

## CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: O MOVIMENTO CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Recebido em: 28/08/2023

Aceito em: 26/09/2023

DOI: 10.25110/educere.v23i3.2023-015

Diego Marlon Santos <sup>1</sup>

**RESUMO:** No panorama atual, há a necessidade da efetivação de propostas de ensino com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na educação científica visando concretizar uma formação que seja capaz de contribuir, dentre outros aspectos, para a compreensão das relações entre o conhecimento científico e tecnológico, no contexto de uma sociedade em constantes transformações. Nessa perspectiva é importante a discussão das questões de âmbito social e os impactos positivos ou negativos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos, no intento de possibilitar uma educação científica em que os alunos se posicionem criticamente a respeito deles, a fim de buscar soluções e tomada de decisões, que são pontos essenciais para as mudanças exigidas nos diversos campos socioeconômico e cultural que compõem a vida cotidiana. Este trabalho traz reflexões sobre a importância da inserção das questões sociais na Educação Científica e que possam promover ações que mobilizem uma compreensão mais significativa das relações CTS dos estudantes envolvidos e o desenvolvimento das capacidades dos alunos de se tornarem como cidadãos esclarecidos responsáveis em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e pela tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caracterização; Educação Científica; Enfoque CTS.

### SCIENCE, TECHNOLOGY AND SOCIETY: THE CTS MOVEMENT IN SCIENTIFIC EDUCATION

**ABSTRACT:** In the current scenario, there is a need to implement teaching proposals focusing on Science, Technology and Society (STS) in scientific education, aiming to implement training that is capable of contributing, among other aspects, to the understanding of the relationship between scientific knowledge and technology, in the context of a society in constant transformations. From this perspective, it is important to discuss social issues and the positive or negative impacts resulting from scientific and technological advances, in an attempt to enable a scientific education in which students take a critical position regarding them, in order to seek solutions and take action. decisions, which are essential points for the changes required in the various socioeconomic and cultural fields that make up everyday life. This work brings reflections on the importance of including social issues in Science Education and that can promote actions that mobilize a more meaningful understanding of the STS relationships of the students involved and the development of students' abilities to become responsible and enlightened citizens in an increasingly changing world. increasingly affected by science and technology.

**KEYWORDS:** Description; Science Education; CTS Approach.

---

<sup>1</sup> Doutorando em Educação para a Ciência e a Matemática. Universidade Estadual de Maringá (UEM).  
E-mail: [marlonquimica29@gmail.com](mailto:marlonquimica29@gmail.com)

## CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: EL MOVIMIENTO CTS EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

**RESUMEN:** En el escenario actual, existe la necesidad de implementar propuestas didácticas centradas en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en la educación científica, con el objetivo de implementar una formación que sea capaz de contribuir, entre otros aspectos, a la comprensión de la relación entre el conocimiento científico y la tecnología, en el contexto de una sociedad en constante transformación. Desde esta perspectiva, es importante discutir los problemas sociales y los impactos positivos o negativos derivados de los avances científicos y tecnológicos, en un intento de posibilitar una educación científica en la que los estudiantes tomen una posición crítica frente a ellos, para buscar soluciones y actuar decisiones, que son puntos esenciales para los cambios requeridos en los diversos campos socioeconómicos y culturales que componen la vida cotidiana. Este trabajo trae reflexiones sobre la importancia de incluir los temas sociales en la Educación Científica y que pueden promover acciones que movilicen una comprensión más significativa de las relaciones CTS de los estudiantes involucrados y el desarrollo de las capacidades de los estudiantes para convertirse en ciudadanos responsables e ilustrados en un mundo cada vez más cambiante. mundo cada vez más afectado por la ciencia y la tecnología.

**PALABRAS CLAVE:** Caracterización; Enseñanza de las Ciencias; Enfoque CTS.

### INTRODUÇÃO

No atual contexto, temos que destacar a evolução do movimento CTS na Educação Científica, e apontar as razões de sua origem e estudos com vários trabalhos relacionados a este assunto. Logo, destacamos a importância da temática socioambiental no ensino de Química e trabalhos que serão essenciais para a discussão de questões voltadas para esse contexto da Educação Ambiental no Brasil. Além disso, o enfoque CTS na Educação Básica, num contexto amplo, destaca olhares dos mais diversos autores como:

Aikenhead (1994, p. 48) ressalta que “ensinar ciência a partir da perspectiva CTS significa ensinar sobre os fenômenos naturais de maneira que a ciência esteja embutida no ambiente social e tecnológico do aluno”.

Os autores Bonett et al., (2008) destacam que,

os estudos sobre CTS adquirem uma relevância pública de primeira magnitude, pois hoje as questões relativas à ciência e à tecnologia e sua importância na definição das condições da vida humana extravasam o âmbito acadêmico, para se converterem em centro de atenção e interesse do conjunto da sociedade (BONETT et al., 2008, p. 98).

No panorama atual, percebe-se que as ideias destes autores acerca das interações CTS são fundamentais para este trabalho, pois contribuem para uma melhor compreensão do ensino de Ciências e desenvolvimento das capacidades dos alunos de se tornarem

como cidadãos esclarecidos responsáveis em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e pela tecnologia. Para isso, os alunos precisarão entender as interações entre ciência-tecnologia e sua sociedade.

Auler (2002) articulou uma aproximação entre referenciais ligados ao denominado movimento CTS e pressupostos freirianos, a qual contribuiu para a constituição de parâmetros para a educação em Ciências. Nesse sentido, a visão deste autor nos ajuda a entender esta relação da educação com o conhecimento crítico da realidade, em que defende a necessidade da problematização nas atividades científico-tecnológicas, da busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo Ciência e Tecnologia.

Podemos apontar que os autores Auler e Bazzo (2001) trazem debates dos pressupostos para a implementação do enfoque CTS no contexto escolar no Brasil. Para os autores esse movimento reivindica um redirecionamento tecnológico, contrapondo-se a ideia de que mais Ciência e Tecnologia poderão solucionar os problemas ambientais, sociais e econômicos. Enquanto, Santos e Mortimer (2002) abordam o tema no interior de disciplinas em determinados níveis de ensino. Nesse sentido, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) buscam discutir o tema na perspectiva de sua inserção em diferentes níveis de ensino. A partir destes debates, é possível a elaboração de propostas curriculares envolvendo o CTS.

Segundo Bazzo, Linsingen e Pereira (2003) pretende-se que sejam realizados programas CTS com o objetivo de desenvolver nos estudantes uma sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou a implantação das já conhecidas, transmitindo por sua vez uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia [...]. Os autores acima destacam a carência de uma educação científica compreendida como alfabetização científica e tecnológica, sabemos que com ela o cidadão poderá participar do processo democrático para tomar decisões e solucionar problemas relacionados aos aspectos do desenvolvimento da ciência e tecnologia.

Outra significação que tem sido atribuída a educação CTS está relacionada ao enfoque sobre os efeitos ambientais provocados pelo contexto sócio-histórico da CT. Desde sua origem, a educação CTS incorpora implicitamente os objetivos da Educação Ambiental (EA), pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social. Neste sentido, consideramos que as questões ambientais são inerentes a

análise das complexas inter-relações CTS e estão presentes em diversos temas sociocientíficos diretamente relacionados ao ambiente, que sempre foram recomendados nos diversos currículos CTS. Essa vinculação de CTS com o movimento ambientalista, desde sua origem, é reconhecida por Aikenhead (2005) no ensino de Ciências que expressa uma preocupação com o desenvolvimento de ações comprometidas com questões ambientais.

Nascimento e Linsingen (2006, p. 97) destacam “a efetividade da proposta educacional com enfoque CTS que poderá ser significativamente ampliada e tratada de forma integrada e coerente em todos os níveis de formação”.

De acordo com autor o enfoque CTS pode contribuir com uma ótima base educacional, promovendo uma abordagem de temas atualizados referentes aos aspectos sociais, políticos e econômicos, principalmente quando relacionado ao ensino de ciência e tecnologia.

Cerezo (2009) destaca que a educação em CTS é como uma aplicação dos pontos anteriores no campo educacional, o que implica, por um lado, mudanças no conteúdo do ensino de ciências e tecnologias e, por outro, mudanças metodológicas e de atitude dos grupos sociais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Conforme o autor a educação CTS pode ser aplicada a qualquer nível de ensino, demonstrando as relações existentes entre os fenômenos científicos, tecnologia e a vida social dos alunos. Portanto, são mudanças que visam aproximar as culturas humanísticas e a científica-tecnológica, que a muito tempo têm sido separadas por causa da falta de compreensão e desprezo na sociedade.

Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011) salientam que uma Educação em Ciências com orientação CTS, enfatizando as inter-relações de conceitos científicos e fenômenos da vida real poderá servir melhor os alunos. A orientação CTS para o ensino das Ciências, ao advogar a aquisição de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes a propósito de problemas sociais que envolvem a Ciência e a Tecnologia, cria condições para que tais aprendizagens se tornem úteis no dia a dia, não numa perspectiva meramente instrumental, mas sim, numa perspectiva de ação, tendo em consideração preocupações atuais de desenvolvimento sustentável.

Desta maneira, os olhares destes autores apontam para uma Educação em Ciências com enfoque CTS permite ir além do mero conhecimento acadêmico de Ciência e Tecnologia, preocupando-se com os problemas sociais relacionados com questões de foro

científico e tecnológico. O enfoque CTS, destaca a abordagem de conteúdos científicos a propósito de assuntos sociais de reconhecida relevância, como a saúde e as questões ambientais, com o envolvimento dos alunos na solução dos problemas que comprometem o nosso planeta, como por exemplo, a poluição ambiental, as doenças, armas nucleares, entre outros, que se tratam de problemas sócio científico, ao levantar, as questões das relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

Strieder (2012) afirma que diferentes olhares sobre Ciência, Tecnologia e suas relações com a Sociedade, podem resultar em parâmetros para caracterizar como os trabalhos abordam as relações CTS, que dizem respeito: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social. Portanto, esses parâmetros representam interfaces específicas entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade e podem ter diferentes níveis de compreensão. Portanto, segundo a autora o que articula e dá sentido a esses parâmetros no contexto do ensino de Ciências, são os propósitos educacionais. E podemos destacar o reconhecimento da relevância do conhecimento científico escolar nas práticas de sala de aula, que contribui para aquisição de informações e mudanças das concepções dos alunos no contexto real em que estão inseridos.

Miranda (2012) faz uma análise e traz discussões sobre as abordagens ou perspectivas CTS presentes nas teses de doutorado nas instituições de ensino superior brasileiras e portuguesas. Essas análises possibilitaram identificar a principal perspectiva de educação CTS, sendo o *Raciocínio Lógico*, seguida pela *Sociocultural*, *Histórica*, *Socioecojustice e Aplicação/Design*.

É bom frisarmos a necessidade de conhecer como a educação CTS é discutida na produção acadêmica em nosso país, que ainda está em processo de desenvolvimento, marcada por um reducionismo metodológico, em que apresenta uma ideia de explicações científicas cada vez mais reduzidas continuamente as entidades mais simples possíveis, afim de melhor compreendê-la.

Bazzo (2015) traz leituras relacionadas às discussões sobre CTS, cujo diferencial é a sua aplicação ao ensino, ao uso que educadores podem fazer dessa ferramenta para a qualidade do ensino e da aprendizagem em sala de aula.

No entanto, como autor enfatiza, é importante que o movimento CTS possa começar a entender a inserção da sociedade nas discussões de temáticas científicas e tecnológicas, de modo que prepare para uma formação cidadã cada vez mais crítica e tenha participação na tomada de decisões e resolução de problemas de cunho tecnocientífico.

As obras destes autores reúnem contribuições para este trabalho, pois abordam temáticas que envolvem a Ciência, Tecnologia e Sociedade a luz de diferentes perspectivas na Educação Científica, pois esse campo de estudos se encontra em processo de construção e transformação, proporcionando muitas possibilidades de intercâmbio de ideias e fortalecimento das interfaces com as diversas áreas do conhecimento.

## UM BREVE HISTÓRICO DO MOVIMENTO CTS

No início do século XX, os países considerados desenvolvidos passaram a investir e a promover o crescimento da ciência e tecnologia, com isso acabaram sendo determinantes para o progresso e o bem-estar social. Acevedo, Vázquez e Manassero (2003, p. 1) apontam para o desenvolvimento “da penicilina e vacinas, novas técnicas de diagnóstico clínico, transplantes e órgãos artificiais, eletricidade, aumentaram a produção de culturas de todos os tipos para alimentar uma humanidade crescente, novas formas de comunicação [...]”.

Tal valorização tem sido intensificada consideravelmente nas sociedades modernas transformando-se em um aspecto marcante. Surgem também novas concepções ligadas as dimensões sociais, políticas, econômicas e culturais que modificam o entendimento do movimento CTS. Portanto, o compromisso com a sociedade é um fator importante na educação científica para cidadania.

A utilização da energia atômica para a guerra fez com que a ciência mostrasse o seu outro lado, com referências ao Projeto Manhattan e ao relatório *Science: The Endless Frontier*, de Vannevar Busch, ambos nos Estados Unidos. O mundo viu a deterioração do meio ambiente, e o sentimento de alerta foi impulsionado pelo movimento de contracultura e de revolta contra a Guerra do Vietnã (CEREZO, 2009).

Cerezo (2009, p. 1) afirma que “[...] a concepção clássica das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ainda amplamente presente em várias áreas do mundo acadêmico e na mídia, é uma concepção essencialista e triunfalista”, na qual se presume que mais ciência produz mais tecnologia que gera mais riqueza e, conseqüentemente, mais bem-estar social. A partir de uma equação o mesmo autor descreve o significado da concepção clássica das relações CTS: + ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem estar social. Trata-se de um olhar preocupante, pois a maior parte da população tem uma cultura de acumular materiais. E como consequência disto, esquecem o quanto este modelo pode ser prejudicial ao bem estar social, como por exemplo, a poluição ambiental, claro que na maioria das vezes as pessoas nem percebem, pois são hábitos que já fazem

parte do seu cotidiano, mas temos que nos preocupar com a saúde humana que sempre é muito afetada.

Cabe lembrarmos que o desenvolvimento CT seguia uma via única, sempre para a produção de mais riqueza, conforto e bem estar, desconsiderando os malefícios advindos desse desenvolvimento, como os desastres ambientais, a desigualdade social. O que nos leva a refletir que esse desenvolvimento poderia gerar sempre riqueza ou bem estar social? Com certeza esses benefícios não chegavam a todos.

Tendo em vista estes aspectos, podemos destacar o período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), houve apoio financeiro envolvido no Projeto Manhattan do surgimento da primeira bomba atômica que mais tarde causaria a maior catástrofe da história mundial, a destruição das cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão. Depois de tantas décadas, com mudanças na gestão científica e tecnológica em vários países do mundo, e a construção de um novo olhar sobre a tecnologia e o seu papel na sociedade. Martinez Álvarez (1999) classifica o período linear de desenvolvimento como período de otimismo; da guerra, do período de alerta, em que emerge o movimento CTS como o período de reação.

O livro da autora Rachel Carson chamado Primavera Silenciosa lançado em 1962 é extremamente atual, em especial quando nos voltamos aos efeitos danosos acarretados ao meio ambiente em sua totalidade pela utilização de biocidas/agrotóxicos. Portanto, foi importante para iniciarem as discussões e dar origem ao movimento CTS na década de 70. De modo geral o livro esclarece como o uso desenfreado de pesticidas nos EUA alterava os processos celulares das plantas, reduzindo as populações de pequenos animais e colocando em risco a saúde humana. A obra de Carson é uma das principais bases teóricas do movimento ambientalista, sendo considerada o principal referencial em torno das discussões sobre as mudanças drásticas que afetavam o meio ambiente, causadas pela ação do homem, Bonzi (2013) afirma que:

a permanência da obra se deve muito mais ao que a Primavera Silenciosa trouxe de novo enquanto visão de mundo do que em termos de descobertas científicas. Seu poder comunicacional repousa na capacidade que a autora teve de retirar a questão dos “biocidas” da esfera técnico-científica para abordá-la na arena pública, evidenciando a necessidade de uma nova concepção civilizatória que não trate a Natureza como inimiga do Homem (BONZI, 2013, p. 214).

Muitas problemáticas que antes eram consideradas apenas ambientais, atualmente passaram a ser consideradas socioambientais. Assim, percebemos a importância do

crescimento do movimento CTS e dos conservacionistas a partir da obra Primavera Silenciosa, pois questionam as situações problemáticas, na busca em dar voz aos cidadãos que são afetados pelos desastres sociais e ambientais, e que possam encontrar soluções para seus problemas.

Considerando esta situação, Aikenhead (2005, p.114) pode descrever os principais contextos que puderam influenciar a origem do Movimento CTS, como:

a Segunda Guerra; o Ambientalismo; o Movimento Feminista, as reformas nos currículos de Ciências após o lançamento do Sputnik, pesquisa sobre ensino de ciências e aprendizagem de alunos, a diminuição das matrículas em ciências físicas e a insistência irritante de parte de uma minoria de educadores para apresentar ciência para os alunos de uma maneira mais humanística (em vez do ensino elitista de ciências pré-profissional).

Há de se considerar que estes contextos foram criados para questionar as crenças que ainda persistiam entre as pessoas, tais como: a visão salvacionista da ciência, a neutralidade científica e a concepção clássica das relações CTS.

Da confiança ilimitada na ciência e na tecnologia como a primeira e principal causa do progresso social (um ponto de vista herdado do século XIX que, por outro lado, serviu para apoiar as ideologias científicas e tecnocrática durante o século XX), e como consequência de certos excessos tecnológicos e científicos, houve um sentimento de medo entre os cidadãos em relação à ciência e tecnologia, que ao mesmo tempo gerou fortes críticas contra eles, reforçando posições anticientíficas e anti-tecnológicas (principalmente no final da década dos anos sessenta e durante os anos setenta) (ACEVEDO, VÁZQUEZ, MANASSERO, 2003).

A sociedade passou ter um olhar mais crítico sobre a ciência e a tecnologia. Diante disto, foi dado início aos estudos sobre CTS os quais ocorreram entre 1970 a 1980. A tríade ciência, tecnologia e sociedade esteve presente em vários lugares ao mesmo tempo, mas foram motivadas devido as preocupações ambientais, que tiveram origem por causa do desenvolvimento científico e tecnológico.

Segundo Moreira, Aires e Lorenzetti (2017)

Em 1972 ocorreu a Conferência de Estocolmo, conhecida também como a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Foi o primeiro evento organizado pela Organização das Nações Unidas que visava discutir de maneira global o meio ambiente, a qual marcou uma etapa importante na ecopolítica internacional. Este evento focou na preservação da natureza, em sua totalidade e discutiu as consequências da degradação do meio ambiente. O desenvolvimento humano e a busca pela preservação aos recursos naturais foram algumas das políticas que o evento também buscou abordar (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017, p. 196)

Tendo em vista estes aspectos, durante a Conferência do Meio Ambiente discutiu-se a contribuição da Educação na resolução dos graves problemas ambientais atuais. Além disto, tratou-se de assuntos sobre como ocorrem as mudanças climáticas e a qualidade da água. Diante disto, buscaram-se alternativas para diminuir os problemas dos desastres naturais, como a poluição dos mares e oceanos e a chuva ácida. Entre outras discussões destacam-se a utilização de pesticidas que é uma das causas da contaminação dos solos e a água dos rios.

Com relação as questões ambientais e os estudos CTS, Santos (2008) ressalta que

Com o agravamento dos problemas ambientais e diante de discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Esse movimento levou a proposição, a partir da década de 1970, de novos currículos de ensino de ciências que buscaram incorporar conteúdo de CTS (SANTOS, 2008, p. 111).

Em virtude do agravamento dos problemas ambientais, os quais acabaram atingindo a saúde de muitas pessoas, como o enfoque CTS se expandiu em nível internacional, foi preciso possibilitar mais discussões relacionadas ao conhecimento científico numa perspectiva que atenda toda a sociedade.

O movimento CTS permite-nos refletir sobre as possíveis relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Tendo por base tais demandas, que a partir de 1970 iniciou-se um movimento de reelaboração dos currículos do ensino de ciências com a inserção de estudos sobre o enfoque CTS. Inicialmente, foram os países do Primeiro Mundo (Inglaterra, Canadá, Austrália, EUA e Holanda) que tomaram a iniciativa, desenvolvendo projetos relevantes para a área (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001).

Com o objetivo de entender as relações entre a ciência e a tecnologia e seus aspectos políticos e sociais, começam a surgir outras opções, nos Estados Unidos, Europa e América Latina, através dos primeiros sinais do Movimento CTS.

Outro aspecto a ser destacado é que o movimento CTS abrange origem e tradições diferentes, constituindo elementos complementares de uma visão crítica de Ciência e Tecnologia: a norte-americana, europeia e latino-americana. Que serão esclarecidas a seguir.

### **CTS DE ORIGEM NORTE AMERICANA**

No caso da tradição do Movimento Norte-Americano possui um caráter ativista envolvendo-se em protestos ocorridos nas décadas de 60 e 70. O movimento foi se

concretizando aos poucos na América do Norte devido ao forte ativismo, por meio de boletins, livros, revistas e protestos. A partir daí a tecnologia se tornou um recurso com capacidade de auxiliar nas dinâmicas sociais.

A origem norte-americana recorre à reflexão ética, à análise política e, em geral, a um referencial compreensivo de caráter humanístico, em que as preocupações se centram mais nas consequências sociais e ambientais que o desenvolvimento científico-tecnológico pode causar (PINHEIRO, 2005).

O movimento CTS norte americano apresenta um caráter mais prático do que o movimento europeu, mesmo que seja construída nas instituições de ensino superior, procura trazer reflexões acerca educação, além da tomada de decisões nas políticas tecnológicas.

Koepsel (2003, p. 64) em sua tese relata as contribuições que o movimento CTS de tradição americana traz a este estudo “que está no sentido de incentivar a reflexão sobre a influência que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia têm sobre a sociedade e o ambiente”.

A partir desta reflexão, podemos destacar as mudanças relacionadas as relações sociais, a organização social, o acesso as informações, o convívio e os hábitos de uma sociedade.

De uma forma resumida é possível apontar as principais características do movimento CTS norte americano, conforme sugerido por Garcia, Cerezo e López (1996) apud Koepsel (2003), como:

- Institucionalização administrativa e acadêmica nos Estados Unidos (em sua origem);
- Ênfase nas consequências sociais;
- Atenção à tecnologia e, secundariamente, à ciência;
- Caráter prático e valorativo;
- Marco avaliativo: ética, teoria da educação, etc. (GARCIA; CEREZO; LÓPEZ, 1996 apud KOEPSEL, 2003).

Assim, o movimento CTS Norte Americano está centrado nas repercussões sociais e ambientais relacionadas com o desenvolvimento da ciência e a tecnologia, buscando novos conceitos e regras em torno da regulamentação com o envolvimento dos atores sociais em condições de igualdade e representatividade em todo o processo.

## CTS DE ORIGEM EUROPEIA

A tradição do movimento CTS surgiu na Europa na década de 70 a partir da sociologia da ciência, das relações entre a ciência e o poder, por meio de um enfoque interdisciplinar que pedia uma Ciência da Ciência. E que contribuiu para uma mudança de mentalidade e transformação na visão sobre Ciência e Tecnologia.

Enquanto o CTS de origem europeia, caracterizava-se como uma tradição mais acadêmica do que educativa, surgindo no campo das Ciências Sociais. A tradição europeia originou-se, por volta de 1970, na Universidade de Edimburgo, no chamado “Programa Forte”, cujos autores foram Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin. Caracteriza-se como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos formadores de sua base as ciências sociais, dentre elas a sociologia, a antropologia e a psicologia. Coloca ênfase na dimensão social antecedente ao desenvolvimento científico-tecnológico, centrando-se na explicação da origem das teorias científicas e, portanto, da ciência como processo (PINHEIRO, 2005).

Segundo Koepsel (2003, p. 58) esta tradição busca compreender de que forma a diversidade dos fatores sociais (políticos, econômicos, culturais, religiosos, entre outros.) influenciam na evolução/mudança científico-tecnológica. Tem caráter teórico e descritivo. As disciplinas que formam a base desta tradição são as ciências sociais (especialmente a sociologia, a antropologia e a psicologia).

Nesta perspectiva, foi na Universidade de Edimburgo uma das primeiras instituições de ensino superior a desenvolver a sociologia do conhecimento científico. Garcia, Cerezo e Lopez (1996, p. 196) destacam a importância dos “estudos relacionados a sociologia e ciência, a filosofia social da ciência, teorias de mudança tecnológica, relacionamento tema: política científica e ambiental, a consideração política de avaliação de tecnologia”.

Garcia, Cerezo e López (1996, p. 6) salientam que “a Sociologia do conhecimento científico apresenta uma imagem do conhecimento científico radicalmente distinta da – e incompatível com – visão racionalista tradicional”.

Em meio as considerações do “Programa Forte”, dentro da área da sociologia do conhecimento científico, esta tradição pode se fortalecer. Seus estudos estavam centrados nas condicionantes ou nos antecedentes sociais da ciência, baseando-se nas teorias desenvolvidas nas ciências sociais (CEREZO, 2002).

Segundo Koepsel (2003) o Programa Forte tem como princípios:

- A Causalidade: deverá ter suas causas, que podem ser sociais ou não;
- A Imparcialidade: deverá ser imparcial quanto ao verdadeiro e falso, o racional e o irracional, o êxito e o fracasso. Ambos necessitam de explicação;
- A Simetria: deve ser simétrica quanto as suas explicações, de modo que o julgamento deva ser o mesmo para crenças verdadeiras e falsas;
- A Reflexividade: suas pautas explicativas devem ser aplicáveis à sociologia (KOEPSEL, 2003, p. 59).

O movimento CTS europeu tem como intenção ampliar a sociologia do conhecimento científico para que a tecnologia seja o objeto de sua compreensão no contexto social, de modo que passou a ser chamado de movimento acadêmico, pois tinha em sua estrutura, especialistas, profissionais da área da ciência, tecnologia e sociologia entre outras, que passaram a analisar de forma acadêmica a influência do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade.

Diante disto, o Movimento CTS Europeu destaca que a ciência e a tecnologia, precisam transformar esta imagem deformada que vem causando mais problemas do que benefícios, e fazer com que os saberes científicos e tecnológicos sejam objetos de pesquisas na área de ciências sociais.

De uma forma resumida é possível apontar as principais características do movimento CTS europeu, conforme sugerido por Garcia, Cerezo e López (1996) apud Koepsel (2003), como:

- Institucionalização acadêmica na Europa (em sua origem);
- Ênfase nos fatores sociais antecedentes;
- Atenção à ciência e, secundariamente a tecnologia;
- Caráter teórico e descritivo;
- Marco explicativo: ciências sociais (GARCIA, CEREZO, LÓPEZ, 1996 apud KOEPSEL, 2003).

Assim, entende-se que diferentemente do movimento norte americano, o europeu não estava preocupado em produção educacional ou científica, mas na investigação acadêmica sobre as relações entre CTS. Desta maneira, por mais que esta separação faça sentido para uma melhor compreensão das pressões sociais, os estudos CTS deram origem em diferentes lugares, e cabe dizer que na situação atual há muito mais trocas entre perspectivas e métodos de ação entre esses movimentos, do que quando começaram as primeiras discussões acerca do campo CTS.

## CTS DE ORIGEM LATINO AMERICANA

Além das tendências do movimento CTS relatadas anteriormente, podemos destacar Pensamento Latino-americano sobre CTS (PLACTS) que buscava questionar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. O movimento CTS Latino-Americano foi elaborado através de muitas críticas, a partir dos pressupostos relacionados a política de ciência e tecnologia nos países latino-americanos em meados da década de 60, na busca por uma sociedade que pudesse ser construída.

A discussão sobre a relação CTS ainda que não conectada a educação em Ciência e Tecnologia, já havia reunido vários pesquisadores latino-americanos. O Pensamento Latino-americano sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), que teve sua gênese, objetivo e desenvolvimento bem distintos daqueles dos países avançados, não tinha o objetivo de influenciar os rumos da Ciência e Tecnologia mediante a participação pública na ciência, e sim por meio de uma ação direta sobre a elaboração da política de ciência e tecnologia (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 1996).

A linha de Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), se destaca pelos estudos realizados no Brasil e na Argentina. Essa linha, em oposição ao que ocorre com os países centrais do capitalismo, voltou-se ao estudo das políticas de ciência e tecnologia que os países periféricos, principalmente os latino-americanos, têm desenvolvido, criticando a ênfase tradicionalmente adotada nestes países de imitar o modelo de desenvolvimento dos países do Norte (STRIEDER, 2012).

Os países pobres necessitam desenvolver suas políticas de Ciência e Tecnologia, para incentivar o desenvolvimento tecnologias voltadas aos seus problemas e necessidades, pois só assim poderão superar o seu histórico subdesenvolvimento (DAGNINO, 2008).

Logo, é importante destacar as pesquisas realizadas pelo PLACTS, havendo a necessidade de realizar estudos que possam esclarecer os aspectos sociais, culturais e emocionais, buscando realizar um trabalho que se preocupe com o contexto educacional e comprometido com as propostas curriculares.

As principais produções dessa comunidade focaram-se na busca de estratégias para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, com o objetivo de satisfazer as necessidades da região.

Linsingen (2007) salienta que

Desse modo, considero importante trazer para o campo da pesquisa em educação de países da América Latina, aspectos dos Estudos sobre Ciência,

Tecnologia e Sociedade (ECTS) latinoamericanos que, por razões diversas, não têm recebido a devida atenção. Essa necessidade provém do fato de esses aspectos serem fundamentais à explicitação de especificidades socioculturais e socioeconômicas regionais que podem ser úteis para uma abordagem educacional contextualizada, socialmente referenciada e comprometida em termos curriculares (LISINGEN, 2007, p. 2).

A partir disto, entende-se que é preciso reestabelecer a união entre ciência e sociedade no ensino de ciências e tecnologia na América Latina, através do esclarecimento de sua natureza social, cultural, política e econômica. Portanto, no ensino de ciências e tecnologia é possível perceber a intensificação de abordagens e também os debates que ocorrem nos distintos níveis de formação, levando em conta as suas particularidades e intenções, sob a ação dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Em suma, o enfoque CTS para América Latina, além de envolver os estudantes no estudo e problematização dos antecedentes sociais que determinam o desenvolvimento científico e tecnológico e na análise das consequências sociais e ambientais da produção científica, deve além do mais acrescentar a esses estudos, a consideração do aspecto territorial e a cultura regional, entendendo que é necessário reestruturar e renovar este modelo de sociedade, em que promova o respeito pelos recursos naturais e humanos, que procure diminuir a desigualdade e permita a recuperação e criação da própria cultura do povo latino-americano (RODRIGUEZ; PINO, 2017).

Segundo Rodríguez e Pino (2017) é importante ressaltar que

o movimento CTS de origem Latino-Americano apresenta um aspecto muito diferente em sua organização, na elaboração dos questionamentos, como também nos referenciais teóricos quando comparado as tradições do movimento CTS norte-americano e europeu. Portanto, a sua vinculação com a sociedade se dá no contexto do desenvolvimento social e de políticas de ciência e tecnologia, centrando-se em considerações sobre o atraso da América Latina (RODRÍGUEZ; PINO, 2017, p. 17).

Nesse sentido, compreende-se que as vantagens do movimento CTS podem ser relevantes para contribuir, com a renovação do ensino de ciências na escola, podendo ir além do atual momento crítico em que vive o nosso planeta, mas procurando sempre respeitar o contexto socioambiental, ainda mais na América Latina, onde várias injustiças ocorrem todos os dias.

Salienta-se a importância de trazer o campo da pesquisa em educação aos países da América Latina. É preciso fomentar o interesse nos jovens pela ciência e fornecer conhecimentos para o exercício da cidadania, participativa no terreno científico.

Concepção relacionada às especificidades sociais, culturais, econômicas e regionais, de acordo com Linsingen (2007, p. 2) “úteis para uma abordagem educacional contextualizada, socialmente referenciada e comprometida em termos curriculares [...]”.

## **A REPERCUSSÃO DO MOVIMENTO CTS NO BRASIL**

O Movimento CTS ganha força a partir do final dos anos de 1960 e início de 1970, devido ao avanço científico e tecnológico, onde passou a incorporar um olhar mais científico, sendo importante para os cenários: econômico, político e social. De modo que posteriormente esse movimento adentra as universidades, recebendo o status de Campo de Estudos CTS e posteriormente se desdobra em enfoque CTS ao adentrar o âmbito educacional.

Chrispino et al. (2013, p. 457) ressalta que “no Brasil, a abordagem CTS ganhou maior fôlego a partir da década de 1990, onde se percebe uma florescência de textos que abordam esta temática, oriundos, em sua esmagadora maioria, da área de ensino de ciência e tecnologia”.

Tendo em vista os conhecimentos sobre relações CTS e por se tratar de um campo de pesquisa em expansão, existem discussões sobre abordagens com distintos caminhos para muitos daqueles que estudam esta temática.

Mas, o termo CTS somente aparece explicitamente no documento dos PCNs no ano de sua publicação em 1990. No Brasil, a percepção sobre a necessidade de transição entre o ensino tradicional e novas ações pedagógicas, como é o caso do ensino temático com enfoque CTS, pode estar sendo impulsionado pelas orientações de documentos oficiais brasileiros, com destaque para a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (BRASIL, 1996); os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 2002); e, mais recentemente, a terceira versão do texto da Base Nacional Curricular Comum, BNCC (BRASIL, 2017). A partir desses documentos oficiais podemos apontar críticas sobre as práticas pedagógicas tradicionais, que deve orientar para o uso de metodologias e técnicas de ensino.

Santos e Mortimer (2002, p. 113) destacam um evento, afirmam que “no início da década 90 foi realizada a *Conferência Internacional Ensino de Ciências para o Século XXI: ACT – Alfabetização em Ciência e Tecnologia*, cuja temática central foi à educação científica dos cidadãos”.

É importante ressaltar o impacto causado por estas conferências na sociedade com a intenção de incorporar uma visão de ciência como produto de contexto econômico,

político e social. A partir daí, o movimento CTS passou a se consolidar institucionalmente em universidades, centros educacionais e de pesquisa, localizados em todo o Brasil, tratando das seguintes temáticas, como: estudos CTS, educação científica, comunicação científica, mudanças tecnológicas, desenvolvimento sustentável, política científica, tecnológica e gestão da inovação.

Na década de 1990, visando a adequação das propostas CTS ao contexto brasileiro, alguns pesquisadores realizaram um movimento de agregar maior sentido ao conceito de “formação para a cidadania” por meio das ideias de Paulo Freire, visando o desenvolvimento de uma “cultura de participação” na sociedade brasileira (AULER, 2011)

Santos e Auler (2011, p. 22) afirmam que “o movimento CTS tem colaborado para que a educação científica se consolide no propósito de formação para a cidadania”.

No campo da educação científica, o chamado currículo com ênfase no movimento CTS, segundo Santos e Mortimer (2002, p. 3) tem sido “aquele que trata das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social”.

O movimento CTS acabou tomando distintos caminhos durante sua trajetória e sua existência continua dentro das condições atuais da educação científica, estando comprometido com a formação cidadã. Além disso, vários materiais didáticos e projetos curriculares acabaram sendo desenvolvidos no Brasil dentro desta perspectiva, Santos e Mortimer (2002) destacam:

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) (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 113).

Há de se considerar que uma proposta curricular do Ensino Médio com enfoque CTS, que poderá proporcionar uma melhor formação cidadã ao estudante, tendo mais condições de compreender a natureza do contexto científico-tecnológico e o seu papel na sociedade em que atua.

Dentre muitos autores que compartilham das ideias do movimento CTS, destacam-se significativamente Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) afirmam que:

[...] os objetivos propostos na LDB e configurados nos PCNEM encontram aplicações no enfoque CTS, pois, como a proposta para o Ensino Médio foi estabelecida, percebe-se a relevância em aproximar o aluno da interação com a ciência, a tecnologia e com todas as dimensões da sociedade. Assim, consideram-se suas relações recíprocas, oportunizando ao educando uma concepção ampla e social do contexto científico-tecnológico (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 80).

O movimento CTS defende a ideia das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, portanto, é essencial que o aluno tenha consciência sobre importância destas interações para o contexto científico e tecnológico no contexto escolar. Assim, temos que promover o interesse dos alunos pelos fenômenos da vida cotidiana, mostrando a importância das aplicações da ciência.

Diante disto, vários projetos, pesquisas e materiais didáticos com influência do movimento CTS no ensino de Ciências procuram inserir temáticas sociocientíficas, comprometidas com ações sociais responsáveis, questões éticas e problemas socioambientais (SANTOS, 2011).

Outro aspecto a ser abordado, é a necessária a ampliação do enfoque CTS no ensino de ciências, mas, sobretudo, para processos participativos de tomada de decisão em Ciência e Tecnologia na busca do ideal de uma sociedade justa e igualitária.

Assim, percebe-se que o estudo do movimento CTS no Brasil enfrenta um grande desafio, pois há a necessidade de incorporar inovações e mudanças no processo educacional transformando num espaço contra hegemônico, ou seja, que subverta a lógica do individualismo para um espaço de interação com a comunidade escolar por meio do diálogo e o trabalho coletivo.

A partir do momento que o movimento adentra as universidades nos Estados Unidos, Europa e América Latina, deixa de ser chamado movimento e passa a ser denominado campo de estudos e esse campo se desdobra em linhas distintas, da política pública, da pesquisa e da educação. Portanto, com o *enfoque CTS*, o ambiente escolar *passa* a ser um espaço de transformação.

O movimento CTS têm seguido caminhos distintos durante a sua evolução histórica, ainda continua ativo dentro das novas demandas da educação científica estando preocupadas com a formação para cidadania. De acordo com Santos (2007, p. 475) “a preocupação com a educação científica é defendida não só por educadores em ciências, mas

por cientistas sociais, comunicadores e profissionais que trabalham com divulgação científica”.

## **CARACTERIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA COM ENFOQUE CTS**

Desde o século XIX há a necessidade de uma educação científica que atenda os profissionais das diversas áreas das ciências, por meio de um amplo debate sobre as finalidades dessa educação. Os propósitos que têm sido atribuídos variam desde a popularidade científica até a defesa da formação, especializada de cientistas.

Entre 1970 e 1980, a tríade ciência, tecnologia e sociedade esteve presente em vários lugares ao mesmo tempo. Havia um consenso entre educadores sobre a necessidade de inovação da educação científica em razão da: a) valorização da cultura ocidental e o papel da ciência escolar em sua transformação; b) necessidade de formação política; c) apresentação de abordagens interdisciplinares; e d) demanda de preparação vocacional e tecnocrática (AIKENHEAD, 2003).

Na educação científica, o movimento CTS deve se preocupar com a tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e na construção de valores (SANTOS; MORTIMER, 2000; AULER, 2003; SANTOS; SCHNETZLER, 2010). A contextualização do olhar CTS jamais pode ficar apenas nos exemplos tecnologia no nosso cotidiano, é importante debater estes conhecimentos acerca das inter-relações CTS, que traz contribuições para o desenvolvimento de comprometidas com a formação da cidadania.

Santos e Schnetzler (2010) ressaltam que

Encontramos, na grande maioria dos artigos propostas de ensino de Química, CTS, como objetivo central do ensino de Ciências a formação dos cidadãos críticos que possam tomar decisões relevantes na sociedade, relativas a aspectos científicos e tecnológicos. A educação científica deverá assim contribuir para preparar o cidadão a tomar decisões, com consciência do seu papel na sociedade, como indivíduo capaz de provocar mudanças sociais na busca de melhor qualidade de vida para todos (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 56).

É importante destacar a educação científica com enfoque CTS que está cada vez mais presente nos currículos para o ensino de Ciências abordando os aspectos sociocientíficos, em que mostra o quanto é essencial os debates relacionados a questões de políticas públicas, ciência, tecnologia, meio ambiente e cidadania.

Segundo Chrispino et al. (2013) o que se pretende com os estudos CTS

é trazer a discussão das implicações tecnocientíficas para o contexto social, buscando-se melhores meios para que a sociedade possa participar, democraticamente, na indicação dos seus rumos, e não apenas ficar a reboque das decisões tomadas na esfera dos tecnocratas ou daqueles que acreditam que a ciência e a tecnologia são neutras e destituídas de interesses e valores dos mais diversos (CHRISPINO et al. 2013, p. 459).

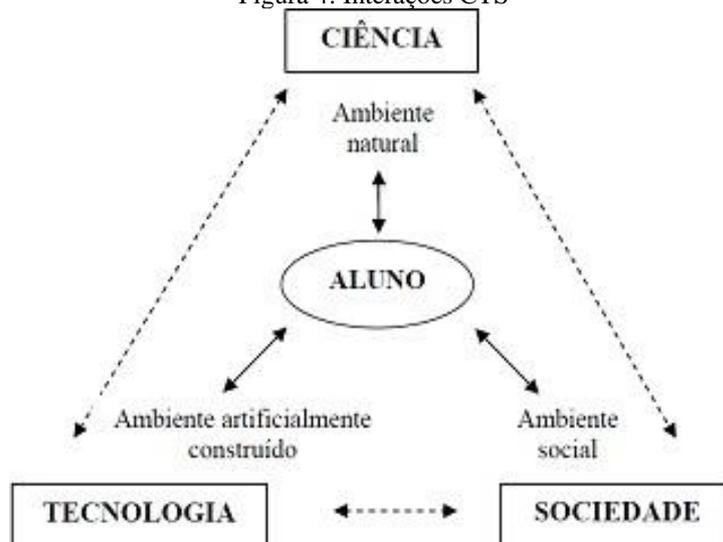
Nesta perspectiva, o movimento CTS tem colaborado para que a educação científica se consolide no propósito de formação do cidadão, pois diversos materiais de ensino foram desenvolvidos tanto para a Educação Básica como para o Ensino Superior em diversos países, sobretudo, nos Estados Unidos, Canadá e Europa.

Um dos desafios enfrentados é que o enfoque CTS foi pensado em realidades de países desenvolvidos, não atendendo as necessidades dos países subdesenvolvidos. É justamente, nesse contexto que o PLACTS se apresenta com um olhar mais para a realidade dos países da América Latina, se articulando a perspectiva freireana.

Com relação as especificidades das propostas no campo educacional, destacam-se as diferentes perspectivas de enfoque CTS por meio de oito categorias ordenadas de menor a maior prioridade: 1) Motivação mediante conteúdo CTS; 2) Introdução imprevista de conteúdo CTS; 3) Introdução intencional de conteúdo CTS; 4) Disciplina particular através de conteúdo CTS; 5) Ciência através de conteúdo CTS; 6) Ciência junto com conteúdo CTS; 7) Introdução de Ciência em conteúdo CTS; 8) Conteúdo CTS (AIKENHEAD, 2005).

A educação deve proporcionar a compreensão das interações recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, superando a visão linear e ingênua. Com relação ao texto científico de Aikenhead (1994) deve haver uma inter-relação entre os conteúdos CTS, permitindo um entendimento do ambiente natural, artificialmente construído e o ambiente social que está inserido no contexto tecnológico, conforme a Figura 4:

Figura 4: Interações CTS



Fonte: Aikenhead (1994, p. 48)

Cabe ressaltar as fortes relações entre a educação científica e os princípios do enfoque CTS, que tem contribuído para o ensino de ciências, tendo como base uma proposta que possa instigar a aprendizagem dos nossos alunos, tanto no ambiente social, natural e artificialmente construído, envolvendo a Ciência, Tecnologia e Sociedade, independente dos obstáculos impostos e os conteúdos abordados, temos que priorizar um ensino de qualidade para nossos estudantes.

Exemplos das interações CTS são ilustradas por Mckvanagh e Maher (1982) *apud* Santos e Schnetzler (2010, p. 68), “nem todas as propostas de ensino que vêm sendo denominadas CTS estão centradas nos nove aspectos descritivos” no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Aspectos da abordagem CTS

Aspectos de CTS	Esclarecimentos
1. Natureza da Ciência	1. Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
2. Natureza da Tecnologia	2. Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos. A humanidade sempre teve tecnologia.
3. Natureza da Sociedade	3. A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
4. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	4. A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
5. Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	5. A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
6. Efeito da Sociedade sobre a Ciência	6. Através de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
7. Efeito da Ciência sobre a Sociedade	7. Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
8. Efeito da	8. Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção

Sociedade sobre a Tecnologia	da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
9. Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	9. A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: Mckvanagh e Maher (1982, p. 72) *apud* Santos e Schnetzler (2010, p. 69).

Da análise comparativa destas abordagens, sobressaem diferenças em nível de importância relativa atribuída aos estudos dos aspectos da ciência e tecnologia, portanto, sem explorar as suas dimensões sociais, pode possibilitar uma falsa ilusão de que o estudante entenda o significado de ciência e tecnologia. Sendo assim, tais aspectos são organizados de modo que os estudantes possam articular as teorias científicas com os aspectos tecnológicos, para desenvolver o posicionamento crítico diante de um contexto social e relevante para eles, buscando relações que sejam coerentes e concomitantes com o enfoque CTS.

Segundo Santos e Schnetzler (2010)

a constatação da necessidade de uma contextualização do conteúdo que atenda as exigências de formação da cidadania, evidencia que não pode haver uma aplicação direta no Brasil daqueles projetos curriculares de CTS desenvolvidos em outros países (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 131).

Nota-se que estes projetos com enfoque CTS no Brasil apresentam aspectos e um contexto diferente de outros países, especialmente quando se refere a nível de informação e conhecimentos da população. Essas condições dificultam o desenvolvimento de propostas de ensino e precisam ser superadas para que seja efetivada a participação dos nossos estudantes e futuros cidadãos.

Muitos trabalhos começaram a adotar a denominação CTS e diferentes concepções foram desenvolvidas, de forma que se pode atribuir diferentes significados para o que tem sido denominado como CTS (AIKENHEAD, 1994).

Dentro dessa perspectiva, Santos (2012) destaca diferentes categorias que podem ser adotadas para a educação CTS:

**a) Classificação de Aikenhead (1994):** Centrada no foco no ensino de Ciências e nas relações CTS, a qual classifica os materiais de CTS em oito categorias, levando em conta a ênfase que atribuem às inter-relações CTS, sendo que na primeira estariam os materiais em que CTS é apresentado com caráter motivador e eventual, centrado no ensino de conceitos científicos; enquanto que na última os materiais são caracterizados por estudos das inter-relações CTS em uma

perspectiva sociológica, de forma que o conteúdo científico propriamente dito é apresentado de maneira complementar. Essa classificação destaca a polarização entre o ensino de ciências naturais e o ensino de ciências humanas que analisam implicações sociais da tecnociência, em que os currículos com enfoque CTS teriam uma variação da ênfase na abordagem em torno desses dois polos.

**b) Classificação de Luján López (1996):** Também centrada no foco no ensino de Ciências e nas relações CTS, mas restringindo-se a três categorias: (1) introdução de CTS nos conteúdos das disciplinas de ciências (enxerto CTS); (2) ciência vista por meio de CTS; e (3) programas CTS puro. Na primeira classificação, enquadram-se os currículos que incluem temas CTS sem alterar a abordagem tradicional dos conteúdos científicos. Nesses, a abordagem do tema CTS têm um papel mais secundário. Nos projetos curriculares por meio de temas CTS, os conceitos científicos são introduzidos a partir dos temas CTS que são abordados com maior evidência no currículo e aos quais os conteúdos científicos são subordinados. Já no terceiro grupo, as discussões das implicações CTS são o foco central do programa e os conceitos científicos ocupam uma posição secundária no currículo, surgindo de maneira complementar.

**c) Classificação de Auler e Delizoicov (2001):** Centrada na compreensão da complexidade e das forças de poder presentes nas decisões de CT, apresenta classificação em duas visões: a reducionista e a ampliada. A visão reducionista é marcada por reproduzir uma ênfase na concepção da neutralidade das decisões em CT, de forma a contribuir para a consolidação dos mitos da superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da CT e do determinismo tecnológico. Ao contrário, a visão ampliada busca a compreensão das interações entre CTS, na perspectiva de problematização desses mitos e da compreensão da existência de construções subjacentes à produção do conhecimento científico-tecnológico, o que em outras palavras significa uma análise e crítica ao atual modelo de desenvolvimento econômico.

**d) Educação CTS na perspectiva Freireana:** A visão crítica da educação CTS vai em direção oposta à visão reducionista que reproduz um modelo ideológico de submissão a um sistema tecnológico já estabelecido, procurando desenvolver um novo modelo de desenvolvimento. Essa visão crítica tem sido defendida como uma perspectiva que incorpora os ideais de Paulo Freire (ver, por exemplo, AULER, 2003 e 2007; SANTOS, 2008 e 2009).

e) **Educação CTSA:** Apesar de a educação CTS incorporar implicitamente os objetivos da educação ambiental, pois o movimento CTS surgiu com uma forte crítica ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e ampliando o processo de exclusão social, vários autores têm adotado a denominação CTSA com o propósito de destacar o compromisso da educação CTS com a perspectiva socioambiental (ver, por exemplo, PEDRETTI et al., 2008; VILCHES; GIL PÉREZ; PRAIA, 2011). (SANTOS, 2012, p. 52 - 53).

Tendo em vista estas classificações, cabe apresentarmos algumas categorias, como: Aikenhead, Luján López, Auler e Delizoicov, que se afastam do significado original atribuído ao movimento CTS em oposição ao modelo desenvolvimentista da tecnociência, pois o seu descontrole tem vindo levantar questões problemáticas. Nesta perspectiva, é importante que se tenha um conhecimento básico sobre este assunto, para propor reflexões sobre o que caracteriza a educação CTS.

Outro aspecto a ser abordado é a preocupação ambiental em CTS que fez diversos autores passarem a usarem o termo CTSA com o objetivo de apresentar o aspecto ambiental. Assim, Aikenhead (2005) continuou com o uso do termo CTS em seus últimos textos e artigos científicos sobre o assunto, enquanto que a pesquisadora canadense Pedretti desde 1990 já vem usando o termo CTSA, de acordo com a visão da autora, é de uso comum por outros autores desde aquela época (PEDRETTI et al., 2008). No caso de Vilches e Gil Pérez são exemplos de autores que há muito tempo defendem uso do termo CTSA, e o comprometimento de uma educação preocupada com o meio ambiente e a sustentabilidade, denominada de Educação CTSA.

Neste trabalho destaco a importância do termo CTS com o intuito de promover uma motivação no ensino de ciências, e também se preocupar em formar cidadãos capazes de tomar suas próprias decisões e desenvolver ações responsáveis na atual sociedade, respeitando as ideias dos autores a seguir, como: Solomon (1993); Auler (2001); Auler e Delizoicov (2003); Aikenhead (1994, 2005); Santos (2011) entre outros. Os estudos desses vêm ao encontro de nossos anseios, no sentido de mostrar que o termo CTS sempre esteve relacionado a abordagem das questões ambientais causadas pelo contexto sócio-histórico da Ciência e Tecnologia. Desde sua origem, a educação CTS incorpora de modo nada claro os objetivos da Educação Ambiental, pois o movimento CTS surgiu a partir de críticas ao modelo progressista que estava intensificando os impactos socioambientais. Diante disto, podemos apontar que o contexto ambiental se refere a questões específicas para o diagnóstico das amplas inter-relações CTS e que são evidentes em várias temáticas

sociocientíficas, e que sempre foram indicados nos inúmeros currículos CTS. Essa incorporação de CTS como o movimento ambientalista, desde o seu surgimento, é reconhecido por Aikenhead (2005) sendo apontada nos seus mais diversos textos e artigos científicos sobre educação CTS no ensino de ciências que manifestam uma atenção com a elaboração de práticas comprometidas com o contexto ambiental.

A classificação da educação CTS criada por Aikenhead (1994) destaca que o movimento CTS na educação foi marcado com críticas ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, dando atenção para a formação cidadã. Portanto, essa classificação leva em conta a ênfase nas inter-relações CTS, onde o estudante deve estar no centro do processo do ensino de ciências, focado no ambiente e no contexto social em que está inserido. Assim, esta forma de abordar o ensino de ciências é a condição necessária para o desenvolvimento crítico do estudante.

Strieder (2012) afirma que

Essa matriz está centrada nos parâmetros relativos à tríade CTS e aos propósitos da educação científica. Nesse sentido, entende-se que ela não é a mera discussão da ciência e da tecnologia (C&T) inseridas no contexto social, mas a efetiva articulação entre ambas, o que se dá a partir de três parâmetros: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social, na perspectiva do desenvolvimento de compromissos sociais (STRIEDER, 2012, p. 176).

A partir desta reflexão, destacam-se os pontos positivos relacionados as classificações que seriam os compromissos sociais que são importantes para o tratamento das inter-relações entre compreensão da ciência, planejamento tecnológico e solução de problemas práticos da sociedade, bem como o desenvolvimento de capacidade de tomada de decisão sobre temas sociais práticos. Diante disto, é importante que haja uma maior participação dos estudantes na construção de competências para que a sociedade possa lidar com os propósitos da educação científica, como: o desenvolvimento de concepções da ciência e tecnologia relacionadas a sua vivência, a elaboração de questões socioambientais, o desenvolvimento científico e tecnológico, de compromisso com a cidadania.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disto, é essencial um delineamento para se compreender a caracterização do movimento CTS, em termos gerais, que possibilita ir além do mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com os problemas sociais

relacionados com questões do foro científico e tecnológico, bem como melhor compreensão das interações da Ciência, Tecnologia e Sociedade. O movimento CTS é hoje reconhecido pela comunidade internacional como um componente relevante da educação científica.

Sendo assim, temos que introduzir o desenvolvimento de práticas com enfoque CTS no contexto do Educação Científica, que contemple uma ampla gama de estratégias de ensino e de atividades de aprendizagem, como investigações, e discussões, que sejam significativas na sala de aula e que não costumam fazer parte dos programas de ensino. Isso acaba contribuindo para dar fim a uma Educação Científica descontextualizada, linear e fragmentado, e passando a se preocupar com um modelo de ensino em que o aluno será capaz de identificar as questões sociais relacionadas a Ciência, e analisar os diferentes contextos em que se desenvolviam estas questões, e contribuir para tomada de decisões individuais e em grupos.

Por fim, o enfoque CTS na Educação Científica, rompe com aquele ensino tradicional da memorização de fórmulas, preocupando-se em selecionar temas de relevância social, e que possam desenvolver capacidades e atitudes de esclarecer os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como das suas inter-relações com a Sociedade. Com uma proposta de apresentar um novo modo de aproximar a ciência com o desenvolvimento tecnológico trazendo vantagens a sociedade atual.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad de las ciencias. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**. 2003. Disponível em: < <https://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo13.htm#2>>. Acesso em 19 jul. 2020.
- AIKENHEAD, G. S. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como queira que se llame. **Educación Química**, v.16, n. 2, 2005.
- \_\_\_\_\_. **STS education**: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Ed.): A vision for Science Education: responding to the work of Peter J. Fensham. New York: Routledge Falmer, p. 59-75, 2003.
- \_\_\_\_\_. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. STS education: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994, p. 47-59, 1994.
- AULER, D. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade**: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Coord.). CTS e educação científica. Brasília: UnB, p. 73-97, 2011.
- \_\_\_\_\_. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- \_\_\_\_\_; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1. p. 1-13, 2001.
- BAZZO, W.A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 5.ed. ver. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2015.
- \_\_\_\_\_; Von LINSINGEN, I; PEREIRA, L.T.V. (Eds.). **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.
- BONETT, L. P.; MACHADO, T.; BIANCHI, V. L. T.; FERNANDES, D. O.; ALMEIDA, M. Percepção de alunos do Ensino Médio sobre ciência e tecnologia. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 8, n. 2, p. 95-117, jul./dez. 2008.
- CEREZO, J. A. L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestion en la Europa y Estados Unidos. In: **Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Documentos de trabajo nº 3, Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, p. 23-36, 2009.
- CHRISPINO, A.; LIMA, L. S. de; ALBUQUERQUE, M. B. de; FREITAS, C. C. de; SILVA, M. A. F. B. da. A Área CTS no Brasil vista como Rede Social: Onde Aprendemos? **Ciência e Educação**, v. 19, n. 2, p. 455-479, Bauru, 2013.
- CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. **O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos**. In: PIETROCOLA, M. (Org.). Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 171 – 196, 2001.

DAGNINO, R. As trajetórias dos estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade e da política científica e tecnológica na Ibero-américa. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 3 – 36, 2008.

\_\_\_\_\_; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, n. 7, p. 13 – 51, 1996.

GARCIA, M. I. G.; CEREZO, J. A.; LOPEZ, J. L. **Ciencia v Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Editorial Tecnos, 1996.

KOEPSEL, R. **CTS no Ensino Médio: Aproximando a Escola da Sociedade**. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. 132 f.

LINSINGEN, V. I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov., 2007.

MIRANDA, E. M. **Tendências das Perspectivas Ciência, Tecnologia e Sociedade nas Áreas da Educação e Ensino de Ciências: Uma Análise a partir de Teses e Dissertações Brasileiras e Portuguesas**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos. 2012. 292 f.

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **Actio Docência em Ciências**. v. 2, n. 2, Curitiba, p. 193-210, jul./set, 2017.

NASCIMENTO, G. T.; LINSINGEN, I. V. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia**, v. 13, n. 42, p. 95-116. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-14352006000300006&lng=es&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352006000300006&lng=es&tlng=pt)>. Acesso em 18 de jul. 20.

PEDRETTI, E. G.; HEWITT, G.; ROMKEY, L.; BENCZE, L. Promoting issues-based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. **Science & Education**, v. 17, n. 8-9, p. 941-960, 2008.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

RODRÍGUEZ; A. S. M.; PINO, J. C. D. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Perspectivas Teóricas sobre Educação Científica e Desenvolvimento na América Latina. **Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, Canoas, v. 6, n. 2, 2017.

SANTOS, W. L. P. dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. CTS e educação científica: desafios, tendências de pesquisas. Wildson Luiz Pereira dos Santos, Décio Auler (organizadores). Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

\_\_\_\_\_. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, v. 01, número especial. 2007. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149/120>>. Acesso em: 08 jul. 20.

\_\_\_\_\_. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131. 2008.

\_\_\_\_\_; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, 14(2), p.191-218, 2009.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Revista Ensaio**, UFMG, v. 2, n. 2, p. 1 – 23, 2002.

SANTOS, S. M. O; MÓL, G. S. Critérios de avaliação do livro didático de Química para o Ensino Médio. In: IV ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 5. Bauru, São Paulo. **Anais do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências**. Bauru. 2005. CDROM

SOLOMON. **Methods of teaching STS**. In: McCORMICK, R., MURPHY, P., HARRISON, M. (Eds.). *Teaching and learning technology*. Workingham: Addison-Wesley Publishing Company & The Open University, p.243 – 250, 1993.

STRIEDER, R.B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese de Doutorado em Ciências/Ensino de Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educación por un futuro sostenible. In:\_\_\_\_\_; AULER, D. (Orgs.) **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. p. 185-209, 2011.

VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. **Educação em ciências com orientação CTS**. Porto, Portugal: Areal Editores, 2011.

ZAUTH, G.; OGATA, M. N.; HAYASHI, M. C. P. I. **Um Breve Panorama sobre a Educação CTS no Brasil**. Ciência, Tecnologia e Sociedade: desafios da construção do conhecimento. Wanda Aparecida Machado Hoffmann (organizadores). São Carlos: EdUFSCar. 2011. 313 p.