem-se das medidas de centralidade de grau e de proximidade encontradas pela ACT, que ocupa a quarta posição, de forma não surpreendente, pois se mostra como parte fundamental no caminho de aproximação entre CTS e EA. Acevedo (2004) propõe, em uma análise geral, que a ACT contribui para a formação de cidadãos, incentivando a tomada de decisões críticas, conforme o seguinte trecho

> [...] la principal finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias será la de contribuir a una formación democrática y la alfabetización científica deberá girar en torno a esta formación (ACEVEDO, 2004, p. 08).

Esta relação evidenciada entre a ACT e CTS, no ensino, são corroborados pelos resultados encontrados na categorização dos 108 artigos, em que a maioria (54,6% do total de artigos) está relacionada a trabalhos de práticas pedagógicas englobadas na Educação básica (da Educação infantil até o Ensino médio). Tais dados podem ser contributivos para a presença da palavra-chave Ensino Fundamental como uma das mais relevantes no grafo de palavras-chave, uma vez que compõe um destes contextos de ensino. Ainda assim, percebe-se, no grafo da figura 4, que a sua centralidade de intermediação é a mais baixa dentro de todas as palavras-chave mais relevantes, indicando que, apesar de ser muito evidenciada pelos pesquisadores (devido à elevada centralidade de grau), esta palavra-chave não é comprometida com o fluxo de informação, ou seja, não funciona como ‘ponte’ no conjunto da rede.

Neste sentido, a ACT pode ser um caminho de aproximação do Ensino Fundamental quando Sasseron e Carvalho (2008) destacam, dentro de um dos eixos estruturantes da ACT, que sua aplicação é fundamental para a concretização do desejo de um futuro sustentável para a sociedade, de forma geral. As autoras ainda nos apontam que a preocupação com o Ensino fundamental é de grande valia,

> [...] pois partimos da premissa de que é necessário iniciar o processo de Alfabetização Científica desde as primeiras séries da escolarização, permitindo que os alunos trabalhem ativamente no processo de construção do conhecimento e debate de ideias que afligem sua realidade (SASSERON e CARVALHO, 2008, p. 336).

Estas autoras apontam para a argumentação em sala de aula, tanto para alunos e professores, imersos em preocupações envolvendo CTS e EA, ao debater comportamentos atitudinais integrando o contexto social destas comunidades (SASSERON e CARVALHO, 2008). Tais dados convergem com a presença da palavra-

chave Ensino de Física, pois, de acordo com Silva, Cavalari e Muenchen (2015), muitos pesquisadores do EC que trabalham com a EA e CTS divulgam seus trabalhos em eventos da área de Física e que bianualmente, desde 1986, a Sociedade Brasileira de Física organiza um espaço de discussões que privilegiam práticas pedagógicas neste sentido (SILVA, CAVALARI e MUENCHEN, 2015).

Por outro lado, Mion *et al*. (2009) refutam o lado negativo do estudo dos campos do saber de forma compartimentada. Para eles, há uma ingenuidade que leva à instrumentalização destes campos, além de afastá-los de uma emancipação racional. Pucci (1995) faz a ressalva que

> A ciência, a tecnologia, o conhecimento, sonhados pelos primeiros pensadores modernos como possibilidade de minorar os sofrimentos dos homens, de instrumentalizá-los para a criação de um novo mundo, vão perdendo cada vez mais seu potencial libertário. A razão emancipatória vai se tornando reprimida, ofuscada. Com o surgimento do capitalismo monopolista e seu desenvolvimento além dos limites europeus, com a intensificação colonialista, com as revoluções científicas contemporâneas, o predomínio da dimensão instrumental da Razão se torna onipresente. E a sociedade unidimensional, liberada pelos técnicos e pela ciência, se transformou em instrumento de produção e de dominação (PUCCI, 1995, p. 23).

Outro termo de destaque na Tabela 4 foi o acrônimo CTSA, que apresenta elevados valores de centralidade de grau, proximidade e intermediação. Os elevados valores de centralidade do termo CTSA indicam a sua importância dentro da rede, além do comprometimento com o fluxo de informações e comunicação na rede de palavras-chave. Os desafios do movimento CTSA podem ser corroborados no seguinte trecho:

> Reforçar essa convergência do movimento CTSA e da Educação Ambiental nas tarefas de investigação em educação e inovação educativa para formar uma cidadania suscetível de contribuir para a tomada de decisões fundamentais sobre a problemática socioambiental constitui, em nossa opinião, um dos desafios fundamentais para se alcançar um futuro sustentável (VILCHES e PÉRES, 2011, p. 21).

A partir desta citação destaca-se a presença da sustentabilidade como um resultado esperado das relações entre CTS e EA. Tem-se que a sustentabilidade é

> [...] toda a ação destinada a manter as condições energéticas, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando sua continuidade e ainda atender as necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução (BOFF, 2012, p. 107).

Mesmo que não seja o intuito desta pesquisa, entende-se que o contexto do léxico da área de sustentabilidade seja complexo e plural. Tal pluralidade pode ser indicada pelas medidas de centralidade de proximidade encontradas na Tabela 4. Ainda que fosse esperada a sua alta relevância no grafo, pois integrou a relação dos buscadores desta pesquisa, o termo aparece nas últimas posições do recorte, assim como a "*Temática Ambiental*", enquanto temas que não possuem uma relação tão objetiva como "*Ensino de Física*", "*Ensino Fundamental*" e "*Formação de Professores*" possuem métricas que indicam sua maior influência para inserir a EA no estudos CTS.

Dias e Balestiere (2006) fazem parte do primeiro trabalho encontrado com foco em Ensino de Física e destacam que nem medidas sociopolíticas nem o EC são suficientes para que haja uma mudança atitudinal dos cidadãos em direção a uma EA crítica. Esta pesquisa traz discussões sobre o uso racional da energia e indica que a inclusão da dimensão CTSA no currículo formal e não formal de ensino seja um caminho de aproximação para a sustentabilidade.

Assim como Freitas e Marques (2017), entende-se aqui que a sustentabilidade tem papel crítico e inovador como agente do futuro através de medidas sociopolíticas. Neste sentido, os autores destacam o papel da educação em que ela

> [...] constitui-se num desses contextos, capaz de favorecer a apreensão da realidade socioambiental, nas intrincadas relações sociedade e natureza; ao mesmo tempo que contribui para a compreensão fundamentada sobre os elementos que desenham a atual crise ambiental (FREITAS e MARQUES, 2017, p. 231).

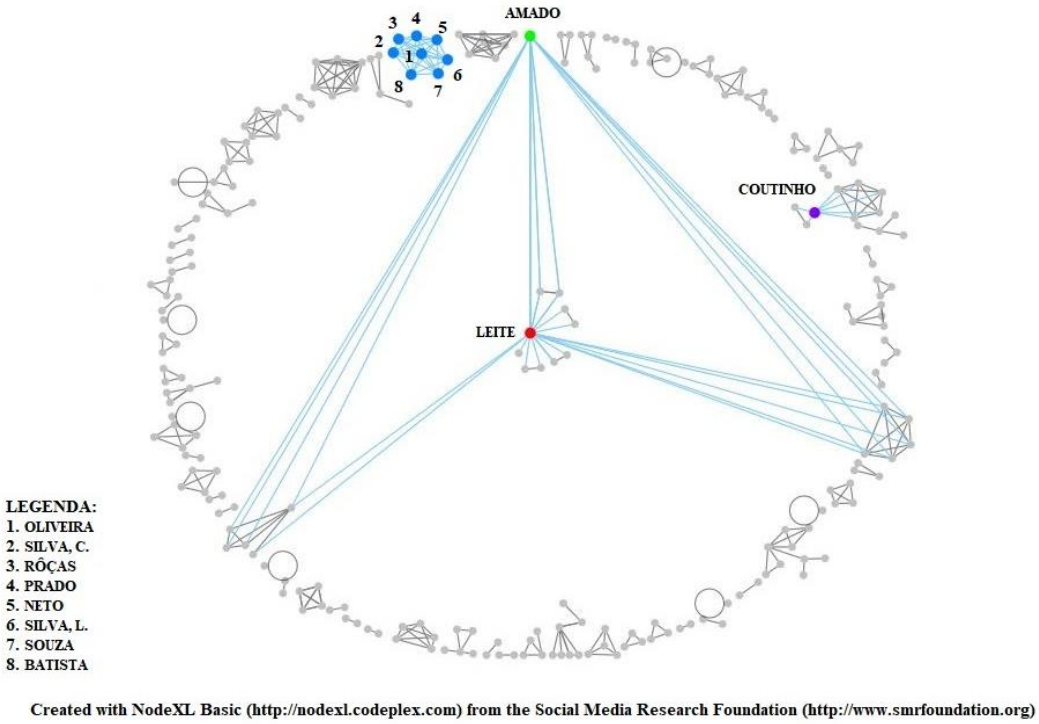
Ainda do ponto de vista da Tabela 4, destaca-se a importância dada aos termos EA e Ensino de Ciências que possuem juntamente com a ACT e CTSA as mais altas medidas de intermediação, indicando uma elevada expressividade desses assuntos entre as sub-redes. Isso demonstra que, dentro do contexto dos 108 artigos analisados, muitos dialogam sobre as mesmas perspectivas, demonstrando que, além de serem o centro das discussões e de aproximação com outros temas, eles são responsáveis por uma maior interação dentro da rede.

Por outro lado, apesar do Ensino Fundamental e da Interdisciplinaridade possuírem um baixo valor em suas medidas de centralidade de proximidade, o que indica a maior distância entre essas duas palavras-chave com a temática ambiental e, consequentemente, menor comunicação entre o Ensino Fundamental e a

Interdisciplinaridade com CTS e EA. Ao pensarmos especificamente na Interdisciplinaridade, este dado é preocupante, uma vez que a recomendação do desenvolvimento da EA seja realizada de forma interdisciplinar.

Além da rede social sobre palavras-chave, gerou-se outra rede com os 244 autores e coautores do contexto de artigos estudados, em busca de verificarmos como eles se relacionam, tendo em vista que autores distintos podem contribuir no aprofundamento de uma ideia, assim como na propagação de conhecimento científico sobre uma determinada temática. A rede presente na Figura 5 apresenta os onze autores com maior centralidade de grau, ressaltando que isto significa ter mais relações com os demais autores.

Figura 5- Rede gerada a partir dos autores



Fonte: BAPTISTA (2020)

A partir da rede, foram identificadas 66 sub-redes desconexas, indicando uma baixa relação de aproximação entre a maioria dos diversos autores. Destes, 44 formam sub-redes com, no máximo, duas relações. Este fenômeno revela que a produção científica é produzida em blocos de pesquisadores em torno de um determinado campo

de estudo. Para entender melhor esta rede e de acordo com Chrispino *et al.* (2013), denomina-se componente conexa as sub-redes presentes no grafo, onde a maior delas é conhecida como componente conexa gigante da rede. Esta aparece na Figura 5, destacando as suas relações com outros autores em azul claro e que são aproximados por Leite (vermelho) e Amado (verde), onde se destaca a maior componente conexa composta por vinte e um autores. Ainda foi demarcada a segunda maior componente conexa com oito autores, indicados com numeração além da coloração azul escuro para evidenciar seus vértices. Ambas componentes destacadas tiveram o nome de seus representantes revelados na rede para facilitar a sua identificação.

A partir desta rede foi elaborada uma tabela com os onze autores com maior centralidade de grau, assim como as suas instituições de vinculação (Tabela 5).

Tabela 5- Vinculação institucional dos autores

Autor	Centralidade de grau	Instituição de Vinculo
SIDNEI QUEZADA MEIRELES LEITE	17	Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)
MANUELLA VILLAR AMADO	12	Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)
ALEXANDRE LOPES DE OLIVEIRA	7	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro(IFRJ)
CLÁUDIO APRÍGIO DA SILVA	7	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro(IFRJ)
GISELLE RÔÇAS	7	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro(IFRJ)
LUCIANA MARIA-DA-SILVA	7	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro(IFRJ)
JOSÉ ABDALLA HELAYËL-NETO	7	Centro Brasileiro de Pesquisas de Física (CBPF)
HENRIQUE JANNUZZELLI PIRES-DO-PRADO	7	Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO)
ROBERTO RÔMULO DE MEDEIROS SOUZA	7	Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO)
RODRIGO SIQUEIRA-BATISTA	7	Universidade Federal de Viçosa (UFV)
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO	7	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Fonte: BAPTISTA (2020)

A análise conjunta da rede e da tabela, através do levantamento dos autores dos artigos elencados neste trabalho, nos mostra que todos com centralidade de grau sete estão inclusos na mesma componente conexa de interação mútua, o que contribui para os valores igualados e que acabam ganhando maior expressividade nesta medida, pois formam um grupo com maior número de integrantes, se comparado com as outras sub-redes deste grafo. Embora seja possível verificarmos uma parceria entre autores da IFRJ, UNIFESO, CBPF e UFV por estarem inseridos em uma mesma sub-rede, quatro dos nove autores com maior destaque no grafo estão atrelados à mesma instituição, indicando que grande parte de seus artigos publicados estão ligados a outros docentes pertencentes à mesma Universidade. Este fenômeno também é observado pelos dois atores mais relevantes desta rede, além da maioria das outras componentes conexas encontradas.

A produção de trabalhos publicados a partir de pesquisadores de uma única instituição ou em maioria, assim como a predominância de sub-redes desconexas em torno da mesma área de estudo, pode indicar um caráter de endogenia institucional. Braga *et al.* (2013, p. 91) indaga que “a maioria dos estudos sobre o assunto apontam que seus efeitos são mais prejudiciais do que benéficos, pois promovem a inércia institucional, provincianismo e isolamento intelectual”. Tomar esta característica como desafio pode favorecer a busca da ampliação dessas discussões, reforçando o fortalecimento de suas pesquisas.

A partir da rede de autores, também podemos obter as medidas de centralidade de grau, aproximação e intermediação dos autores (Tabela 6).

Tabela 6- Medidas de centralidades dos autores

Autor	Centralidade de grau	Centralidade de aproximação	Centralidade de intermediação
SIDNEI QUEZADA MEIRELES LEITE	17	125,000	0,043
MANUELLA VILLAR AMADO	12	41,500	0,036
ALEXANDRE LOPES DE OLIVEIRA	7	0,000	0,143
CLÁUDIO APRÍGIO DA SILVA	7	0,000	0,143
GISELLE RÔÇAS	7	0,000	0,143
HENRIQUE JANNUZZELLI PIRES-DO-PRADO	7	0,000	0,143
JOSÉ ABDALLA HELAYËL-NETO	7	0,000	0,143
LUCIANA MARIA-DA-SILVA	7	0,000	0,143
ROBERTO RÔMULO DE MEDEIROS SOUZA	7	0,000	0,143
RODRIGO SIQUEIRA-BATISTA	7	0,000	0,143
FRANCISCO ÂNGELO COUTINHO	7	10,000	0,143

Fonte: BAPTISTA (2020)

Tem-se, nas primeiras posições, a presença de Leite e Amado como os autores que mais se conectaram com outros autores e que publicaram sobre EA no contexto do ensino CTS, conforme verificamos em suas medidas de centralidade de grau. Apesar desta alta centralidade de grau e relevância no grafo da figura 5, Amado apresentou uma baixa medida de centralidade de proximidade, se comparada proporcionalmente com Leite S.Q.M, o que significa que Leite dialoga mais do que Amado ao produzir trabalhos com autores de outras sub-redes. Além disso, obteve-se desta pesquisadora a menor medida de centralidade de intermediação de toda a rede, pois ela se liga em um maior número de vértices que não se conectam mutuamente, o que significa que a autora estabelece relações com vários grupos que não dialogam entre si.

As medidas de centralidade comparativa foram geradas em seguida pela Tabela 6 que ratifica as informações, anteriormente ditas, ao perceber que as centralidades de aproximação dos autores presentes na segunda maior componente conexa estão com valor igual a zero, ratificando o seu isolamento, embora possuam alta relevância devido à interação de todos os integrantes deste grupo. No contexto geral desta análise,

verificou-se que, dos 244 autores, 224 autores não obtiveram nenhum valor atribuído à centralidade de proximidade. Ou seja, somente 8,2% dos autores constroem elos e se comunicação entre si, se consolidando como referências sobre a EA nos estudos CTS, enquanto os 91,2% restantes ratificam a endogenia através de interações que se restringem a sua sub-rede. Esta relevância pode ser aferida pelos dados estatísticos de suas centralidades de intermediação que demonstraram ser mais elevadas, se comparada com o autor mais integrado desta rede. Isto ocorre, pois, esta sub-rede troca muitas informações ainda que não atinja outras componentes convexas da rede.

A fim de elucidar as contribuições para área de CTS e da EA, elencamos os onze principais autores, destacando brevemente sua história acadêmica e as inclinações em suas produções científicas dentro do contexto em análise.

O autor que ocupa a posição de maior relevância na rede deste trabalho é Sidnei Quezada Meireles Leite, que possui formação em Química e Engenharia Química pela UFRJ, com Doutorado em Engenharia Química pela Coppe/UFRJ. Além disso, fez estágio Pós-doutoral em Educação pela UnB e pela Universidade de Aveiro, em Portugal, com enfoque em CTSA. É também membro da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) assim como da Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência (SBPC), o que demonstra a sua aproximação acadêmica com o contexto desta pesquisa. O pesquisador é vinculado como professor titular do Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), além da produção de conhecimento, também leciona no programa de pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da própria instituição. Destaca-se, ainda, que nos últimos 17 anos, ele se ateve a investigar a formação de professores da Ciência da Natureza, além das relações da educação formal e não formal inclusas no contexto de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA).

Desde 2016, Leite S.Q.M. trabalha em três linhas de pesquisa; "*Formação de profissionais da Educação em Educação CTS/CTSA com enfoque Freiriano*", "*Estudos culturais no Ensino de Ciências no contexto da Educação Básica*" e "*Ensino de Ciências a partir de diálogos entre espaços de Educação formal e não formal com enfoque CTS/CTSA*". Neste período, encontra-se um dos 9 artigos publicados por este autor no universo dos 108 artigos analisados. Intitulado "*Uma Prática de Educação Ambiental para discutir Sustentabilidade no Manguezal de Nova Almeida do Estado do*

Espírito Santo" (LEITE e ROCHA, 2017), traz uma importante discussão em torno da pesca artesanal em uma escola pública da cidade da Serra (ES). Nela, práticas educacionais de aspecto formal e não formal foram organizadas a fim de debater com os alunos locais a importância de tal exercício para a própria comunidade, destacando sua relevância no contexto socioambiental, socioeconômico, por exemplo. Tem-se, neste trabalho, o foco na EA dialogando com o CTS/CTSA.

Dentre as suas outras oito publicações encontradas para o mesmo período de análise, tem-se a ênfase na interdisciplinaridade. Os artigos *"Jornal da Ciência como atividade interdisciplinar extraclasse: debates e reflexões sobre a ciência na comunidade escolar de Ensino Médio"* (LEITE e KRUGER, 2012) e "*A Interdisciplinaridade por meio da Pedagogia de Projetos: Uma Análise do Projeto 'Horta escolar: aprenda cultivando hortaliças' numa perspectiva CTSA"* (LEITE *et al.*, 2014) são duas obras que também sugerem atividades educacionais voltadas para o contexto de ação, estimulando o ensino crítico com base nos conhecimentos sobre CTSA como medidas de tomada de decisão e de reflexão para uma cidadania crítica, principalmente para aqueles que sofrem mais com a desigualdade social. Estes são exemplos de suas pesquisas que o definem como referência nas discussões sobre Interdisciplinaridade (LIMA, 2019) e, não surpreendentemente, é o autor com maior interação na referida rede através da influência de uma temática que facilita a integração com outros assuntos.

Também vinculada ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), Manuella Villar Amado é a segunda autora mais expressiva da rede devido a sua alta centralidade de grau. Sua graduação foi em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2002), mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (2004), doutora em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (2008) e pós-doutora na área de Divulgação e Ensino das Ciências pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Portugal, 2014). Atualmente é líder do Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Espaços de Educação Não Formal (GEPAC), Coordenadora da Especialização em Educação e Divulgação em Ciências (EDIV) e da Especialização em Ensino Interdisciplinar em Saúde e Meio Ambiente na Educação Básica (EISMA) do IFES - Campus Vila Velha. Percebe-se que

em sua trajetória acadêmica há uma convergência com as temáticas que revelaram aproximar as discussões de Educação Ambiental com CTS.

A autora também se aproxima desta temática por seus projetos de pesquisa que evidenciam uma linha de pesquisa que favorece as relações entre a EA e CTS além da sua posição de destaque na rede de autores.

A partir da terceira posição, temos oito autores que possuem a mesma expressividade na rede. Estes apresentam este quadro por compor um grupo em torno de um único trabalho publicado. Percebe-se, neste caso, que sua relevância é dada na rede devido ao elevado número de componentes desta sub-rede. Como todos possuem a mesma relevância de acordo com o grafo da figura 5, faremos a análise destes autores através da ordem de proximidade institucional, para eventualmente mostrarmos pesquisas que foram elaboradas em conjunto.

Neste conjunto analisado, temos quatro autores (Alexandre Lopes de Oliveira, Cláudio Aprígio da Silva, Giselle Rôças e Luciana Maria da Silva), todos pertencentes à mesma instituição, o IFRJ. Seguindo a ordem apresentada na tabela, temos o pesquisador Alexandre Lopes de Oliveira, graduado em Física, com Bacharelado (1994) e Licenciatura (2000), pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Possui também mestrado (1997) e doutorado (2003) em Ciências Físicas pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Atua, no momento, como professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.

As suas linhas de pesquisa indicam uma maior relação com o campo da Educação, quando se inclinam ao Ensino de Ciências e à divulgação científica. Destaca-se, ainda, a sua participação como coordenador ou integrante de 3 projetos de pesquisa envolvendo o Ensino de Ciências. São eles: "*Estratégias de ensino e desenvolvimento de produtos educacionais em Ensino de Física*" (2012), "*Ensino de Ciências, formando novos talentos e reforçando os laços entre o IFRJ e IERGS*" (2012-2013) e "*Despertando Novos Talentos no Ensino das Ciências - Uma parceria entre IFRJ e ISERJ*" (2013-2016). Sobre este último projeto e seus objetivos, o autor destaca:

> [...] Desta forma, aproximar pós-graduação, graduação e ensino médio, gerando uma dinâmica virtuosa de reflexão-ação e teoria-prática, se torna indispensável no trabalho com o Ensino de Ciências de forma conexa, sistematizada e pontual. Portanto, capacitar e dar voz aos que atuam na educação alimenta os processos da práxis educativa, da ***pesquisa e intervenção socioeducacional***, com base em valores voltados para o desenvolvimento humano. Neste contexto, o

> Ensino de Ciências na formação de professores requer um modelo de ***ciência integrada***, que ***rompa com o pensamento fragmentado e linear***, fortalecendo o campo de estudos, análises e intervenção na esfera escolar (OLIVEIRA, 2020, grifos nossos).

Neste sentido, o autor traz aspectos dos estudos CTS quando incentiva um modelo de intervenção social através da Educação que rompa com a ideia de uma Ciência ingênua e desintegrada de outros saberes, como a Tecnologia. Além disso, identificam-se dois projetos de extensão em que ambos estão relacionados com o ensino. Em relação a um dos projetos, o autor afirma que "os impactos esperados se relacionam às questões educacional, tecnológica, ambiental, científica e social acerca da importância do IFRJ na comunidade acadêmica e escolar" (OLIVEIRA, 2020).

Este projeto deixa evidenciada a sua preocupação com os pilares CTS/CTSA e com a própria EA, ainda que indiretamente, ao convergir os resultados destas ações nos pilares que compõem os dois campos de saberes. Outra importante consideração que se faz necessário é o fato deste projeto ser coordenado por Giselle Rôças que, além de ser vinculada à mesma instituição do autor anteriormente citado, aparece como integrante de dois de seus projetos de pesquisa, reforçando ainda mais o caráter de endogenia.

Rôças, G. é graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1995), possui mestrado (1998) e doutorado (2004) em Ecologia pela mesma universidade. Seu trabalho está voltado ao desenvolvimento de pesquisas com professores da Educação Básica e Superior na construção de relações mais aprofundadas em relação às Ciências da Natureza com o Ensino de Ciências, tanto em espaços formais como não formais de ensino.

Destaca-se, aqui a linha "Ensino e Ambiente", que apresenta ligação direta com EA, tornando-a um destes oito autores que mais se aproximam em relação à produção de conhecimento científico em torno do nosso foco de estudo. Além disso, encontra-se, em sua trajetória acadêmica, um projeto de pesquisa intitulado *"Ensino de Ciências Ambientais: as práticas pedagógicas e seus pressupostos"* (2003-2006), que tinha como prerrogativa a inclusão da EA, levando em consideração temáticas como interdisciplinaridade, multidisciplinaridade e transdisciplinaridade como pautas de discussão de metodologias para a sua aplicação no ambiente escolar. Ainda que se tenha encontrado muitos trabalhos e pesquisas em torno da EA, não foram identificadas, em

nível curricular, pesquisas que estabelecessem vínculo da EA ao enfoque CTS/CTSA, exceto ao trabalho que a inseriu na segunda maior sub-rede desta pesquisa.

Também inseridos nesta segunda maior componente conexa do grafo de autores estão os autores Luciana Maria da Silva e Cláudio Aprígio da Silva, ambos graduados em Licenciatura em Física pelo IFRJ. Ambos não apresentam linhas de pesquisa ou projetos, nem na área de EA e CTS nem em outra área. Mediante a estes resultados, observa-se que, entre os oito autores presentes nesta segunda maior componente conexa da rede, quatro desses não possuem nenhum outro trabalho sobre o assunto, especialização na área ou projetos desenvolvidos. Dos outros quatro (Giselle Roças, Alexandre Lopes de Oliveira, Francisco Ângelo Coutinho e Rodrigo Siqueira-Batista), apenas um (Giselle Roças) apresenta pesquisas que envolvam explicitamente os termos CTS/CTSA e Educação Ambiental juntos.

Ainda dentre os oito autores com a mesma expressividade na rede, encontramos Roberto Rômulo de Medeiros Souza e Henrique Jannuzzelli Pires do Prado, ambos pertencentes a UNIFESO. Roberto Souza apresenta graduação em Medicina pela própria UNIFESO e especialização em Radiologia pela Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro (SCM/RJ, 2014). Henrique Prado também apresenta graduação em Medicina pela UNIFESO (2011) e possui residência médica em Neurologia clínica pela UFF (2018). Estes autores possuem somente uma única publicação na área de CTS/CTSA, juntamente com os outros autores presentes na segunda maior componente encontrada no grafo da figura 5.

Além destes autores, encontra-se também José Abdalla Helayël-Neto, com graduação (1975) e mestrado (1978) em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), além de *Magister Philosophiae* (MPh) e PhD, em Física, pela *International School for Advanced Studies in Trieste* (SISSA, 1981). O autor trabalha no desenvolvimento de projetos de pesquisa em Ensino de Ciências e na Divulgação Científica para as classes mais populares, indicando um fator de aproximação com o nosso objeto de pesquisa e dos próprios colaboradores de sua sub-rede.

Destacamos então o último autor desta componente conexa composta por 8 autores, Rodrigo Siqueira-Batista, que é graduado em Medicina pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1995), em Filosofia, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2002) e em Matemática, pela Universidade Estácio de Sá (2018), dentre muitas

outras especializações. Atualmente é professor Associado do Departamento de Medicina e Enfermagem da Universidade Federal de Viçosa (UFV), assim como professor titular da Escola de Medicina da Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga e também atua como docente nos programas de pós-graduação: Bioética, Ética Aplicada e Saúde Coletiva (PPGBIOS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente (PROCISA) da Faculdade Dinâmica do Vale do Piranga (FADIP); Saúde Coletiva (PPGSC) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Em relação às linhas de pesquisa do referido autor, observamos que a linha sobre "Bioética e ciências da saúde e do ambiente" e a linha "Educação em/na saúde: saberes e práticas" aproximam o autor da temática desta pesquisa.

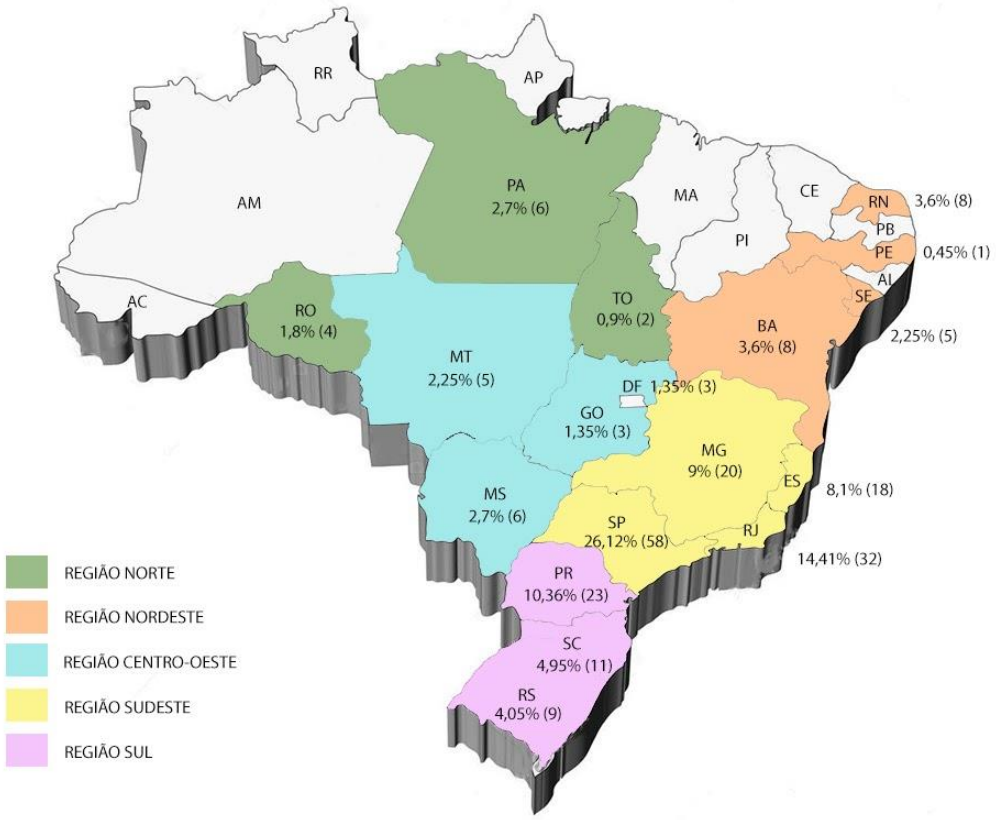
Em última análise de autores, ainda que possua mesma relevância no grafo da figura 5, por possuir o mesmo valor de centralidade de grau que os outros oito autores apresentados anteriormente, destacamos Francisco Ângelo Coutinho, que apresenta mesmo valor de centralidade de grau e de centralidade de intermediação, porém apresenta um valor de centralidade de proximidade maior que o conjunto de outros oito autores apresentados.

Francisco Ângelo Coutinho é graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais (1990), mestre em Filosofia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1996), com ênfase em Lógica e Filosofia da Ciência, e doutor em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2005). É professor da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, onde atua na graduação e na pós-graduação em Educação. É líder do grupo Processos e Relações na Produção e Circulação do Conhecimento, no qual investigam as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, além de buscarem soluções concretas para os problemas colocados pelo ensino, pelos métodos de ensino e pela formação docente. De acordo com o autor, em suas oito linhas de pesquisa, não há nenhuma que seja voltada para a EA, além de 2 dos 108 artigos encontrados nesta pesquisa. Ainda que presente em uma componente conexa menor que a analisada anteriormente, a sua sub-rede apresentou uma centralidade de aproximação um pouco maior por estabelecer relações com dois outros pesquisadores do seu grupo.

Mesmo que não haja dúvidas sobre a relevância de todos os autores descritos no corte de análise desta pesquisa, é factual que a estruturação desconexa da rede contribui para uma fragilidade na difusão de conhecimento sobre o objeto de estudo, no destaque reduzido a outros autores que não se sobressaem na rede, pois detém um isolamento da sua produção científica, conferida no aparecimento das 66 sub-redes do grafo de autores. Associado aos resultados do número de publicações de 1999 até o período de 2017, percebe-se que, mesmo com aumento na produção destas obras, torna-se ainda mais incipiente, se levarmos em consideração que as poucas publicações nesses anos não se interligam. Este caráter de endogenia demonstra ser um dos principais desafios no avanço dos estudos sobre CTSA e EA para uma maior riqueza de informações em estudos de seu mapeamento.

Por fim, foi realizado um mapeamento dos 244 autores e suas respectivas instituições de vinculação, distribuídos regionalmente pelo território brasileiro, conforme a Figura 6. Dessa forma, aproximamo-nos de um panorama de qual é o percentual de pesquisadores que atuam desenvolvendo pesquisas neste sentido ao longo destes 21 anos.

Figura 6- Número de autores por região que abordam as relações entre CTS/CTSA e a EA



Fonte: BAPTISTA (2020)

A região Sudeste foi a que mais teve pesquisadores envolvidos em levantar discussões sobre EA e CTS/CTSA. Esta teve o total de 128 autores, 52,46% de todos os 244, impactando em 57,63% das pesquisas encontradas. Em seguida, tem-se: a região Sul com 43 autores (19,36%), a região Nordeste com 22 (9,9%), a região Centro-Oeste com 18 (7,65%) e a região Norte com 12 (5,4%). As demais regiões brasileiras que não foram coloridas na Figura 6 não apresentaram nenhum docente com obras que atendessem as discussões desta pesquisa.

Vale ressaltar a ampla distribuição destes autores pelas regiões, garantindo que estes estudos levem em consideração as questões ambientais brasileiras que são plurais e complexas, assim como os desafios da aplicação da EA em consonância com CTS em espaços de ensino formal e não formal e na formação de professores. Sendo assim, estas pesquisas são fundamentais para traçar antigos e novos obstáculos e possíveis soluções.

Dentre estes desafios, tem-se ainda a baixa quantidade de docentes, onde 84% dos Estados apresentam menos de 10% de representação de docentes nesta área de

pesquisa ou outros (AC, AM, RR, AP, MA, PI, CE, PE, AL) que sequer apresentaram representantes. Outro obstáculo é a já relatada endogenia institucional, demonstrada nos grafos anteriores, que promove o isolamento na produção científica desse saber, dificultando o aprofundamento das discussões por baixa quantidade de interações com outros autores que trazem novas perspectivas para o fortalecimento da rede em análise. Sendo assim, a consistência de produção científica neste assunto, a seleção de palavras-chave que favoreçam as discussões tanto quanto a produção de pesquisas com coautoria oriunda de outras vinculações institucionais podem tornar mais clara a aplicação da EA no contexto CTS.

4. Considerações Finais

Como resposta à primeira das nossas perguntas de pesquisa, que teve a intenção de mapear os trabalhos publicados em EA no contexto de CTS, identificamos que, dentre os 323 artigos que constam no Banco de Dados do *Grupo CTS e Educação,* do Cefet/RJ, pouco mais de 30% dos trabalhos produzidos na área de CTS estão relacionados com a EA. Embora tenhamos verificado uma crescente exposição de dados que evidenciem as consequências reais de ações antrópicas que já comprometem a nossa qualidade de vida e das próximas gerações, percebemos, assim como grande parte dos autores dos 108 artigos analisados, que a elaboração e divulgação de dados estatísticos neste sentido não demonstram ser suficientes para uma alteração de um caminho ambiental catastrófico a que, até então, estamos nos direcionando, ao nos depararmos diariamente com notícias de degradações ambientais globais irreparáveis.

Entendemos, assim como grande parte dos autores das pesquisas em análise, que mudanças efetivas de uma concepção ambiental sustentável se dá na oferta de uma educação que apresente o movimento CTS e promova a EA neste contexto.

Esta relação confere condições à comunidade escolar (professores, funcionários, alunos, gestores e familiares de alunos) de discutir como os seus recursos ambientais são utilizados para terem condições de traçar ações comunitárias que garantam a durabilidade destes recursos, impactando menos no ambiente. Para isto, faz-se necessário a relação entre CTS e EA para a formação de uma cidadania com autonomia crítica na tomada de decisões de sua comunidade, mas que também estimule o entendimento de que estas mudanças dependem do interesse individual pelo assunto para que haja uma mudança coletiva.

Cabe mencionar que, nas últimas décadas, foram criadas políticas públicas voltadas para a EA e estas foram relatadas por esta pesquisa, comprovando que sua criação oferece incentivo e legitima a necessidade de se reconhecer a EA como parte da formação do cidadão, sendo fundamental a sua aplicação nos diversos segmentos de Ensino. Ainda de acordo com a leitura geral destes textos, estes documentos por si só não demonstraram ser o suficiente para que estas recomendações sejam de fato aplicadas e estejam causando o impacto no despertar participativo e crítico da

comunidade perante os problemas ambientais que os afetam.

Estes limites podem estar relacionados aos impasses políticos e econômicos em países emergentes no sistema econômico capitalista. Isto ocorre, pois as decisões políticas passam a ser escravizadas pela demanda do desenvolvido econômico local. Por fim, as decisões governamentais tendem a ficar nas mãos de poucos que detêm um maior patrimônio financeiro que estimulam a concentração de renda, favorecendo os seus próprios interesses. Logo, o poder de decisões é o resultado do poder aquisitivo encontrado em uma pequena parcela da população, dificultando que a grande massa populacional não tenha acesso a bens materiais e imateriais como o próprio conhecimento de qualidade, com infraestrutura funcional, baseada numa pedagogia que estimule o desenvolvimento crítico e participativo na tomada de decisões, como é o caso da aplicação da EA na área de CTS.

O que pode ser notado é que, ao longo dos anos, boa parte da importância da conjugação entre a EA e CTS foi dada através de pesquisas com alunos de diversos segmentos do ensino, assim como com docentes através de uma formação continuada de professores. Diante de um amplo contexto educacional brasileiro, ainda pautado em um modelo de ensino disciplinar linear, pensar no desenvolvimento da temática ambiental com enfoque no Ensino CTS é um desafio. Sendo assim, foi percebido a recorrência de trabalhos que se preocupam com as práticas pedagógicas de ensino sobre EA no Ensino CTS.

Com referência aos trabalhos estudados, entendemos que a mudança, em um modelo de ensino tradicional disciplinar segmentado, é fundamental para a transposição de um olhar fragmentado do conhecimento que não se articula com a realidade local de um cidadão e seus desafios para uma possível mudança, a partir de ações sustentáveis. Estas mudanças no ensino dependem, em boa parte, do incentivo de atividades que contemplem os próprios professores por meio de uma formação continuada, pois é notório que os mesmos entraves pedagógicos estruturais e curriculares que afetam os alunos, também afetam os docentes que têm o importante papel de inserir as discussões de CTS e EA em suas aulas disciplinares.

De modo geral, acreditamos que o estímulo de trabalhos que incentivem os professores a implementarem tais práticas de relação entre CTS e EA podem minimizar a baixa efetividade destas discussões entre os alunos, pois o professor detém o principal

papel de incentivador e motivador destas discussões em sala de aula. Por fim, entendemos que práticas que carreguem estes professores de conhecimento e experiências destas discussões darão um suporte mais bem engajado e endossado para um olhar mais crítico das discussões entre CTS e EA que envolvam o contexto da comunidade local e a sua emancipação com base nos conhecimentos científicos adquiridos.

Estas práticas puderam ser percebidas na construção destes 108 artigos que contribuíram para compor trabalhos que levaram a discussões mais amplas, como visto no II Seminário Ibero-americano de CTS em Ensino de Ciências, que reforçam as discussões no meio acadêmico e, com isso, facilitam observar quais foram os avanços e quais os obstáculos ainda a serem percorridos para que esteja mais concreta a aplicação de um ensino que dialogue com a EA e CTS regularmente, e não como um tópico disciplinar em um período pontual do planejamento anual curricular aplicado individualmente por um ou outro professor.

A segmentação da aplicação destas discussões em sala de aula desfavorecem as pesquisas que estudam a temática de EA e CTS, pois são necessários relatos de diferentes contextos para que haja resultados mais amplos e uma maior segurança de dados sobre este assunto, garantida também por um maior número de trabalhos que tendam a estabelecer conclusões mais sólidas das informações obtidas nas discussões das relações destes campos, e que serão incorporados na vida acadêmica destes alunos, impactando na vida da sociedade como um todo.

Tal segmentação foi evidenciada, neste trabalho, pelos poucos grupos de pesquisadores que produzem pesquisas visando entender melhor as relações entre a EA e CTS. Essa segmentação provoca tanto um afastamento dos autores, pois eles não dialogam diretamente com outras componentes conexas, o que foi demonstrado na rede de coautoria, como evidenciam nomes de autores que não seriam tão relevantes, se não fosse o número de integrantes de sua componente conexa que o torna mais expressivo pela quantidade de integrantes do grupo, e não pela quantidade de publicações que o mesmo realiza ou de relações que estabelecem dentro da rede. Para isso, trabalhos futuros poderão explicar quais referenciais teóricos aproximam mais estes autores já que muitos não dialogam diretamente, embora abordem uma mesma temática de pesquisa.

Uma forma de aproximação identificada entre estes trabalhos foi através da rede

de palavras-chave. Percebemos que há uma tendência consensual estabelecida entre os pesquisadores sobre as relações entre CTS e EA em se adequarem de forma mais eficaz através do EC, com o esforço dos próprios docentes aplicando trabalhos científicos que denotem o avanço em práticas pedagógicas que contemplem estas discussões em sala de aula. Isso deve também servir como ponto de partida para que este grupo desperte o interesse em ter uma visão mais crítica das informações sobre o uso de recursos locais, regionais e globais, onde está inserido e que tenham condições de participar ativamente das discussões e decisões sobre a sua utilização de forma crítica e colaborativa.

Têm-se como importante fato encontrado, ainda sobre as palavras-chave mais relevantes nas discussões de convergência entre CTS e EA, o Ensino de Física, que apresentou muitos trabalhos envolvendo sugestões de práticas pedagógicas para docentes e discentes, demonstrando ser uma área que convergiu, inclusive, com a interdisciplinaridade para se aproximar dos campos de CTS e EA, além da temática de sustentabilidade ao definir, muitas vezes, parâmetros de objetivo de uso coletivo consciente dos recursos naturais como parte das metas de suas pesquisas.

Embora este resultado esteja de acordo com as discussões anteriores, não foram identificados muitos trabalhos que trouxessem juntamente os termos EA e CTS, em suas palavras-chave, o que não contribui para novas pesquisas que queiram fazer a relação direta destes campos através destes termos que servem como uma importante categoria de busca de uma temática de pesquisa. Concluímos destacando que a escolha das palavras-chave que tragam diretamente a relação da EA e de CTS, explicitamente nesta categoria, pode beneficiar muito para que novos estudos de aprofundamento nestas relações facilitem a busca e o mapeamento da aplicação destes campos de estudo.

5. Referências Bibliográficas

ABREU, T. B.; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Uma análise quantitativa e qualitativa da produção científica sobre CTS (Ciência-tecnologia-sociedade) em periódicos da área de ensino de ciências do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7.ed., Florianópolis, 2009.

ALBUQUERQUE, B. M. O Perfil dos estudos brasileiros sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade baseado nas publicações da área de ensino de ciências. mai. 2018. 234p. Tese (doutorado em doutorado em ciência, tecnologia e educação) - Centro Federal de educação tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2018.

AMARAL, I. A. Currículo de ciências: das tendências clássicas aos movimentos atuais de renovação. In: BARRETO, E. S. S. (Org.). Os currículos do ensino fundamental para as escolas brasileiras. Campinas: Autores Associados: São Paulo: Fundação Carlos Chagas, p.201-232, 1998.

ALZATE PATIÑO, A.; CASTILLO, L.A.; GARAVITO, B.A.; MUÑOZ, P. Propuesta pedagógica para el desarrollo local ambiental. Una estrategia en construcción. Colombia: Planeta Rica, 1994.

ANTUNES, R. Os sentidos do trabalho. 7.ed. São Paulo: Boitempo, 2005.

BAZZO, W.A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L.T.V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, tecnologia e sociedade). Madrid: Organização de Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), 2003.

BOFF, L. Sustentabilidade: o que é, o que não é. Petrópolis: Vozes, 2012.

BORRERO, M. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad en el contexto lationoamericano. In: MANUEL MEDINA et al. (Orgs.). Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión política y social. Barcelona: Anthropos, p.125-9, 1990.

BOUZON, D. J., BRANDÃO, B. J., SANTOS, C. T., 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.

BUCUSSI, A. A., OSTERMANN, F. Projetos curriculares Interdisciplinares e a temática da Energia. Experiências em Ensino de Ciências v. 1, n. 1, p.1-13, 2006.

BRAGA, M. M. S.; VENTURINI, A. E. J. F. Endogenia acadêmica em um programa de pós-graduação em direito. In: MEZZAROBA, Orides; TAVARES, N., QUERINO, J.; VASCONCELOS, S. A. (Org.). Direito, educação, ensino e metodologia jurídicos. Florianópolis: FUNJAB, p. 91-108, 2013.

BRANDÃO, B. J. *et al.* Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, [S.l.], v. 14, n. 30, p. 59-76, out. 2018. ISSN 2317-5125. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5338. Acesso em 03 jul. 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. Lei n.9.795, de 27 de abril de 1999. Estabelece a política nacional de educação ambiental. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Bases Legais. Brasília: MEC, 2000.

CASANOVA, P. G. Las nuevas ciencias y las humanidades: de la academia a la política. Barcelona: Anthropos Editorial; México: Instituto de Investigaciones Sociales; Madrid: Editorial Complutense, 2004.

CASCINO, F. Educação ambiental: princípios, história, formação de professores. 2. ed. São Paulo: SENAC, 1999.

CAZELLI, S.; MARANDINO, M.; STUDART, D. C. Educação e comunicação em museus de Ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. In: GOUVÊA, G.; MARANDINO, M.; LEAL, M.C. (Org.). Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência. p. 83-103, Rio de janeiro, 2003.

CHRISPINO, A. et al. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? Ciênc. educ. (Bauru). vol.19, n.2, p.455-479, 2013.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS (ciência, tecnologia e sociedade) na educação e no ensino. Madrid: OEI, 2017. Disponível em: http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Introducao-aos-Enfoques-CTS-Ciencia-Tecnologia-e-Sociedade-na-educacao-e-no. Acesso em novembro de 2020.

COSENZA, A.; MARTINS, I. Contribuições da abordagem CTS para a Educação Ambiental: Os "lugares" do ambiente na produção científica sobre CTS. In: EPEA, Anais 6.ed., Ribeirão Preto. Ribeirão Preto, 2011.

CUTCLIFFE, S. H. Ideas, Máquinas y valores. Los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Barcelona: Anthropos; México: UNAM, 2003.

DIAS, G. F. Os quinze anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento. Em Aberto, Brasília, v. 10, n. 49, jan./mar., 1991. p. 3-14.

Diretrizes Curriculares Nacionais gerais para a educação profissional de nível tecnológico. Brasília: MEC, 2002.

FARIAS, C. R. de F.; FREITAS, D. Educação ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. Ciência & Ensino, v.1, número especial, nov. 2007.

FREITAS, S. M. N.; MARQUES, A. C. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino CTS: educando para a consideração do amanhã. Educar em Revista, Curitiba, v. 33, n.

65, p. 219-235, jul./set. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/n65/0104-4060-er-65-00219.pdf>. Acesso em 07 julho de 2020.

GUIMARÃES M., Por uma Educação Ambiental Crítica na Sociedade atual, v. 7, n. 9, 2013.

GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. Educ. rev., Curitiba, n. 27, p. 147-162, jun. 2006. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010440602006000100010&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 30 junho de 2020.

GUIMARÃES, M., PINTO, V. Alternativas para processos formativos de educação ambiental: a proposta da "(com) vivência pedagógica" diante de grandes e radicais desafios. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Rio Grande, Edição especial XVI Encontro Paranaense de Educação Ambiental, p. 118-131, set. 2017.

HARVEY, D. O novo imperialismo. São Paulo: Loyola, 2004.

KREIMER, P.; THOMAS, H. Un poco de reflexividad o ¿de dónde venimos?: estudios sociales de la ciencia y la tecnologia en América Latina. In: KREIMER, P. et al. (Ed.). Producción y uso social de conocimientos: estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2004. p. 11-90.

LDB. 1996. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Legislação, Brasília, DF, dez.1996.

LIMA, F. L. *et al.* A Interdisciplinaridade em CTS: Um Estudo da Produção Científica voltada para o Ensino de Ciências com Análise Bibliométrica e de redes. Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica - ISSN: 2236-2150, [S.l.], v. 8, n. 1, jun. 2018. Disponível em: https://ojs2.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/904/595. Acesso em: 22 julho de 2020.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. In: MELLO, S.; TRAJBER, R. (Org.). Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental. Brasília: MEC/UNESCO, 2007.

LOUREIRO, C. F. B.; LIMA, J. G. S. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica. Acta Scientiae, v. 11 n. 1, p. 88-100, 2009.

LOUREIRO, C. F. B. Trajetórias e Fundamentos da Educação Ambiental. 4. ed. São Paulo: Cortês, 2012.

LUZ, R.; QUEIROZ A. B. M.; PRUDÊNCIO V. A. C. CTS ou CTSA: O que (Não) Dizem as Pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec., Florianópolis, v.12, n.1, p. 34-54, mai. 2019.

MARTINS, I.; OLININISKY, M. J.; ABREU, T. B.; SANTOS, L. M. F. Contribuições da análise crítica do discurso para uma reflexão sobre questões do campo da educação ambiental: olhares de educadores de ciências. Pesquisa em Educação Ambiental, v. 3, n. 1, 2008.

MELO, T. B. DE *et al*. 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, 15 dez. 2016.

MÉSZÁROS, I. Produção destrutiva e estado capitalista. São Paulo: Ensaio, 1989.

MITCHAM, C. En busca de una nueva relacion entre ciencia, tecnologia y sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Ed.). Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión política y social. Barcelona: Anthropos, p. 11-19, 1990.

MONTEIRO, R.; SÁNCHEZ, C.; RODRIGUES, C. A percepção socioambiental do público da exposição "energia nuclear" mediante as relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: entre a emergência e a armadilha paradigmática. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambiente, v. 28, p. 100-113, 2012.

NUNES, L. S. R. ; BOMFIM, A. M. ; Rôças, G. Educação Ambiental crítica e arte participativa: a construção de reflexão e ação em uma escola da Baixada Fluminense. Amazônia (UFPA), v. 14, p. 42-58, 2018.

Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.Brasília: Ministério da Educação, 1999.

PASCHOARELLI, C. L.; MEDOLA O. F.; BONFIM, C. H. G. Características Qualitativas, Quantitativas e Qualiquantitativas de Abordagens Científicas: estudos de caso na subárea do Design Ergonômico. Revista de Design, Tecnologia e Sociedade v. 2, n. 1, 2015.

PINTO, V. P. S.; ZACARIAS, R. Crise ambiental: adaptar ou transformar? As diferentes concepções de educação ambiental diante deste dilema. Educação em Foco. v. 2, n.14, set. 2009.

PUCCI, B. Teoria Crítica e Educação. In: B. Pucci (Org.). Teoria Crítica e Educação: a questão da formação cultural na Escola de Frankfurt. Petrópolis: Vozes, p. 11-58, 1994.

RANCIÈRE, J. O mestre ignorante – cinco lições sobre emancipação intelectual. 3ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora (Coleção Educação: Experiência e Sentido). p. 191, 2015.

RICARDO, C. E. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. Ciência & Ensino. v. 1, n. especial, nov. 2007.

ROBOTTOM, I.; HART, P. Research in Environmental Education: engaging the debate.Geelong: Deakin University Press, 1993.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In: SATO, Michèle Carvalho, Isabel. Educação Ambiental: Pesquisa e desafios. São Paulo: Artmed, 2005.

ROCHA M.; GONZALEZ A. H.; BRUNO N.; CHRISPINO A. Representatividade da Biologia em CTS por meio de Análise por Redes Sociais. Revista Contexto & Educação, v. 32, n. 102, p. 81-99, 7 set. 2017.

RTP - Emissora pública de televisão de Portugal. Degelo das calotas polares ocorre 6 vezes mais rápido que nos anos 90. Londres, em mar. 2020. Plataforma Agência Brasil. Disponível em https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2020-03/degelo-das-calotas polares-ocorre-6-vezes-mais-rapido-que-nos-anos-90. Acesso em 06 de novembro de 2020.

SANTOS, A. S. R dos. Educação Ambiental e o poder público. Disponível em: http://www.aultimaarcadenoe. com.br/educacao-ambiental-3, 2000. Acesso 14 de julho de 2020.

SANTOS, R. N. M.; KOBASHI, N. Y. Bibliometria, Cientometria, Infometria: conceitos e aplicações. Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, 2009. v. 2. n. 1. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10089 Acesso em: 06 de novembro de 2020.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. Ciência & Ensino, v. 1, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia –Sociedade) no contexto da educação brasileira. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências v. 2, n. 2, 2002.

SAVIANI, D. Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações. 8.ed. Campinas, Autores Associados, 2003.

SOLBES, J.; VILCHES, A.; Papel de las Relaciones entre Ciência, Tecnología, Sociedad y Ambiente em la Formación Ciudadana. Enseñanza de las Ciências, v. 22, n. 3, p. 337-348, 2004.

SORRENTINO, M., BATTAINI, V. Educação ambiental e escola: narrativas de moradores de Fernando de Noronha – PE. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient. Rio Grande, v. 35, n. 2, p. 292-314, maio/ago. 2018.

SORRENTINO, M. Educador Ambiental Popular. In: FERRARO JUNIOR, Luiz Antônio (Org.). Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores. v. 3, p.143-153, Brasília: MMA/DEA, 2013.

SOUZA, D. A Relação da Criança com o Meio Ambiente: A Educação Ambiental nos Contextos Escolares. Dissertação de Mestrado [Educação] - Instituto superior de Estudos Pedagógicos. Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, J. A. da; BIANCHI, P. L. M. Cientometria: a métrica da ciência. Paidéia (Ribeirão Preto), Ribeirão Preto, v. 11, n. 21, p. 5-10, 2001. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103863X2001000200002&lng=en&nrm=iso. Acesso em 04 de Julho de 2020.

TEIXEIRA, P. M. A educação científi ca sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento CTS no ensino de ciências. Ciência & Educação, v.9, n.2, p.177-190, 2003.

TOLEDO, R. E. C. Perfil de estudos CTS no Brasil a partir da teses publicadas nas áreas de ensino e educação. dez. 2017, 209 p. Tese (Doutorado em Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.

TREIN, S. E. Educação ambiental crítica: crítica de que? Revista Contemporânea de Educação. v. 7, n. 14, ago.-dez. 2012.

VACCAREZZA, L. S. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na America Latina. In: SANTOS, L. W. et al. (Org.). Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, p. 43-77, 2002.

VASCONCELOS, E. R. de; CONCEIÇÃO, L. C. S.; FREITAS, N. M. S. Ideias Sobre Desenvolvimento Sustentável: A Educação Científica e o Enfoque CTS, articulações possíveis. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, [S.l.], v. 28, nov. 2012. ISSN 1517-1256. Disponível em: https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3122. Acesso em 30 junho de 2020.

VASCONCELLOS, M. das M. N. *et al*. A perspectiva crítica aproximando os campos da educação ambiental e da educação em ciência. In: Anais do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência. Bauru, 2005.

VASCONCELLOS, M. das M. N.; GUIMARÃES, M. Educação ambiental e Educação em ciências: um esforço de aproximação em um museu de ciências – MAST. Ambiente & Educação, Rio Grande do Sul, 2006.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. A; ACEVEDO, J, A, e ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade, Química Nova na Escola, v. 27, n. 1, p. 34-50, 2008.

VIEZZER, M. SOMOS TODOS APRENDIZES: Lembranças da construção do Tratado de Educação Ambiental. 2004. Disponível em: http://tratadodeea.blogspot.com.br/2008/06/somos-todos-aprendizes-lembranas-da.html. Acesso em 02 de agosto de 2014.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs). CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.