

ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): PERSPECTIVAS TEÓRICAS SOBRE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO NA AMÉRICA LATINA

Andrei Steveen Moreno Rodríguez*

José Claudio Del Pino**

Resumo: Este artigo apresenta reflexões teóricas decorrentes de um processo de pesquisa mais amplo, no qual foram elaborados dois estudos da produção científica sobre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS. Com o objetivo de melhor compreender o pensamento exposto pelas produções analisadas nesses estudos, aportes teóricos das publicações foram reunidos e organizados por meio do software Atlas.ti (qualitative data analysis) para a elaboração deste documento. Como resultado desse processo obteve-se a construção de um marco teórico acerca dos princípios e pressupostos da abordagem CTS, das novas perspectivas para a Educação Científica e das expectativas para o enfoque na América Latina. Destaca-se a importância de promover um novo modelo de Educação Científica mais dinâmico, que fomente o desenvolvimento de habilidades para a participação cidadã responsável, principalmente nesta região do globo, a qual tem sofrido graves consequências do desenvolvimento tecnocientífico descontrolado.

Palavras chave: Enfoque CTS. Educação Científica. Desenvolvimento. América Latina.

1 Introdução

O enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade – CTS (ou CTSA¹) promove estratégias diferenciadas no campo da Educação Científica com o intuito de melhorar a formação cidadã e promover uma visão mais adequada de ciência e tecnologia. Tendo como pilares o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão, este movimento pretende favorecer a construção de uma sociedade mais democrática, onde os cidadãos possam se posicionar frente aos avanços da ciência e da tecnologia, especialmente, aqueles que sofrem as consequências diretas do desenvolvimento tecnocientífico descontrolado.

* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

** Doutor em Engenharia de Biomassa. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

¹ Alguns autores, com o objetivo de enfatizar a importância do estudo das relações ambientais dentro do enfoque CTS, têm acrescentado no final da sigla a letra A formando o acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), no entanto, consideramos que se trata apenas de uma questão de notação, pois as relações ambientais são inerentes ao andamento científico e tecnológico, ou seja, no sentido filosófico o uso de uma ou outra sigla não representa abordagens diferentes. Neste trabalho adotamos o uso da sigla original CTS.



Os estudos CTS promovem uma nova forma de entender a Educação, um novo paradigma onde esteja presente a transformação em vez da transmissão e a ação em vez da passividade, uma Educação Científica que promova a justiça social, a práxis e a cidadania (PEDRETTI et al., 2006, p. 13). Esses novos compromissos, devem ser transformados em ferramentas para a construção de novas compreensões que superem a visão tradicional da ciência, sua perspectiva salvacionista², a tecnocracia³ e o determinismo tecnológico⁴.

Tendo em conta esses aspectos, no presente trabalho realizamos reflexões teóricas acerca das interações entre ciência, tecnologia e ambiente com foco em processos sociais, apresentamos pressupostos e ideias para uma nova compreensão da Educação Científica, delineamos princípios do enfoque CTS e discutimos suas perspectivas para América Latina.

2 Ciência, tecnologia, ambiente e sustentabilidade

Durante séculos, o conhecimento produzido por meio da ciência tem sido empregado como a principal ferramenta para atingir o desenvolvimento das sociedades, trazendo importantes avanços nos diferentes campos de ação da humanidade. Em razão disso, a atividade científica tem incrementado seu reconhecimento social, sendo idealizada como estratégia infalível para entender o mundo e nos aproximarmos à “verdade”; não é por acaso o uso da frase “comprovado cientificamente” cada vez que se quer confirmar que algo funciona realmente ou que de fato acontece. No entanto, a raiz de diferentes situações relacionadas principalmente com os efeitos secundários produzidos por atividades científicas (acidentes nucleares, derramamentos de petróleo, envenenamentos farmacêuticos e uso irresponsável de agrotóxicos, entre outros), a atitude frente à ciência tem mudado, ocasionando que diferentes grupos e comunidades acadêmicas questionem o papel do trabalho científico e tecnológico.

Muitas vezes os empreendimentos científicos, com a única intenção de produzir novos conhecimentos, ou em razão de interesses econômicos, não ponderam devidamente suas consequências no ambiente e na sociedade, logo, quando aparecem no mundo já estão gerando efeitos indeterminados e imparciais (PRAIA; CACHAPUZ, 2005). Esta situação aparece mais frequentemente quando os avanços científicos são ainda mais especializados: “Ao caminhar para domínios tão restritos e parcelares de especialização, a atividade científica ganha certamente maior precisão, mas perde a visão global dos problemas, podendo assim

² Crença em que a ciência e a tecnologia podem solucionar todos os problemas da humanidade.

³ Utilização do método científico para resolver questões políticas e sociais

⁴ Consideração de que a tecnologia determina de maneira direta, unidirecional e positiva o desenvolvimento socioeconômico de uma população.



parecer apostada numa atividade desprovida de significação” (PRAIA; CACHAPUZ, 2005, p.174).

De qualquer forma, na sociedade contemporânea tem prevalecido uma visão favorável da ciência, dando-lhe um papel preponderante nas intenções de progresso, inclusive gerando a ideia de que para resolver os problemas sociais é suficiente produzir mais ciência e mais tecnologia (LIMA JUNIOR et al., 2014).

Essas crenças têm atingido todas as esferas do desenvolvimento humano, por conseguinte, são evidenciadas com frequência na política e na forma como os governantes estruturam seus planos de trabalho. Praia e Cachapuz (2005) propõem três modelos de articulação entre a atividade científica, a política e a opinião pública: o modelo tecnocrático, onde os políticos dependem dos especialistas e os caminhos da sociedade são determinados principalmente pela ciência; o modelo decisionista, no qual as opiniões dos especialistas não deslocam a ação política, mas as decisões são tomadas principalmente pela racionalidade técnica e; o modelo pragmático, no qual as decisões são negociadas entre políticos, especialistas e a esfera pública, onde há uma interação que promove a construção de conhecimento, a responsabilidade e a avaliação de consequências. Esse último modelo, em nosso entendimento, é promovido por meio dos pressupostos do enfoque CTS, pois entende-se que as opiniões dos especialistas em ciência e tecnologia, não podem ser consideradas como isentas de responsabilidade e completamente neutras (LIMA JUNIOR et al., 2014), sendo que estes profissionais se desenvolvem (consciente ou inconscientemente) dentro dos parâmetros do atual sistema civilizatório, o capitalista.

Habermas (1987 apud PRAIA; CACHAPUZ, 2005) considera que a ciência moderna, pelo fato de estar ligada ao nascimento do capitalismo, partilha com ele o desejo de dominar, explorar e manipular a natureza e os homens, portanto, a elite tecnocientífica (de certa forma) contribui à degradação do ambiente e à determinação dos rumos da sociedade, sendo que por contar com melhores condições de trabalho e um maior reconhecimento, sofre de forma menos imediata as pressões do sistema, e conseqüentemente, sua disposição e interesse em tomar consciência dos efeitos negativos da ciência e da tecnologia (que atingem de forma mais imediata a classe menos favorecida) são menores (LIMA JUNIOR et al., 2014).

No entanto, na maioria dos casos, os empreendimentos científicos se justificam nos possíveis benefícios que podem trazer para a sociedade, argumentando que seus esforços têm como finalidade contribuir para resolver determinado problema. Nesse caso o conhecimento científico é indispensável para avaliar riscos e benefícios de qualquer empreendimento, não



obstante, é necessário atender que qualquer posicionamento requer outros tipos de considerações de caráter ético e valorativo (RIBEIRO; KAWAMURA, 2014).

Uma situação muito similar acontece com o conhecimento tecnológico apesar que este diverge em termos de intenções com o conhecimento científico. O primeiro, contempla a satisfação das necessidades humanas focando-se essencialmente na prática, na ação, na transformação, nos artefatos, enquanto o segundo, pretende principalmente, na sua forma tradicional, entender o mundo e os fenômenos naturais (PRAIA; CACHAPUZ, 2005). Assim, o conhecimento tecnológico dá ênfase à resolução de problemas concretos, daí que a confiança na tecnologia tenha aumentado progressivamente ao longo da história.

Contudo, se fizermos uma revisão histórica, é possível observar como a tecnologia vem reestruturando as relações de trabalho, as formas de relacionamento social e comunicação, a maneira de adquirir informações e até a forma como se dão os processos cognitivos e de aprendizagem. Postman (1998 apud PRAIA; CACHAPUZ, 2005) descrevendo a tecnologia como imprevisível e irreversível, alerta sobre o perigo da possível degradação da vida em comunidade a causa dos avanços tecnológicos.

Deste modo, é necessário esclarecer que a tecnologia não tem um desenvolvimento autônomo e independente das demandas sociais como o afirma o mito do determinismo tecnológico (negando as potencialidades e a relevância da ação humana), senão que pelo fato de ter origem social (LIMA JUNIOR et al., 2014), influencia-se reciprocamente com a sociedade. Por conseguinte, o destino dos povos não depende exclusivamente da tecnologia como fator exógeno, aliás, o avanço tecnológico é uma atividade humana e seu curso corresponde à direção que a sociedade determina com base em condições econômicas, políticas e sociais, privadas e estatais (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Dentre estes fatores, o econômico é talvez, o que tem maiores efeitos tanto no desenvolvimento científico como no tecnológico. Lima Junior et al. (2014), fazendo uma análise dos pressupostos marxistas como referencial para o estudo das relações CTS, afirmam que no momento em que as inovações tecnológicas se tornam instrumento de produção de lucro, passam a ser reguladas pelo interesse de se produzir mais dinheiro, por conseguinte, a escala em que ditas inovações são empregadas, depende da rentabilidade que possam significar para os capitalistas, situação que afeta não só aos possíveis usuários e consumidores dos avanços tecnológicos, senão também, à classe trabalhadora em geral. De acordo com os autores, é duvidoso que o acréscimo de inovações aos processos produtivos ocorra com o objetivo de tornar mais fácil a labuta do trabalhador, certamente, uma inovação é empregada quando representa vantagem para o empregador. Observamos então como o desenvolvimento



tecnológico não regulamentado e sem responsabilidade social pode contribuir para o aumento das desigualdades econômicas e sócias.

Outras dimensões da ampliação da desigualdade social gerada pelo crescimento tecnológico são apresentadas por Echeverría (2008), quem menciona diferentes âmbitos da brecha digital; por uma parte as novas tecnologias criam um abismo entre países e regiões “inforicos” e “infopobres”, e por outra, separam setores sociais dentro de uma mesma região. O autor também menciona a brecha geracional que se produz pela pouca atividade das pessoas de idade avançada nas novas Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC. Nesse sentido, a aproximação generalizada às TIC é um requisito indispensável para diminuir a exclusão social e, desde essa visão, a alfabetização científica e tecnológica adquire um papel determinante.

Segundo López de Mesa (2011), necessitam-se currículos e pedagogias que permitam a professores e estudantes compreender a natureza e impacto cultural das tecnologias, contemplando as diferentes formas em que hoje é reproduzida a informação e as diferentes formas de construção do conhecimento. Para tal fim, é necessário ter em conta que hoje a maioria dos educandos pertence a uma geração que tem crescido junto com a tecnologia e nascida em um mundo informatizado as 24 horas do dia; são jovens e crianças multifacetadas, cujas habilidades para se adaptar as novas TIC são excelentes, pois sabem trabalhar em rede e compartilhar informações naturalmente (SÁNCHEZ BURSÓN, 2008), possuem uma capacidade extraordinária para se adaptar às rápidas mudanças da tecnologia e a inovação permanente. Nesse sentido, os esforços educativos devem centrar-se no aperfeiçoamento da faculdade para filtrar informações de maneira proveitosa e no desenvolvimento do pensamento que permita uma responsável interação com as novas tecnologias.

Mas por que falar em responsabilidade quando nos referimos ao avanço tecnológico e científico?

Se olharmos para o nosso entorno, podemos ver como este tem sido modificado drasticamente durante as últimas décadas; o desenvolvimento tecnológico (em diferentes setores como o das comunicações, o mineiro e o industrial), em conjunto com o crescimento populacional e o acúmulo de resíduos, tem produzido uma interação desarmônica entre o homem e a biosfera, ocasionando diversos problemas ambientais (TEIXEIRA SANTOS et al., 2014).

De fato, sabemos que enquanto os indicadores econômicos têm sido positivos, os indicadores ambientais cada vez são mais negativos em razão dos diferentes problemas de



poluição a nível global e das mudanças climáticas que podem trazer graves consequências para a biodiversidade do planeta e para a própria espécie humana (VILCHES et al., 2008).

Os grandes núcleos urbanos, onde antigamente se gestava a civilização, estão sendo ameaçados pela massificação, a produção de resíduos, a poluição sonora e visual, o consumo exacerbado de recursos energéticos, a degradação dos terrenos agrícolas e a mudança climática, entre outros. Estamos consumindo mais recursos do que o planeta pode admitir sustentados em um modelo econômico em continua expansão, destruindo lentamente a terra. De acordo com Teixeira Santos et al. (2014), durante os últimos séculos temos vivido “um processo de “desenvolvimento sufocante”, que não leva e nunca levou em consideração as consequências que poderia trazer para o ambiente e para a própria sociedade” (p. 54).

Podemos afirmar então que nos encontramos em uma crise ambiental, que:

Foi gerada pela lógica autocentrada na ciência, assim como pelo processo de racionalização da modernidade movida pelos imperativos da racionalidade econômica e tecnológica dominantes. A crise ambiental vem a problematizar os paradigmas dominantes que se estabeleceram ao longo do processo histórico, social e cultural das civilizações, assim como questionar a racionalidade econômica e tecnológica dominantes nas sociedades modernas (CUNHA SANTOS et al., 2015, p.367).

Vilches et al. (2008) denominam esta situação como *emergência planetária* e mencionam alguns dos obstáculos que têm impedido mudar o rumo de nosso modelo de desenvolvimento: centrar-se no estudo dos problemas sem propor soluções; a não percepção da gravidade das pequenas mudanças climáticas; o tratamento dos problemas de forma reducionista sem contemplar suas implicações globais; achar que os problemas ambientais tem um desenvolvimento linear e controlável ao qual podemos nos adaptar; a crença de que precisamos de um crescimento econômico e social indefinido; menosprezar o problema do crescimento demográfico e; considerar que as mudanças ambientais são naturais e que a ação humana é irrelevante. Tendo em vista esse amplo conjunto de obstáculos e problemas, aparecem conceitos como *desenvolvimento sustentável* e *sustentabilidade*⁵, que pretendem aportar alternativas de solução.

⁵ Esses termos e suas respectivas definições são motivo de debate, pois têm gerado diferentes interpretações e compreensões, ocasionando inclusive, o uso frequente do conceito *desenvolvimento sustentável* mais como uma estratégia de *marketing* do que como um objetivo a ser atingido (DAL SOGLIO, 2009). Dessas visões podemos destacar duas principalmente; uma vertente que enfatiza o discurso oficial relacionado diretamente com aspectos econômicos e outra, que numa perspectiva multidimensional, procura integrar dimensões sociais e individuais, enfatizando a diversidade cultural e natural, a autonomia política e os valores éticos de respeito à vida (CUNHA SANTOS et al., 2015), ou seja, um conceito que promove a qualidade de vida das atuais e futuras gerações de todas as espécies do planeta contemplando a necessidade de “que a espécie humana contenha suas ambições e aceite os limites ambientais que são colocados com o intuito de preservar a qualidade de vida das outras espécies”(DAL SOGLIO, 2009, p. 18).

Em 1987, no contexto da 1ª Comissão Mundial sobre o Ambiente e o Desenvolvimento, o *desenvolvimento sustentável* definiu-se como um tipo de desenvolvimento que permite satisfazer as necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras para responderem igualmente a suas próprias necessidades (SÁ; ANDRADE, 2008).

Já o termo *sustentabilidade*, como apresentado por Sartori et al. (2014, p. 4):

Surgiu a respeito dos recursos renováveis e foi adotado pelo movimento ecológico. O conceito refere-se à existência de condições ecológicas necessárias para dar suporte à vida humana em um nível específico de bem-estar através de futuras gerações, e isto é sustentabilidade ecológica e não desenvolvimento sustentável [...] a sustentabilidade é um conceito normativo sobre a maneira como os seres humanos devem agir em relação à natureza, e como eles são responsáveis para com o outro e as futuras gerações. Neste contexto, observa-se que a sustentabilidade é condizente ao crescimento econômico baseado na justiça social e eficiência no uso de recursos naturais.

Associado às propostas de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, também encontramos o conceito de Sociedade de Risco, que segundo Melo (2010, p. 96) é uma perspectiva que:

Analisa os possíveis problemas e potencialidades ligando sustentabilidade, ciência e tecnologia, reconhece então que os problemas ambientais são globalizantes assim como os riscos de qualquer tecnologia, inclusive as verdes, e estes devem ser esclarecidos a todos os membros dessa sociedade para que possam decidir e avaliar criticamente os impactos à sobrevivência e a qualidade de vida.

É nessa perspectiva que a Educação e a escola entram a jogar um papel determinante para atingir os objetivos da sustentabilidade, onde sua principal função deve ser contribuir para que sejamos conscientes, o mais rápido possível, da gravidade da situação, de suas causas e das medidas que devem ser adotadas para enfrentar os problemas ambientais (VILCHES et al., 2008). Roso et al. (2015), em relação ao exercício escolar, afirmam:

Se o papel da escola ficar reduzido à apropriação da cultura, parece que a escola continuará a exercer o papel de perpetuadora do status quo. Não seria prudente atribuir à escola o papel de problematizar a cultura – cada vez mais marcada pela lógica consumista, geradora de insustentabilidade socioambiental? Possivelmente, numa perspectiva de transformação da realidade, tal qual postulada por Freire, a escola, articulada como outros atores sociais, seja um espaço possível de produção de uma nova cultura, uma cultura pautada por valores de participação, de constituição de sociedades efetivamente sustentáveis (p. 385).

Os autores mencionam um aspecto crucial que deve ser, sem dúvida, discutido nos diferentes espaços educacionais: a lógica consumista, à qual atribuem o caráter de geradora de insustentabilidade, pois é a principal causa dos problemas ambientais. Por exemplo, a mudança climática associada às emissões de carbono na atmosfera, é um problema que não se apresentaria em todo ou qualquer modelo de sociedade, mas sim na sociedade capitalista contemporânea (ROSO et al., 2015), onde predomina o “ter” sobre o “ser” e sobre o “estar”.



Contudo, não se trata de ver o desenvolvimento econômico e o ambiente, como dimensões contraditórias, senão de reconhecer o forte vínculo entre elas. Assim sendo, o modelo econômico que se vislumbra propõe a sustentabilidade sem crescimento, ajustando a economia às exigências do bem-estar social da população e do bem-estar natural do planeta (VILCHES et al., 2008).

Voltando à questão educacional, usualmente os campos da ciência e da tecnologia são apresentados na escola como imparciais, sistemáticos e sem problematização, porém na prática real, esses campos se encontram em constante influencia capitalista, isto é, frequentemente representam um papel de apoio à produção e ao consumismo (BENCZE et al., 2014). Portanto, se a Educação Científica continua perpetuando a abordagem conceitual sem problematização da realidade, os estudantes podem se afastar da oportunidade de compreender aspectos verdadeiramente importantes para eles e suas comunidades (BENCZE et al., 2014).

O que se tem observado ao longo dos anos, é como o sistema educacional tem sido utilizado para apoiar o capitalismo neoliberal através da estandardização curricular, a competitividade internacional e local, e as provas e informes que se baseiam em atividades econômicas (BENCZE et al., 2014), situação que compromete o futuro e o bem-estar de muitos indivíduos e nações. Nessa lógica, é uma prioridade repensar os objetivos e a estrutura do sistema, com especial atenção nos fundamentos da Educação Científica.

3 Educação Científica: uma nova perspectiva

Por essa razão, destacamos a importância de promover um ensino de ciências que contemple os diferentes aspectos mencionados até aqui e que favoreça a participação de todos na construção de um modelo tecnocientífico responsável, que dialogue com aspectos filosóficos e históricos, para entender a complexidade do progresso científico e sua natureza não linear, dependente da estrutura dinâmica da sociedade (RIVAROSA; ASTUDILLO, 2013).

Cabe perguntar então, quais devem ser os fundamentos da Educação Científica? Quais seus objetivos? E como esta deve ser promovida?

É claro, essas são perguntas que denotam complexidade e que têm sido estudadas durante muitos anos derivando em respostas variadas de acordo com o contexto sociocultural de cada época e região, por conseguinte, neste apartado apresentamos algumas reflexões a

respeito, propondo o que no nosso entendimento deve ser promovido para o contexto atual e com algumas perspectivas para o futuro.

É importante ter em conta que, conforme mencionam Jara e Torres (2011), o conhecimento não é o resultado de se fazer uma simples cópia da “realidade”, senão de um processo dinâmico e interativo através do qual a informação é interpretada e reinterpretada pelo intelecto, constituindo-se em um decurso em que vão se construindo modelos explicativos cada vez mais complexos e potentes; tanto a apropriação da informação, quanto a aprendizagem são processos de interação entre dois sistemas complexos, o ser humano e o ambiente sociocultural e natural. Deste modo, no âmbito da Educação Científica, estes aspectos devem ser contemplados para propiciar em sala de aula uma atmosfera que permita aproximar as informações e conceitos com situações reais contextualizadas. Isto é, acercar a ciência e a tecnologia ao contexto humanístico. Segundo Rutherford (2003, p. 199, tradução nossa):

Os países que pretendem ser tanto científicos como democráticos, precisam oferecer oportunidades a sua população, na escola e fora dela, para adquirir e manter uma compreensão da ciência e da tecnologia em um contexto humanístico. Para resumir, chamarei tal compreensão humanística da ciência como alfabetização científica.

Não obstante, o ideal não é transformar as ciências naturais em humanidades, senão enriquecê-las com aspectos sociais, entendendo seu impacto na história, na literatura, na política e vice-versa (RUTHERFORD, 2003). A esse respeito, Gordillo (2005) relata:

Em breve se cumprirá meio século da acertada denuncia de P. Snow sobre o pouco transitadas que estavam as fronteiras entre as ciências e as letras, ou em termos mais atuais, sobre o distanciamento entre os campos tecnocientífico e humanístico. Ambos os territórios pareciam estar habitados por pessoas com diferentes idiomas e, o que é pior, com uma atitude de incompreensão recíproca e fala de interesse mútuo. Embora seja verdade que ainda há quem continua a considerar esses limites disciplinares como intransponíveis, também é verdade que cada vez são mais as tentativas de comunicação entre a cultura científica e a cultura humanística. O fato de estarem sendo usadas expressões nas quais o substantivo é a cultura e o humanístico ou o científico adjetivam âmbitos mais complementares do que contrapostos é um sintoma de mudança. (p. 124, tradução nossa).

Nessa perspectiva, aparece como princípio fundamental da Educação em Ciências a proposta da alfabetização científica (ou do letramento científico)⁶, concepção na qual

⁶ Autores como Santos (2007), decidiram adotar o termo letramento científico para se referir a este processo, argumentando que, apesar de a palavra "letramento" não estar devidamente consignada no dicionário, enfatiza a função social da educação científica e está em contradição com o sentido limitado da alfabetização escolar que supõe o simples processo de ensinar a ler e escrever. Na literatura ainda pode ser observado o uso de outras expressões como enculturação científica ou literacia científica para descrever de forma muito próxima o propósito de promoção da formação em ciências para a atuação cidadã. Essa pluralidade semântica, segundo Sasseron e Carvalho (2011) pode estar associada a divergências na tradução do termo nas diferentes línguas. Nessa perspectiva, entendemos que os dois termos, tanto alfabetização científica quanto letramento científico podem ser empregados indistintamente, sempre que façam referência aos mesmos objetivos.



convergem os dois campos tradicionais de estudos, o humanístico e o científico. O principal objetivo desta proposição é educar cientificamente a população para que esta seja consciente dos problemas que acontecem no mundo e possa atuar para transformá-lo (GURIDI; CAZETTA, 2014), em outras palavras, popularizar o acesso à ciência fornecendo elementos aos cidadãos para que possam fazer uma leitura crítica do mundo.

Martín-Díaz et al. (2013), consideram que a alfabetização científica pode ser atingida em três níveis diferentes; um primeiro nível focado no conceitual e na compreensão do mundo, outro nível concentrado na participação e atuação social e, um terceiro centrado na construção do conhecimento.

É de vital importância a forma como essa alfabetização deve ser promovida nas escolas e nos diferentes espaços acadêmicos, pois implica o desenvolvimento de habilidades para a participação efetiva dos cidadãos em assuntos tecnocientíficos; a construção de uma cultura científica não pode limitar-se ao fato dos cidadãos serem bons espectadores ou bons usuários dos produtos científicos e tecnológicos, sua participação é necessária para determinar os rumos do avanço tecnocientífico, ou seja, a ciência e a tecnologia não podem estar afastadas da democracia e da responsabilidade social (GORDILLO, 2005).

Para tanto, é necessário reestabelecer os objetivos e a organização da Educação Científica, pois durante muito tempo tem focado seus esforços na aprendizagem de conceitos, trabalhando conteúdos de forma propedêutica, com pouca problematização e baixa aproximação aos problemas ambientais e tecnocientíficos do entorno. Por exemplo, Solves e Vilches (2000 apud VIEIRA; MARTINS, 2005) com o intuito de contribuir na compreensão pública da ciência e da tecnologia têm promovido a abordagem escolar de ações como: extrair da história problemas relevantes no desenvolvimento das ciências mostrando seu caráter hipotético e indutivo, suas crises e suas limitações; apresentar a natureza coletiva da construção do conhecimento científico contrariando a ideia de que a ciência é feita exclusivamente por gênios; mostrar os grandes problemas que podem afetar o futuro da humanidade e do planeta (crescimento populacional, poluição, violência, fome, entre outros); fazer evidentes a responsabilidade social de cientistas e empresas e; apresentar as importantes contribuições da ciência para o desenvolvimento da humanidade, assim como para modificar a concepção que temos do mundo.

4 Currículo: interdisciplinaridade e contextualização

Contudo, os problemas educacionais vão muito além da estrutura das aulas ou das metodologias de ensino empregadas pelos professores (ROSO et al., 2015), as dificuldades no ensino e aprendizagem de ciências têm sua origem na estrutura curricular e nos fundamentos teóricos de sua construção. Dessa maneira, o currículo deve ser repensado e reestabelecido, modificando seus objetivos e sua composição. Para Araújo e Silva (2012, p. 109) os objetivos curriculares da Educação Científica devem se referir:

- (i) ao questionamento das formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza; (ii) à contextualização, pela escola, dos conhecimentos em relação às necessidades sociais; (iii) integração entre conhecimento teórico e conhecimento prático; (iv) ao combate à segmentação do conhecimento; (v) à promoção da autenticidade da democracia do conhecimento científico e tecnológico.

Nessa perspectiva, o currículo de ciências deve privilegiar três aspectos principais; a contextualização dos conteúdos; o estudo das interações entre ciência, ambiente, tecnologia e sociedade (sobre o qual fizemos algumas considerações anteriormente) e; a abordagem interdisciplinar dos temas a serem estudados.

A contextualização como primeira medida, fundamenta-se na necessidade de os jovens associarem os conhecimentos de sala de aula com a realidade extraclasse, pois entendemos que eles já fazem parte da cidadania (não são os cidadãos do futuro, como geralmente são chamados) e o conhecimento científico que adquirem na escola amplia suas possibilidades de participação social (FABRI; SILVEIRA, 2013).

No entanto, contextualizar não é tarefa fácil, pois não se trata de ilustrar os conteúdos tradicionais em alguma parte do processo a partir de sua exemplificação, tampouco se limita a explicar o funcionamento científico ou tecnológico de algum artefato do dia a dia; o princípio da contextualização implica a reflexão crítica sobre situações e problemas reais do entorno dos estudantes (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015). Para Moraes (1990 apud FABRI; SILVEIRA, 2013) a Educação deve preparar o aluno para que seja capaz de compreender as consequências globais de seus atos individuais. Dessa forma, os estudantes poderão assumir a solidariedade e a responsabilidade como princípios para sua atuação e participação no mundo.

Para que isto ocorra, é importante ter em conta uma importante condição do desenvolvimento acadêmico estudantil, a motivação, condição que na estrutura curricular tradicional, é tratada segundo Freire e Shor (1986) como se fosse externa ao ato de aprender, centra-se em castigos, recompensas e promessas para o futuro, porém, na nova estrutura curricular deve concentrar-se no problema, no tema, no conteúdo a ser aprendido, no próprio ato de estudar.



Um currículo significativo é aquele que se conecta com os interesses dos alunos e com suas formas de vida, que se adapta a seus ritmos de aprendizagem, que estabelece de forma permanente a relação entre o aprendido e as experiências que os alunos vivenciam fora da escola, que permite a participação dos estudantes e o trabalho em equipe, que incorpora de forma habitual a utilização das tecnologias da informação, que inclui de forma relevante e equilibrada o desenvolvimento da educação artística e esportiva, e que procura que todos os alunos se encontrem bem na escola tendo a possibilidade de aprender. (MARCHESI, 2009, p.117, tradução nossa).

Assim sendo, é necessário que os currículos de ciências deixem de ser reduzidos à mera abordagem conteudista, pois além do conteúdo conceitual, devem-se promover a construção de valores e atitudes, e a percepção crítica da realidade (RIBEIRO; GENOVESE, 2015). Para tanto, entendemos que a Educação Científica deve ser concebida de forma interdisciplinar, pois a interpretação de informações a respeito de ciência e a análise crítica de situações reais do entorno requer uma compreensão dos diversos campos do conhecimento integrados entre si, um conjunto de questões tecnológicas, científicas, sociais e ambientais.

A respeito do conceito de interdisciplinaridade, está claro que este tem sido alvo de diferentes interpretações e variações na literatura acadêmica, pois sua própria constituição faz com que o conceito permaneça evoluindo constantemente; “a história da interdisciplinaridade se confunde [...] com a dinâmica viva do conhecimento” (LEIS, 2005, p.5).

Desse modo, não existe uma única definição possível de interdisciplinaridade senão multiplicidade de definições que possuem principalmente um aspecto em comum, a abordagem não fragmentada dos conhecimentos, ou seja, um ensino que pretende formar alunos com uma visão global de mundo (AUGUSTO et al., 2004).

Assim, podemos entender que a interdisciplinaridade está além de uma simples integração de conteúdos, trata-se de construir um processo comunicativo entre disciplinas, de tal forma que seja possível compreender os fenômenos estudados desde uma perspectiva holística.

Nos últimos anos tem sido evidente que a legislação educacional procurou avançar nesse sentido, porém na prática de sala de aula o ensino de ciências continua principalmente de forma disciplinar (MUNDIM; SANTOS, 2012). Essa situação pode ser atribuída às diversas dificuldades que traz consigo uma mudança estrutural deste tipo, a qual pretende modificar diferentes aspectos e situações que fazem parte do âmbito escolar desde vários anos atrás; organização das aulas e horários, estrutura de temas, hábitos de trabalho dos professores, hábitos dos alunos, dissociação entre o campo humanístico e o científico, entre outros.

Acreditamos que a orientação dos currículos na perspectiva do enfoque CTS, na mesma medida em que exige a abordagem interdisciplinar, facilita sua implementação, pois pelo fato de os processos estarem estruturados ao redor de temas sociais, a emergência dos conceitos das diferentes áreas se apresenta de forma quase espontânea.

5 Enfoque CTS: pressupostos e questões metodológicas

O enfoque CTS aborda questões tanto científicas, como ambientais, sociais e tecnológicas, onde conteúdos, conceitos e ideias de diferentes áreas do conhecimento se relacionam entre si, não só para melhorar os processos de aprendizagem, senão também para procurar alternativas de solução a problemáticas locais e globais onde a ciência e a tecnologia têm grande influência. Os diferentes estudos CTS, na perspectiva de García Palacios et al. (2001) possuem quatro premissas em comum:

- O desenvolvimento tecnocientífico é um processo social constituído por fatores culturais, políticos e económicos, além de epistémicos.
- A mudança tecnocientífica é um fator determinante que contribui para moldar nossos modos de vida e de organização institucional. Constitui um assunto público de primeira ordem.
- Compartilhamos um compromisso democrático básico
- Portanto, deveríamos promover a avaliação e controle social do desenvolvimento tecnocientífico, o que significa construir as bases educacionais para uma participação social firme, assim como criar os mecanismos institucionais para fazer possível tal participação. (p. 127, tradução nossa).

Assim, a perspectiva CTS procura discutir e refletir acerca das limitações e vantagens da ciência e da tecnologia, não para desqualificar o conhecimento tecnocientífico, mas para desmitificar concepções errôneas sobre esses campos do saber (BARBOSA; BAZZO, 2013). Ademais o enfoque CTS pretende que a alfabetização científica contribua para motivar os estudantes na busca e análise de informação que lhes permita se posicionar e tomar decisões baseadas em valores e conhecimentos (BARBOSA; BAZZO, 2013).

Mostrar que a ciência e a tecnologia são construções humanas e, nesse sentido, também demonstram os desejos, interesses e valores dos humanos. Oferecer-lhes as ferramentas conceituais que lhes permitam compreender o mundo em que vivem, comprometendo-os com a ideia de que as decisões sobre o rumo do conhecimento científico ou a transformação tecnológica não podem ser delegadas aos especialistas porque suas consequências afetam a todos. (GORDILLO, 2005, p. 126, tradução nossa).

O enfoque CTS se preocupa com a formação crítica do ser humano, sendo que atua na modificação dos apegos capitalistas e individuais tradicionalmente adquiridos e auxilia na produção autônoma do pensamento sempre visando conciliar temas tecnocientíficos com a vida em comunidade (MENSES; SANTOS, 2013).



Assim, a estruturação dos currículos na perspectiva CTS, segundo Galvão et al., (2011) deve-se fundamentar principalmente em quatro objetivos: aumentar a alfabetização científica dos cidadãos; provocar o interesse dos estudantes pela ciência e pela tecnologia; estimular o interesse pelas interações CTS e; desenvolver o pensamento crítico, o raciocínio lógico, a resolução de problemas e a tomada de decisões.

Com relação às questões metodológicas da abordagem, conforme o relatado por Firme e Amaral (2011), Santana et al. (2015) e Silva e Krasilchik (2013), sugerem-se diversidade de atividades e estratégias para trabalhar assuntos CTS; palestras com especialistas, visitas ou saídas de campo, resolução de problemas, sessões de questionamentos, debates, experimentos, exposições dialogadas, júris simulados, jogos didáticos, atividades em grupo, projeções de vídeos, leituras dialogadas, estudos de caso, simulações (role play), seminários, entre outros.

Entendemos assim e baseados nos pressupostos estudados até aqui, que o enfoque CTS, ao contrário do que algumas visões reducionistas apontam, não se constitui como um método ou metodologia de ensino, mas sim como fundamento da prática pedagógica por meio do qual é possível explorar uma ampla quantidade de estratégias metodológicas dependendo das necessidades do contexto escolar.

Um dos tipos de estratégias mais interessantes e referidos na literatura que se tem posicionado como um emergente espaço de pesquisa no ensino de ciências é a abordagem de controvérsias sociocientíficas⁷, pois permite contemplar a sala de aula como um espaço seguro e consciente de um contexto geopolítico mais amplo (SADLER; MURAKAMI, 2014), dado que ao tratar temas controversos em sala de aula, as discussões não devem se afastar das relações de poder, nem de aspectos como a desigualdade, a guerra, a degradação e a pobreza. No entendimento de Cosenza e Martins (2013, p. 81):

Tratar controvérsias ambientais em contextos escolares atravessados por acirrados problemas e injustiças ambientais implica, assim, em um sentido mais crítico, compreender e desvelar assimetrias de poder e esquemas de opressão social que perpetuam desigualdades socioambientais locais.

Isso nos remete à necessidade de refletirmos e estudar acerca da realidade sociohistórica e cultural da América Latina, onde a quantidade de problemas e injustiças

⁷ Com diferentes denominações tais como: temas controversos, temas socioambientais, assuntos polêmicos, questões sócio-científicas, temática científico-ambiental, problemas controvertidos ou temas contemporâneos (RIBEIRO; KAWAMURA, 2014), esse tipo de abordagem é considerada como uma forma efetiva de colocar em prática os pressupostos do enfoque CTS promovendo tanto a aprendizagem de conteúdos científicos como o desenvolvimento da argumentação, do pensamento crítico, da tomada de decisão, e consequentemente da participação cidadã em ciência e tecnologia (MENDES, SANTOS, 2013; COCENZA, MARTINS, 2013; MARTÍNEZ PÉREZ, 2012; MARTÍNEZ PÉREZ, 2014).



socioambientais é cada vez maior, ocasionando que a Educação Científica incremente sua obrigação de promover valores cidadãos na defesa do ambiente, da cultura e da equidade.

6 Pensamento latino-americano CTS

Nessa perspectiva, autores como Auler (2007), Linsingen (2007) e Santos (2008) inteligentemente têm realizado aportes para a construção de um interessante corpus teórico acerca dos processos de ensino aprendizagem das ciências na América Latina ao encontrar estreitas relações entre os pressupostos do movimento CTS e o pensamento Freireano. As principais relações estabelecidas por esses autores fazem referência à interdisciplinaridade, à democratização do conhecimento, à promoção de uma visão crítica do mundo, à participação social, à problematização e à abordagem temática. Neste apartado descrevemos as aproximações entre o enfoque CTS e o Pensamento de Paulo Freire refletindo principalmente sobre aspectos decorrentes da realidade Latino-americana.

Historicamente, a América Latina tem sido uma região de lutas e conflitos, um espaço territorial e cultural que tem sofrido as consequências de nefastos processos colonizadores causantes do aniquilamento de muitos costumes e crenças dos nativos, e do aumento da desigualdade social. As consequências desses acontecimentos ainda influem notavelmente no desenvolvimento sociocultural da região sendo perceptíveis de forma clara nos processos educacionais, pois nos foi imposto um modelo educativo colonizador criado entre o século XVIII e o XIX a partir de uma visão positivista e industrializada inspirada na divisão de classes, na obediência e no regime autoritário; um modelo instituído para a indústria e o exército que foi transplantado para a escola priorizando o cumprimento de regras e o controle social para a formação de cidadãos obedientes, consumistas e eficazes (LA EDUCACIÓN PROHIBIDA, 2012). Em consequência, hoje a Educação continua se preocupando muito com os interesses econômicos do mercado e pouco com o bem-estar social, cultural e ambiental.

Os estudos CTS propõem a democratização dos processos decisórios através do acesso ao conhecimento, na América Latina, isto é uma necessidade, pois a abundância de recursos naturais da região, são um alvo fácil para a exploração indiscriminada e a construção de grandes empreendimentos que podem ocasionar, além de graves problemas ambientais, mudanças significativas no modo de vida da população. A região, que na maioria dos países que a compõem, possui fracas políticas de proteção ambiental, vem sendo ocupada cada vez mais por grandes empresas multinacionais que se justificam na geração de emprego e na melhoria das condições de vida das comunidades para obter grandes benefícios econômicos e



satisfazer interesses individuais por cima dos interesses coletivos. Por essa razão, o povo latino-americano precisa entender, mais do que nunca, quais produtos tecnocientíficos podem gerar melhores benefícios com um menor impacto, para dessa forma, se posicionar frente ao desenvolvimento tecnocientífico e não deixar as decisões importantes exclusivamente em mãos dos “expertos”.

Com isso em mente, cabe destacar que o movimento CTS em suas origens na América Latina (LINSINGEN, 2007), baseou-se principalmente na reflexão sobre a ciência e a tecnologia a partir do campo das políticas públicas, o que constituiu uma comunidade de cientistas e engenheiros, que embora não estivesse explicitamente identificada como CTS, foi denominada posteriormente como “Pensamento Latino-americano de Ciência Tecnologia e Sociedade – PRACTS”. As principais produções dessa comunidade, segundo o relata Linsingen (2007), focaram-se na busca de estratégias para o desenvolvimento local do conhecimento científico e tecnológico, com o objetivo de satisfazer as necessidades da região.

A partir dessa visão, surge o que pode ser entendido como um paradoxo; “enquanto os países menos desenvolvidos tentam produzir conhecimento científico local, estão sujeitos a uma relação de dependência do conhecimento – particularmente tecnológico – produzido nos países industrializados” (KREIMER, 2007, p. 1, tradução nossa).

Desse fato, desprende-se uma pergunta reflexiva para repensar a visão que se tem sobre a ciência e a tecnologia na América Latina: Qual é o tipo de desenvolvimento que queremos alcançar?

A esse respeito, é necessário realizar uma crítica ao modelo linear de desenvolvimento, entender que crescimento não é um sinônimo de progresso e que a ciência e a tecnologia precisam se tornar um objeto de estudo público na busca de estratégias de desenvolvimento social e econômico.

Linsingen (2007) sugere que a nível ideológico, a Ciência deve ser assumida como cultura, em um processo de ruptura com a visão tradicional, de modo a atingir a autonomia suficiente para definir de que forma a sociedade deseja funcionar, e nesse sentido, os processos educativos desempenham um papel preponderante.

Nos últimos anos se têm produzido trabalhos que articulam os pressupostos do movimento CTS com a Pedagogia de Paulo Freire, fortalecendo o movimento a nível educacional e contextualizando os estudos sobre Ciência e Tecnologia na região.

Se Freire contribuiu com objetivos educacionais, sua postulação de uma leitura crítica da realidade pode ser potencializada com uma compreensão crítica das interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, algo fundamental na dinâmica social contemporânea e não aprofundado por Freire (ROSO et al., 2015 p. 377).

Essa articulação configura-se, segundo a proposta de Auler (2007), em cinco aspectos principais: o primeiro, é a abordagem temática, pois considera-se que mediante o uso de temas de relevância social, podem-se articular o ensino de conhecimentos científicos com a problematização, despertando maior interesse dos estudantes por aprender sobre Ciência e tecnologia de forma contextualizada; o segundo aspecto é a promoção da interdisciplinaridade, que contempla a complexidade dos fenômenos naturais e sociais, entendendo que seu estudo não pode ser realizado, como é habitual, de forma fragmentada; em terceiro lugar, encontra-se a alfabetização como estratégia para a leitura crítica da sociedade, tanto Paulo Freire como os pressupostos do movimento CTS, defendem a ideia de que alfabetizar está além de ler e escrever palavras ou reconhecer símbolos, se trata de colocar os conhecimentos em prática para entender o mundo e a sociedade; o quarto aspecto, refere-se à participação de aqueles que estão imersos na cultura do silêncio, consiste em dar voz ao povo e permitir que os cidadãos possam participar do desenvolvimento da sociedade como sujeitos históricos em lugar de ser tratados como simples objetos e; em quinto lugar, aparece a problematização, categoria freireana que associada aos estudos sobre Ciência e Tecnologia é fundamental para a construção de uma visão crítica do mundo e para potencializar ações que procurem sua transformação.

Dessa forma, na perspectiva de Roso et al., (2015, p.377):

A articulação Freire-CTS coloca como desafio, no campo da educação científica, a necessidade de superação da concepção linear, a qual postula que primeiro o estudante (sociedade) precisa adquirir uma cultura científica para depois participar de processos decisórios. Entendemos, apoiados em Freire-CTS, que a constituição de uma cultura científica não é independente da participação social, mas que essas são dimensões articuladas, sendo processos que se realimentam mutuamente.

Em suma, a perspectiva 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 (em conjunto com os fatores éticos imersos no avanço tecnocientífico), deve acrescentar a esses estudos, a consideração do contexto territorial e cultural da região, entendendo que é preciso estruturar num novo modelo de desenvolvimento, que promova o respeito pelos recursos naturais e humanos, que procure diminuir a desigualdade e permita a recuperação/criação da própria cultura do povo latino-americano.



7 Considerações finais

A realização do presente estudo consolidou a construção de um marco teórico acerca das interações CTS e as novas perspectivas para a transformação da Educação Científica. As reflexões teóricas decorrentes desse processo, trazem subsídios para uma melhor compreensão do pensamento exposto durante os últimos anos em produções científicas sobre o enfoque CTS.

A discussão sobre as implicações socioambientais do desenvolvimento científico e tecnológico apresentadas, destacam a importância de fornecer à cidadania as habilidades necessárias para que possa se posicionar a respeito de situações e empreendimentos que envolvem conhecimento científico, entendendo suas intenções e consequências.

Nesse sentido, entendemos que os benefícios do enfoque CTS podem ser significativos para contribuir, além da renovação da ciência escolar, na superação da atual situação de emergência planetária e de injustiça socioambiental, principalmente na América Latina, onde existem inumeráveis injustiças e disputas ocasionadas pela lógica do desenvolvimento linear.

ABORDAJE CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD (CTS): PERSPECTIVAS TEÓRICAS SOBRE EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA.

Resumen: Este artículo presenta reflexiones teóricas derivadas de un proceso de investigación más amplio en el que fueron elaborados dos estudios de producción científica acerca del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS. Con el objetivo de comprender mejor las ideas expuestas por las producciones analizadas en esos estudios, se reunieron y organizaron aportes teóricos de las publicaciones por medio del software Atlas.ti (Qualitative data analysis) para la elaboración de este documento. Como resultado de ese proceso se obtuvo la construcción de un marco teórico acerca de los principios y presupuestos del abordaje CTS, de las nuevas perspectivas para la educación científica y de las expectativas para este enfoque en América Latina. Se destaca la importancia de promover un nuevo modelo de educación científica, que sea más dinámico, que fomente el desarrollo de habilidades para la participación ciudadana responsable, principalmente en esta región del planeta, que ha sufrido las graves consecuencias del desarrollo tecnocientífico descontrolado.

Palabras clave: Enfoque CTS. Educación científica. Desarrollo. América Latina.

Referências

ARAÚJO, A.; SILVA, M. Ciência, Tecnologia e Sociedade; Trabalho e Educação: possibilidades de integração no currículo da Educação Profissional Tecnológica. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 1, p. 99-112, 2012.

- AUGUSTO, T.; CALDEIRA, A.; CALUZI, J.; NARDI, R. Interdisciplinaridade: Concepções de Professores da Área de Ciências da Natureza em Formação em Serviço. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 10, n.2, p. 277-289, 2004.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas – SP, v. 1, n. Especial, p. 01-20, 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 105-116, 2001.
- BARBOSA, L.; BAZZO, W. O uso de documentários para o debate Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em sala de aula. **Revista Ensaio**, v.15, n. 03, p. 149-161, 2013.
- BENCZE, J.; CARTER, L.; KRSTOVIC, M. Science & Technology Education for Personal, Social & Environmental Wellbeing: Challenging Capitalists' Consumerist Strategies. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, 2014.
- BUFFOLO, A.; RODRIGUES, M. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n.1, p. 1-14, 2015.
- COSENZA, A.; MARTINS, I. Controvérsias Socioambientais no Contexto da construção de sentidos sobre relações entre energia e ambiente na escola. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 73-94, 2013.
- CUNHA SANTOS, L.; SILVA, R.; PEDROSA, M. Formação em Educação para o Desenvolvimento Sustentável: um estudo com professores de Ciências da Natureza. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, 2015.
- DAL SOGLIO, F. A crise ambiental planetária, a agricultura e o desenvolvimento. In: DAL SOGLIO, F.; KUBO, R. (Org.). **Agricultura e sustentabilidade**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 13-32.
- ECHEVERRÍA, J. Apropiación social de las tecnologías de la información y la comunicación. **Revista CTS**, v.4, n. 10, p. 171-182, 2008.
- FABRI, F.; SILVEIRA, R. O ensino de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental sob a ótica CTS: uma proposta de trabalho diante dos artefatos tecnológicos que norteiam o cotidiano dos alunos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n.1, p. 77-105, 2013.
- FIRME, R.; AMARAL, E. Analisando a implementação de uma abordagem CTS na sala de aula de química. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 383-399, 2011.
- FREIRE, P.; SHOR, I. **Medo e ousadia: o cotidiano do professor**. Paz e Terra, Rio de Janeiro: 1986.
- GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A discussão de controvérsias sociocientíficas na formação de professores. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- GARCÍA PALACIOS, E.; GONZÁLEZ, J.; LÓPEZ, J.; LUJÁN, J.; GORDILLO, M.; OSORIO, C.; PEREIRA, L.; VALDÉS, L. Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual. **Cuadernos de Iberoamérica**, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2001.
- GORDILLO, M. Cultura científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 123-135, 2005.
- GURIDI, V. M.; CAZETTA, V. Alfabetização científica e cartográfica no ensino de ciências e geografia: polissemia do termo, processos de enculturação e suas implicações para o ensino. **Revista de Estudos Culturais**, v. 1, p. 1-16, 2014.
- JARA, S.; TORRES, J. Percepción social de la ciencia: ¿utopía o distopía? **Revista CTS**, v. 6, n. 17, p. 57-76, 2011.

- KREIMER, P. Social Studies of Science and Technology in Latin America: A Field in the Process of Consolidation. **Science Technology & Society**, Sage Publications, v. 1, n. 12, 2007.
- LA EDUCACIÓN PROHIBIDA. Dirección: Juan Vautista. Eulam Producciones, 2012.
- LEIS, H. Sobre o conceito de interdisciplinaridade, **Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas**, n. 73, Fpolis, 2005.
- LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v.1, Campinas – SP, 2007.
- LIMA JUNIOR, P.; DECONTO, D.; NETO, C.; CAVALCANTI, C.; OSTERMANN, F. Marx como referencial para análise de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 1, p. 175-194, 2014.
- LÓPEZ DE MESA, C. Políticas públicas y TIC en la educación. **Revista CTS**, v. 6, n. 18, p. 221-239, 2011.
- MARCHESI, A. Las Metas Educativas 2021. Un proyecto iberoamericano para transformar la educación en la década de los bicentenarios. **Revista CTS**, v. 4, n. 12, 2009.
- MARTÍN-DÍAZ, M.; GUTIÉRREZ, M.S; GÓMEZ CRESPO, M.A. ¿Por qué existe una falla entre la innovación e investigación educativas y la práctica docente? **Revista CTS**, v. 8, n. 22, p. 11-31, 2013.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, F. El Movimiento de Estudios Ciencia- Tecnología- Sociedad: su origen y tradiciones fundamentales. **Humanidades Médicas**, v. 4, n. 1, p. 0-0, 2004.
- MARTÍNEZ PÉREZ, L.F. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores de ciencias: aportes y desafíos. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, v. -, p. 77-94, 2014.
- MARTÍNEZ PÉREZ, L.F. **Questões sociocientíficas na prática docente Ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.
- MELO, M. **Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- MENDES, M.; SANTOS, W.L.P. Argumentação em discussões sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n.3, p. 621-643, 2013.
- MUNDIM, J.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no Ensino Fundamental por meio de Temas Sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.
- PEDRETTI, E. G.; BENCZE, L.; HEWITT, J.; ROMKEY, L.; JIVRAJ, A. Promoting Issues-based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. **Science and Education**, vol. 17, n. 8/9, p. 941-960, 2006.
- PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 173-194, 2005.
- RIBEIRO, R.; KAWAMURA, M. Educação Ambiental e Temas Controversos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, 2014.
- RIBEIRO, T.; GENOVESE, L. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 1, p. 1-29, 2015.
- RIVAROSA, A.S.; ASTUDILLO, C.S. Las prácticas científicas y la cultura: una reflexión necesaria para un educador de ciencias. **Revista CTS**, v. 8, n. 23, p. 45-66, 2013.

ROSO, C.; SANTOS, R.; ROSA, S. AULER, D. Currículo temático fundamentado em freire-cts: engajamento de professores de física em formação inicial. **Revista Ensaio**, v.17, n. 2, p. 372-389, 2015.

RUTHERFORD, J. Ventanas al mundo de la ciencia: preparación y oportunidad. **Revista CTS**, v. 1, n. 1, p. 197-208, 2003.

SÁ, S.; ANDRADE, A. Aprender a respeitar o Outro e o Planeta”: potencialidades da educação para o desenvolvimento sustentável nos primeiros anos de escolaridade. **Revista CTS**, v. 4, n. 11, p. 115-138, 2008.

SADLER, T.; MURAKAMI, C. Socio-scientific Issues based Teaching and Learning: Hydrofracturing as an Illustrative context of a Framework for Implementation and Research. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, 2014.

SÁNCHEZ BURSÓN, J.M. La infancia en la Sociedad del Conocimiento. **Revista CTS**, v. 4, n. 11, p. 23-43, 2008.

SANTANA, T.; BASTOS, A. TEIXEIRA, P. Nossa alimentação: análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do Movimento CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, 2015.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino CTS. **Alexandria**, v.1 n1, p.109-131, mar, 2008.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007.

SARTORI, S.; SILVA, F.L.; CAMPOS, L. M. S. Sustainability and Sustainable Development: a taxonomy in the field of literature. **Ambiente & Sociedade (Online)**, v. 17, p. 1-20, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 59-77, 2011.

SILVA, P.; KRASILCHIK, M. Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos – dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 2, p. 379-392, 2013.

TEIXEIRA SANTOS, M.; FILHO, E.; RIBEIRO, E.; FREITAS, N. Cenas e cenários das questões socioambientais: mediações pela fotografia. **Revista Ensaio**, v. 16, n. 01, p. 49-65, 2014.

VIEIRA, R.; MARTINS, I. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, v. 2, n. 6, p. 101-121, 2005.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; TOSCANO, J.; MACÍAS, O. Obstáculos que pueden estar impidiendo la implicación de la ciudadanía y, en particular, de los educadores, en la construcción de un futuro sostenible. Formas de superarlos. **Revista CTS**, v. 4, n. 11, p. 139-162, 2008.