

Em busca de uma teleologia para a educação científica CTS: da consolidação do campo às unidades de ensino

RESUMO

No presente ensaio pretendemos apresentar a consolidação dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS) como campo de estudos, articulando tal compreensão às origens da interface entre educação e CTS para, finalmente, relacionar elementos concernentes aos objetivos, conteúdos, estrutura e organização curricular de unidades de ensino CTS. Para alcançar tal objetivo foi realizado um estudo de natureza bibliográfica, no qual nos ancoramos, principalmente, em uma reconstrução histórico-analítica elaborada a partir de Aikenhead (2005, 2003, 1994), Auler (2011), Millar (1996), Santos (2007), Strieder e Kawamura (2017, 2010, 2009) e Waks (1989a, 1989b). Foi possível arrolar os desdobramentos históricos em proveito da compreensão acerca da orientação político-pedagógica decorrente dos ECTS, delimitando, a partir da pesquisa empírica e sem a pretensão de normatizar, as sistematizações oferecidas pela literatura norte-americana para unidades CTS que subsidiaram a entrada desta discussão em âmbito nacional.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Científica CTS. Unidades de Ensino CTS. Ensino de Ciências.

Loryne Viana de Oliveira

loryne@vmail.com

orcid.org/000-0001-9528-7662

Instituto Federal de Brasília (IFB), Brasília,
Distrito Federal, Brasil.

INTRODUÇÃO

A civilização ocidental desenvolveu, desde a Revolução Industrial, uma cultura tecnocientífica que determinou o modo de vida contemporâneo em suas ideologias, na organização do conhecimento, nos estilos de vida individual e coletivo e até mesmo em valores morais e sentimentos de uma forma que dificilmente se apreende sem um olhar histórico consciente. O otimismo ingênuo para com os avanços tecnocientíficos, tributário das visões modernas acerca da ciência, a exemplo da de Francis Bacon, começa a esmorecer frente às contradições expostas nas décadas de 1960 e 1970, sobretudo quanto às dimensões ética e ambiental de tecnologias.

O compromisso democrático básico que fundamenta as democracias modernas se assenta na possibilidade de participar da tomada de decisões informadas em assuntos públicos, seja por meio de representantes eleitos ou não. Neste processo, considerando a sociedade profundamente moldada por desenvolvimentos científico-tecnológicos dos últimos séculos, em que o número de usuários de Ciência e Tecnologia (CT) e o número de pessoas que entendem seu funcionamento cresce de forma inversamente proporcional, faz-se imprescindível que cidadãos e cidadãos de todos segmentos sociais tenham acesso no âmbito formativo à educação científica que, além de os capacitar em conteúdo científico, os habilite ao processo político inextirpável ao uso social de tais conhecimentos.

O movimento CTS representa, neste contexto, uma inovação educacional em sintonia com “as mais relevantes e atuais recomendações internacionais para proporcionar no ensino de ciências a alfabetização científica e tecnológica mais completa e útil possível para todas as pessoas” (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003, p. 101, tradução nossa).

Tal educação científica deve ser pautada pela imagem de CT considerando contexto social a ela inerente. É o que descreve Waks (1989b, p. 428), se referindo a países centrais:

Muitos cidadãos comuns, carentes de educação científica, intuitivamente perceberam que lhes faltava conhecimentos para compreender questões de interesse público, e que a vida pública crescentemente se tornava controlada por elites cujo poder dependia de um monopólio sobre o entendimento científico (WAKS, 1989b, p. 428).

A dimensão educativa relacionada ao movimento CTS¹ teve desdobramentos paralelos aos desdobramentos políticos e sua estrutura conceitual é oriunda da integração entre o campo externo e interno à comunidade científica (AIKENHEAD, 2005). Parte-se da supracitada necessidade de dotar o cidadão de conhecimentos que viabilizassem sua compreensão crítica sobre assuntos públicos em uma sociedade industrial cada vez mais atravessada por questões tecnocientíficas, através da Educação Científica (EC).

Ou seja, a educação CTS deve motivar estudantes a buscarem informações relevantes sobre CT na perspectiva de as avaliarem de forma crítica, observando seus valores implícitos e compreendendo o aspecto axiológico de todo esse processo. No presente artigo pretendemos apresentar a consolidação de CTS como campo de estudos, as origens da interface entre educação e CTS, o conceito de alfabetização e letramento científico-tecnológico e articular elementos relativos

aos objetivos, conteúdos, estrutura e organização curricular de unidades de ensino CTS.

EDUCAÇÃO CTS E A EDUCAÇÃO SUPERIOR: A CONSOLIDAÇÃO DO CAMPO DE ESTUDOS CTS

A educação CTS no Ensino Superior confunde-se com a consolidação da área como campo de pesquisa. É descrita por Cutcliffe (1989) como tendo 3 gerações: a primeira delas, com cursos direcionados a estudantes de engenharias e ciências, abordava os impactos sociais de seus trabalhos e seguia o espectro acentuadamente crítico, antissistema e contracultura da literatura CTS das décadas de 1960 e 1970 (CARSON, 2010 [1962]; MUMFORD, 1967; ROSZAK, 1969; SNOW, 1959 [1995]).

A segunda geração de cursos CTS, por sua vez, já contemplava o interesse que estudantes de artes liberais começavam a demonstrar por estas questões, de forma que esta geração adota a perspectiva da CT como “estruturadas e influenciadas por valores sociais, que são afetados pelos impactos sobre eles decorrentes de conhecimento científico e inovações tecnológicas” (CUTCLIFFE, 1989, p. 421, tradução nossa).

A terceira geração de cursos CTS avançou em direção à construção da noção de letramento tecnológico, que será mais detalhada adiante. Todas essas gerações tiveram por destaque a interdisciplinaridade entre ciência, engenharia, humanidades e ciências sociais, o que é vital para o campo CTS, tendo em vista a complexidade da interação entre essas três esferas a que se referem o acrônimo.

A inserção dos debates CTS em rotinas acadêmicas implicou na perda de seu caráter utópico, crítico e experimental (WINNER, 1976). Atualmente, ao contrário da perspectiva antissistema, ultracrítica propalada pelos programas curriculares e cursos CTS pioneiros, uma leitura mais equilibrada parece ter tomado lugar, encarando alguns impactos negativos e talvez imprevisíveis do desenvolvimento científico-tecnológico, mas consciente dos inegáveis benefícios deles resultantes. Cutcliffe (1989) a esse respeito indica que é o momento de desenvolver mecanismos mais apropriados para tornar o campo CTS um caminho para tomada de decisões em um modelo democrático, com envolvimento dos cidadãos, numa era em que é crescente a importância da deliberação social e do controle político da CT.

López Cerezo e Verdadero (2003) apontam que a oferta de programas CTS no Ensino Superior destina-se a conferir uma formação humanística básica quando o público-alvo é oriundo das ciências da natureza e das engenharias, com o objetivo de desenvolver uma “sensibilidade crítica acerca dos impactos sociais e ambientais derivados das novas tecnologias ou uma imagem mais realista da natureza social da ciência e da tecnologia” (LÓPEZ CERESO; VERDADERO, 2003, p. 146). Considerando o público-alvo oriundo das humanidades e ciências sociais, o objetivo é desenvolver uma opinião crítica e informada acerca de políticas tecnológicas que os afetarão enquanto cidadãos.

A profissionalização acadêmica de um campo de estudos é fundamental para sua consolidação. Mitcham (1989) assinala serem os *Science, Technology and Public Policy* (STPP) nos anos 1950 os primeiros programas formalmente instituídos

nos Estados Unidos para tratar dos estudos sobre CT. Corroborando Cutcliffe (1989), os STPP relacionavam-se estreitamente com faculdades de engenharia, tendo por foco estudar as “mobilizações e gestão em grande escala de CT” (MITCHAM, 1989, p. 16). Os STPP antecederam os programas *Science Technology and Society* (STS), surgidos nas décadas de 1960 e 1970 cujo foco era mais crítico e sensível à influências sociais externas, na tentativa de compreender CT no contexto sociocultural.

Nos Estados Unidos os programas CTS de *Harvard* (1964), *Cornell* (1969) e *Penn State University* (1968-1969) foram pioneiros. Quanto às organizações, tem destaque a *History of Science Society* (1924), a *Society for Philosophy and Technology* (1976) e a *Society for the History of Technology* (1958) que, embora apresentassem uma visão mais estreita sobre aspectos CTS, deram ao campo maior visibilidade enquanto interesse de pesquisa, impulsionando publicações na área, essenciais para seu amadurecimento.

Na Espanha, em 1988 é criado o *Instituto de Investigaciones sobre Ciencia y Tecnología* (INVESCIT), sediado na Universidade Politécnica de València, reunindo pesquisadores de outros centros acadêmicos espanhóis ao redor da temática CTS (PEÑA, 1989), o que indica um importante passo no desenvolvimento das discussões. Atualmente o INVESCIT concentra avanços relevantes no contexto de estudos ibero-americanos sobre CTS. Durante os anos 1980 programas CTS começam a surgir em áreas periféricas, como é o caso da América Latina (LÓPEZ CEREZO; VERDADEIRO, 2003). A este respeito, na Argentina, expressiva em produção científica na região à época, nasce o Pensamento Latino Americano CTS (PLACTS), cujos desdobramentos não cabem aqui explicitar.

Outra experiência que vale menção é o caso cubano. Após o fim da Guerra Fria, a ilha promoveu uma reforma educacional intitulada **Problemas Sociais da Ciência e Tecnologia**, projetando uma expansão para o sistema de ensino superior que atualmente faz com que, na prática, CTS componha qualquer especialização universitária, sendo também tema obrigatório de exames para obtenção de títulos de doutoramento. López Cerezo e Verdadero (2003) explicam que a experiência exitosa de Cuba se deve a dois fatores:

Primeiramente, o sistema de ensino superior cubano rejeita abertamente a divisão clássica entre fatos científicos e valores humanos, subjacente a maioria das fragmentações disciplinares e divisões institucionais entre ciências e humanidades, enquanto preocupações sociais estão presentes em todos programas universitários. [...] em segundo lugar, há o esgotamento da ideologia marxista padrão. No sistema contemporâneo de educação cubano, CTS ocupa o lugar anteriormente pertencente a temas de filosofia ou exames, isto é, ao marxismo (LÓPEZ CEREZO; VERDADEIRO, 2003, p. 156, tradução nossa).

Com relação ao Brasil, além dos avanços nos estudos CTS em função do estabelecimento, em 1988, do Departamento de Política Científico-Tecnológica da Universidade Estadual de Campinas, há ainda outros programas de pós-graduação que poderiam situar-se como programas CTS, a exemplo do Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade, da Universidade Federal de São Carlos, criado em 2007 e o Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, bastante ativo de pesquisas e estudos sobre a temática CTS e educação, pertencente à Universidade Federal de Santa Catarina.

Em recente mapeamento de programas de pós-graduação relacionados com o campo CTS, Costa (2017), analisando centros de pesquisa da região sudeste conclui, ao comparar instituições brasileiras a norte americanas e europeias, que cursos de pós-graduação brasileiros apresentam “um elevado estágio de maturidade, baseando-se, sobretudo nos recentes avanços demonstrados por aumento de criação de programas, formação de pessoal, e uma vasta diversidade de cursos ofertados” (COSTA, 2017, p. 94).

A fim de conformar questões CTS especificamente na educação no contexto de países Ibero-Americanos, é articulada, em 1998, uma cátedra CTS na Organização dos Estados Ibero-Americanos (OEI). Hoje a organização concentra esforços no âmbito da cultura e educação, promovendo um programa de trabalho de construção de uma rede de acadêmicos e concessão de bolsas de estudo, afim de fomentar a produção de materiais didáticos e programas institucionais CTS. As atividades da OEI envolvem publicações, cursos *online*, encontros e conferências regionais e incluem programas de pesquisa em educação científica, comunicação e gestão e tornaram-se referência para a área.

CTS E A EDUCAÇÃO BÁSICA

A interface entre CTS e educação segue um paralelo entre o movimento que deflagra o surgimento dos Estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS), e sua absorção pelo sistema educacional, revelando um elo importante entre as questões decorrentes deste *métier* e uma crítica mais ampla à sociedade industrial. Waks (1989b) afirma que os, por assim dizer, **fundadores do movimento CTS** adotavam uma perspectiva de crítica à sociedade industrial tardia, enfatizando nossas possibilidades de resposta e ação individual e coletiva.

De acordo com essa visão, os objetivos éticos de nosso sistema educacional vão ao encontro das necessidades do sistema socioeconômico vigente, formando consumidores sem enfatizar necessidades dos educandos enquanto cidadãos. Neste processo, formas culturais diversas são eclipsadas e apagadas (ELLUL, 1964) sob o inquestionável pretexto da globalização.

A insustentabilidade do sistema econômico produtivo atual, em sua faceta ambiental e ético-política - que diz respeito ao comprometimento de formas de vida baseadas na dignidade humana por submissão a regimes de trabalho precarizados, que relegam trabalhadores à miséria - não tem sido combatida de forma eficaz por autoridades públicas nem por reformas propostas por organismos internacionais, cujo alcance é demasiado discreto (WAKS, 1990).

Tais condições, à despeito das quase duas décadas transcorridas desde 1990, continuam insustentáveis ante o aprofundamento das desigualdades sociais e das constantes reestruturações produtivas do capital (ANTUNES, 2009), que conduzem de forma compulsória à ampliação da exploração capital/trabalho e da informalização das relações de trabalho (MEIRELLES, 2016), reforçadas pela recente reforma trabalhista pela qual o país passou em 2017 e a crise econômica experimentada em âmbito nacional, sobretudo a partir de 2015.

É a respeito das dimensões éticas envolvidas nas sociedades tecnológicas que Jonas (2006) constrói sua defesa do “Princípio da Responsabilidade”, segundo

o qual a preservação das condições da vida humana requer uma ação orientada de forma a considerar os limites do poder/saber técnico em seu potencial destrutivo.

Líderes políticos têm preferido:

[...] render-se a pressões do setor militar e industrial e seguir permitindo práticas prejudiciais à vida humana e ao meio ambiente, tratando de ocultar o dano frente a uma população tecnologicamente ignorante, que enfrentar a situação com uma resposta direta (WAKS, 1990, p. 48).

A mudança desse quadro requer a transformação das instrumentalidades sociais para que não poupem o sistema educativo nem os meios de comunicação.

A pungência desta crítica, concentrada nos trabalhos de Jacques Ellul e Ivan Illich que se estendia inclusive ao próprio sistema educacional, se perde e entra em contradição (WAKS, 1989b) no momento em que o movimento CTS é apropriado pelo sistema educacional, como ocorreu nos EUA nas décadas de 1970 e 1980, tendo sido postas a serviço demandas voltadas para o interesse e a motivação dos estudantes secundaristas por estudar ciências.

O movimento CTS foi instrumentalizado em prol de objetivos não necessariamente comprometidos com a transformação do sistema vigente. A transposição das discussões em CTS para a educação secundária ficou restrita ao conteúdo curricular. Em outras palavras, a reforma curricular foi absorvida, mantendo incólume o próprio sistema educacional, muito aquém do preconizado inicialmente.

Estas objeções merecem ser revisitadas. Em parte, devido à multiplicidade de significados e propósitos que a educação CTS assume, tanto no panorama nacional quanto internacional, conforme informam Aikenhead (2003), Auler (2011), Strieder e Kawamura (2009, 2010, 2017). Por outro lado, é importante revisá-las para que se possa dimensionar perspectivas mais críticas em CTS em suas propostas para a educação. Basicamente são condensadas (WAKS, 1989a) em:

- a) Crítica à sociedade industrial: implica lançar um olhar crítico para CT em seu desenvolvimento, identificando sua historicidade e dimensões ética, social, econômica e política;
- b) Crítica ao sistema educacional:
 - Por reivindicar um monopólio sobre aprendizagem, tornando-se sinônimo de educação escolar, desprezando realidades que fujam ao enquadramento formal de educação;
 - Por promover uma perda de significado, traduzida no apagamento da subjetividade individual com eliminação do potencial expressivo dos estudantes em disciplinas de ciências e matemática e no condicionamento do sucesso escolar ao atendimento de objetivos comportamentais ou pontuação em testes padronizados que refletem conformidade submissa a rotinas escolares;
 - Por dar primazia a parâmetros de racionalidade matemática e “engenheiril”, que primam pela socialização de modos técnicos de pensar nos quais artes e humanidades são periféricos, dando ênfase à formação de técnicos e não de indivíduos;

- Por estimular a racionalização de processos de aprendizagem, tornando o processo de ensino-aprendizagem algo estritamente técnico, com objetivos de aprendizagem estabelecidos e precisos a serem avaliados após procedimentos predefinidos de forma a viabilizar o controle burocrático sobre a atividade pedagógica, muito embora se revele extremamente deficiente em alcançar seus próprios objetivos com altos índices de evasão e desinteresse escolar;
- Reducionista por obedecer ao paradigma disciplinar entendendo o conhecimento de forma fragmentada e fora do contexto cultural em que se dá.

Há uma relação entre o contexto da educação CTS e a percepção de que as práticas educacionais atuais são um produto da era industrial, como a educação para as massas. A crítica, portanto, é dirigida aos objetivos de uma educação de massa moldada para atender os requisitos da divisão industrial e social do trabalho, forjada pelos próprios valores materiais desta era industrial para incutir em crianças e jovens percepções e processos de pensamento, emoções e aspirações, até mesmo comportamentos adequados às demandas do sistema de produção vigente para a sociedade industrial urbana contemporânea.

As supracitadas críticas ao sistema escolar pautam politicamente uma parcela das interações entre movimento CTS e uma leitura crítica da educação escolar. Neste sentido, pode-se afirmar que a educação CTS busca a promoção de uma atitude crítica, criativa, na perspectiva de uma criação coletiva que vá além do modelo didático tradicional, no qual o professor é o depositário do conhecimento. Ou seja, a educação de tipo CTS envolve a corresponsabilização pela resolução de problemas, com base no consenso e negociação, considerando o conflito inerente a tópicos complexos a exemplo das controvérsias científicas. Waks (1993, apud LÓPEZ CERESO; VERDADERO, 2003, p. 149) resume os requisitos deste paradigma:

a) uma transferência da autoridade do professor e dos textos para os estudantes, individual e coletivamente; b) uma mudança na focalização das atividades de aprendizagem do estudante individual para um grupo de aprendizagem; c) uma mudança no papel dos professores como distribuidores de informações autorizadas, de uma autoridade posicional a uma autoridade experiencial na situação da aprendizagem. (WAKS, 1993 p. 33-37, apud LÓPEZ CERESO; VERDADERO, 2003, p. 149)

Do ponto de vista técnico, para Bybee (1987, p. 85), os objetivos da educação CTS se consubstanciam em: (a) aquisição de conhecimento - conceitos de CT e sobre a CT para a vida pessoal, cívica e cultural; (b) desenvolvimento de habilidades de aprendizagem - processos de investigação científica ou tecnológica para reunir informação, solucionar problemas e tomar decisões, e (c) desenvolvimento de valores e ideias - lidar com as interações entre ciência, tecnologia e sociedade em questões locais, políticas públicas e problemas globais.

Strieder (2012), após elaborar extensivo estado da arte sobre educação CTS esquematizou-a não como uma mera discussão de CT no contexto social, mas sim a articulação entre seus elementos, em três parâmetros: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social, na perspectiva do desenvolvimento de compromissos sociais. Tal matriz explicita a

variedade de perspectivas que podem ser assumidas atualmente sob o *slogan* “educação CTS”.

Estes, portanto, são os propósitos e desafios colocados para a educação CTS, cujo mote específico se atrela à Alfabetização Científico-Tecnológica, razão pela qual este será o assunto da próxima seção.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) é uma formulação que não se restringe às discussões em Educação Científica (EC), embora neste campo ganhe especial atenção. Isto é comprovado pelo próprio uso histórico do termo, que antecede os estudos CTS e remete ao início do século XX, no contexto norte-americano com John Dewey (1859-1952), em defesa de uma EC de viés pragmático². Com destaque nos anos de 1950, em que, considerando o contexto da Segunda Guerra Mundial e a necessidade de suprir cientistas para pesquisas militares, a ACT figurava como um *slogan* educativo a nível mundial (SANTOS, 2007).

Portanto, a ACT antecede o movimento CTS, e é importante delinear diferenças e convergências entre ambas. É o que faz Fourez (1997, p. 18):

Em certos meios se fala menos de ACT que de movimento “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). Às vezes a realidade designada é a mesma, mas a escolha das palavras aporta diferenças. CTS traz à consciência um problema que não era considerado como tal há meio século: os vínculos entre os polos em que se apoia. **Enquanto que falar de uma ACT (como da promoção de uma cultura científica e tecnológica) não questiona o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade, o movimento CTS o faz, pelo menos implicitamente** (FOUREZ, 1997, p. 18, grifo nosso).

Auler e Delizoicov (2001), no caminho de uma perspectiva mais crítica, ao discutirem a gama de significados adotados para ACT, apontam dois: um menos crítico, visando buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica tecnocrática do desenvolvimento científico-tecnológico, enquanto o outro, cujo mote é a participação social democrática, enseja incluir a sociedade nos debates de problemáticas em CT numa perspectiva educacional mais progressista.

Conceitualmente, a ACT traz à baila a compreensão pública da CT, em sua dimensão na educação formal, cujo *locus* principal são as instituições escolares, e na educação informal, representada por espaços educativos de divulgação científica que partilham da construção da ACT em instâncias extraescolares e em graus e finalidades diferentes. Neste último campo se situam as expressões da literatura da área “popularização da ciência”, “entendimento público da ciência” e “democratização da ciência” (AULER; DELIZOICOV, 2001), remetendo globalmente à necessidade de ensinar ciência para todos. Apesar de, em geral, o *slogan* “ciência para todos” haver mobilizado muitas discussões, algumas de suas premissas devem ser encaradas de forma crítica.

Millar (1996), apresenta alguns aspectos frequentemente empregados para justificar a relevância de ensinar “ciência para todos”:

- 1) **Cultural e social:** apela para a indissociabilidade entre ciência e cultura, apresentando a primeira como produto definidor de nossa cultura, que suscita uma perspectiva, segundo Millar (1996), pouco popular entre os professores de ciências, já que poucos percebem os conhecimentos científicos que ensinam como marcas culturais.
- 2) **Democrático:** impinge a relação entre conhecimento em CT e participação em debates sobre questões públicas relativas à CT, oferecendo o desafio de determinar se é viável oferecer estes conhecimentos de forma eficaz, tendo em vista a complexidade de questões científico-tecnológicas atuais e seu grau de especialização, a exemplo da clonagem, pesquisas com células tronco, matriz energética, descarte de resíduos poluentes, o risco de dietas ricas em gorduras saturadas etc.;
- 3) **Econômico:** evoca a “conexão entre tecnologia e criação de riqueza industrial, e a necessidade de um contínuo fornecimento de especialistas em ciências para manter e desenvolver a infraestrutura tecnológica” (MILLAR, 1996, p. 152). Este argumento é fraco para justificar a necessidade de ACT para todos, tendo em vista que apenas uns poucos cientistas altamente especializados de fato cumprem este papel de fomento ao crescimento econômico;
- 4) **Utilitarista:** apresenta a relevância do conhecimento em CT para lidar com aspectos de uma vida cotidiana em uma era profundamente industrializada e tecnológica. É necessária aqui uma maior atenção ao critério de aplicabilidade, considerando que o conhecimento científico deve ser reconstruído em função de orientar de uma ação prática;

Chassot (2000) ao discutir o significado de ACT define ser esta uma forma de apropriação do conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo onde vivem, do que decorreria uma tendência a transformar a realidade. DeBoer (2000) aponta as inúmeras tentativas de definir ACT, sendo que nenhuma delas é unânime, sendo esta uma noção ampla e historicamente flexível.

Optamos por empregar aqui o termo **Alfabetização Científica e Tecnológica – ACT**, como vem sendo amplamente empregado no campo da educação científica. É importante destacar que grande parte da literatura a respeito do tema, sobretudo a inglesa, utiliza o termo “letramento”, do inglês, *literacy*. Letramento é empregado na tentativa de ultrapassar “o domínio do sistema alfabético e ortográfico, nível de aprendizagem da língua escrita perseguido, tradicionalmente, pelo processo de alfabetização” (SOARES, 2004, p. 96). A despeito de nossa opção terminológica, o sentido que atribuiremos à ACT remeterá sempre ao uso social dos conhecimentos, de forma indistinta para nos remeter ao conceito global de alfabetização e letramento científico-tecnológico, em sintonia com um viés da Educação CTS mais crítico e engajado, ao qual desejamos nos filiar. Portanto, ACT envolve a compreensão ampla dos conceitos e princípios científicos, entendendo a natureza da ciência em suas correlações com a sociedade, bem como saber obter e utilizar a informação científica, estando apto a comunicar e usá-la em seu cotidiano e, finalmente, preparado para participação em processos democráticos em assuntos que envolvem CT (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003).

Shamos (1995), numa linha bastante crítica, em seu seminal “O Mito do Letramento Científico” dá continuidade a estes questionamentos e, considerando o grau de exigência frequentemente envolvido nesta concepção, conclui que grande parte do que se entende por ACT é inalcançável de forma universal. O autor elenca ainda como **autêntico letramento científico**: a consciência de esquemas conceituais básicos em ciências; a compreensão de como se desenvolveram, por que são amplamente aceitos e como a ciência consegue ordenar a fenômenos aleatórios; e considerando o papel da experiência, a identificação dos elementos da investigação científica, bem como a relevância do raciocínio analítico e dedutivo, de lógica, e a fiabilidade das evidências objetivas. Assim, o objetivo principal da EC, seja ela universitária ou escolar, é suprir de forma estável o quantitativo de cientistas e outros profissionais correlatos, incluindo educadores científicos (SHAMOS, 1995).

Um flanco substancial do debate em torno de ACT se concentra na questão de qual tipo de ACT pode contemplar estes domínios listados por Shamos (1995). Prewitt (1985), cientista social norte-americano, se ocupou desta matéria, tendo apresentado o conceito de *savvy citizen*, traduzido de forma recorrente como **cidadão prático** para se referir àquele que atua na sociedade em nível pessoal e social, compreendendo com perspicácia os princípios científicos subjacentes às estruturas que governam situações complexas, compreendendo como a ciência e a tecnologia influenciam a sua vida (SANTOS, 2007). Para Prewitt (1985), da perspectiva da prática democrática, a noção de letramento científico-tecnológico não parte da própria ciência, mas sim da intersecção fundamental entre ciência e sociedade, portanto, o cidadão prático se opõe ao cidadão consumidor, por exemplo. Esta leitura é especialmente profícua porquanto aponta para a interdisciplinaridade e abre o campo de possibilidades para tratar a questão da educação científica para além de seu aspecto mais ortodoxo, estritamente relacionado à linguagem e conceitos científicos.

O nível de apropriação de conhecimentos científicos que a ACT abarca varia entre um polo extremamente exigente - para o qual é necessário ter conhecimentos equivalentes aos de bacharéis ou profissionais iniciantes na área de ciências, e um polo mais flexível - que apregoa que pouco ou nenhum conhecimento em ciência é necessário. Entre estes dois extremos há variadas concepções do que de fato é o letramento científico tecnológico. Parece razoável afirmar que poucas pessoas sejam absolutamente iletradas em matéria de ciência por mais ingênuas ou imprecisas que suas noções possam ser, ao tempo que também parece presunçoso que todos devam manejar com desenvoltura conceitos e princípios científicos complexos (SHAMOS, 1995).

Sem abandonar o valor que a educação científica tem em si mesma enquanto a perspectiva supracitada parte da cultura humana, guarda um importante elemento cívico, em consonância com a tônica da educação CTS, inclusiva, democrática, de dimensão axiológica, pois implica o uso social do conhecimento científico, considerando aspectos valorativos vinculados a interesses coletivos e não condicionados exclusivamente por critérios econômicos. Tal discussão envolve parte do que pretendemos apresentar na próxima seção, dedicada aos objetivos do ensino CTS, sua organização curricular, estrutura e tipologia.

ENSINO CTS: UNIDADES CTS E ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

Começamos nossa reflexão na primeira seção, em diálogo com uma teoria crítica mais ampla da educação, na tentativa explicitar os princípios teóricos e analíticos da educação CTS. Na seção subsequente, discutimos sobre a ACT e o campo semântico mais amplo ao qual pertence. Na presente seção nos voltaremos para o ensino CTS apresentando um debate sobre os objetivos, metas e organização curricular específicos que visam realizar processos pedagógicos em consonância com o preconizado pela educação CTS.

Neste sentido, empregaremos “ensino CTS” para nos referirmos às unidades de ensino propriamente ditas, sua organização curricular - função, conteúdo, estrutura e desenho e objetivos de aprendizagem - bem como metodologias e materiais possíveis. Estes aspectos encontram diferentes abordagens ao longo da vasta literatura atualmente disponível sobre a temática, enquanto o emprego da expressão “educação CTS” se vinculou de forma generalista à “opção educativa transversal que prioriza sobretudo os conteúdos atitudinais (cognitivos, afetivos e valorativos) e axiológicos (valores e normas)” (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2001) em detrimento de conteúdos disciplinares e cognitivos descolados da realidade sociocultural do educando.

ENSINO DE CIÊNCIAS E CTS

Unidades CTS podem se apresentar numa ampla gama de formas. Grande parte das discussões sobre abordagens CTS em educação científica - que não se restringe à educação formal³, são centradas no ensino de ciências⁴ e neste campo a temática ganhou visibilidade contando com um número bastante representativo de periódicos, eventos e pesquisadores envolvidos.

Para Hofstein e Yager (1982) o ensino disciplinar de ciências em si ocupa-se da interface ciência-sociedade e daí já podemos apreender a íntima relação que guardam o ensino CTS e o ensino de ciências, sobretudo na educação secundária. Apresentaremos a seguir algumas categorias curriculares e tipologias desenvolvidas por pesquisas neste contexto, que ajudarão a delinear melhor nossa proposta.

A abordagem CTS no ensino de ciências⁵ se ancora em uma visão particular de ensino de ciências, e, segundo Aikenhead (2005), representa uma tentativa de superar os fracassos da abordagem tradicional baseados em evidências: decréscimo de matrículas nos cursos de ciências, acarretada por uma imagem distorcida de ciência presente no currículo e na inaptidão em integrar conteúdos curriculares de ciências com o cotidiano dos educandos.

Quadro 1 - O ensino de ciências tradicional X CTS

Ensino de Ciências Tradicional	Ensino de Ciências CTS
Atende a um grupo de estudante de elite	Atende a todos estudantes
Socializar estudante na forma científica de pensar e acreditar	Desenvolver a capacidade de tomar decisões responsáveis, formando cidadão prático
Objetiva suprir programas de formação de engenheiros e cientistas	Objetiva levar à compreensão de relações entre ciência, tecnologia e sociedade

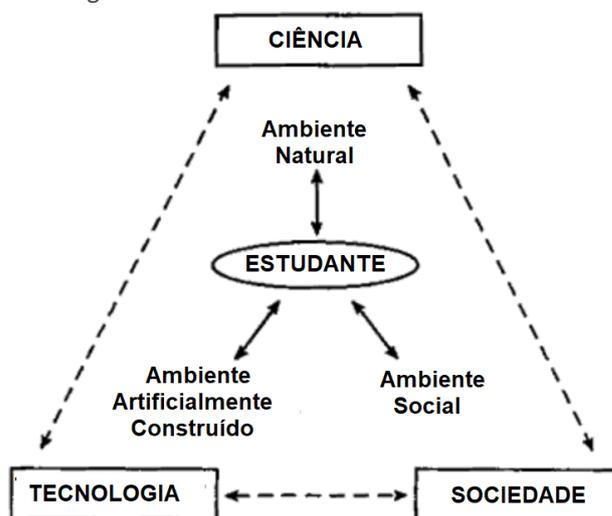
Fonte: Adaptado de Aikenhead (2005).

Algumas pesquisas (AIKENHEAD, 2003) asseveram que aprender o cânone de conteúdos científicos do currículo de forma significativa não é sequer possível para a maioria dos estudantes no contexto tradicional do ensino de ciências. Ryder (2001) ao sintetizar resultados de 30 estudos de caso conclui que o aprendizado de conteúdos de ciência ocorre de forma bem sucedida ao estimular a comunicação com especialistas e a tomada de decisões e atitudes.

Aikenhead (2005) relata que, frequentemente, o conteúdo científico tradicionalmente ensinado não é diretamente relevante em situações científicas cotidianas: ele deve ser transformado em conhecimento, o que implica o desconstruir e reconstruir de acordo com as demandas de um contexto específico.

A abordagem CTS é centrada no estudante, em contraposição a abordagens do ensino de ciências tradicional, cujo foco é a formação científica em detrimento da formação cidadã. A figura abaixo representa este aspecto:

Figura 1 - As dimensões básicas do ensino CTS



Fonte: Aikenhead (1994), tradução nossa.

Cada uma das dimensões anteriormente apresentadas na figura se integra para oferecer ao estudante significado aos aprendizados em ciência. Desta forma, o esquema se refere ao ensino de fenômenos naturais de uma maneira que incorpora a ciência aos ambientes nos quais o estudante se encontra inserido, com vistas a dar sentido as suas experiências cotidianas. As setas pontilhadas se referem à integração dos elementos da tríade, em harmonia com o esquema desenhado entre o estudante e os ambientes natural, social e artificial em que vive.

Quanto ao conteúdo, é onde reside a grande diferença entre cursos CTS universitários e secundários, sendo que os primeiros abordam aspectos abstratos de política científica-tecnológica, desenvolvimento socioeconômico e discurso (LAYTON, 1994; LEPKROWSKI, 1989; MCGINN, 1991, apud AIKENHEAD, 1994), enquanto que, nos segundos, busca-se trabalhar com a experiência concreta dos estudantes. Naturalmente, a perspectiva de trabalho adotada é preferencialmente interdisciplinar, ou seja, o conteúdo surge em uma forma integrada como preconizado no esquema da figura 1.

Quanto à tipologia, os conteúdos podem ser: (a) externos à comunidade científica, classicamente definidos como socialmente relevantes a exemplo da matriz energética mais adequada ou de forma ampla, a agenda ambiental, ou (b) assuntos internos, cujo apelo é centrado na epistemologia e sociologia da ciência, como por exemplo, a natureza da ciência, ou controvérsias tecnocientíficas. Aikenhead (1994, p. 52) oferece ainda uma síntese que ambiciona abranger os pontos de vista presentes na literatura sobre o que caracteriza um conteúdo como CTS, observada a importância de que os elementos da tríade estejam integrados:

Um artefato tecnológico, processo ou experiência; as interações entre tecnologia e sociedade; uma questão social relacionada à ciência ou à tecnologia; Conteúdo de ciências sociais que lança luz sobre uma questão social relacionada à ciência e à tecnologia; uma questão filosófica, histórica ou social dentro da comunidade científica ou tecnológica (AIKENHEAD, 1994, p. 52).

Quanto à sequência do ensino CTS, elegemos a *espiral da responsabilidade* como integrando os aspectos que viemos discutindo. Ele constitui um quadro organizativo proposto por Waks (1992) para auxiliar educadores a selecionar, organizar e planejar sequências didáticas que promovam os objetivos da educação CTS, de forma que, percorrendo as fases da espiral, educandos sejam “orientados na constituição de suas convicções e compromissos, estilo de vida, escolhas e valores como estes incidem sobre assuntos do domínio tecnológicos frente à nossa sociedade” (WAKS, 1992, p.13). O objetivo é que, conforme se avance na espiral, confrontando e refletindo sobre temas crescentemente complexos em ciência e tecnologia, seja possível desenvolver e amadurecer a responsabilidade social dos educandos.

Figura 2 – Elementos conceituais de abordagens CTS



Fonte: Adaptado de Waks (1989b).

Neste modelo organizativo o desenvolvimento de responsabilidades é o elemento chave. A espiral possui 5 fases: auto compreensão, estudo e reflexão, tomada de decisão, ação responsável e integração. Esquemáticamente representamos na Figura 2 a estruturação de unidades CTS de acordo com os diferentes elementos conceituais da espiral. Formada por sequências destes ciclos é tomada no presente trabalho como uma ferramenta de organização da unidade CTS proposta mais adiante. Mais detalhadamente podemos apresentar as fases:

- a) **Auto compreensão:** educandos devem compreenderem-se como membros da sociedade e agentes responsáveis pelo meio ambiente. Envolve olhar para o sistema indivíduo-sociedade-meio ambiente como um todo interdependente, obrigando a nos co-responsabilizarmos pelas decisões coletivas através de tomada de decisão e resoluções do processo democrático. As atividades propostas giram em torno de identificar as representações particulares do que os estudantes pensam ser a melhor forma de viver a nível pessoal, social e mundial, visando explorar a origem de suas convicções. Os professores buscam estimular e conduzir discussões, com aprendizagem focada no educando, buscando contextualizar os conhecimentos conceituais CTS.
- b) **Estudo e reflexão:** é nesta etapa que se apresentam de forma clara as relações mantidas entre os elementos da tríade CTS, enfatizando sobretudo

os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade. Diferentes grupos sociais podem apresentar diferentes formas de endereçar questões relacionadas à tecnologia, levando a soluções diversas. Waks (1992) se refere a elas como "*technology-dominated issues*", ou questões dominadas pela tecnologia. Envolvem tópicos que, mesmo a partir da utilização de todos instrumentos avaliativos e interpretativos disponíveis, não podem ser significativamente configurados de forma a satisfazer a todos grupos sociais de interesse. Os materiais desta fase devem privilegiar um equilíbrio entre os diferentes pontos de vista. Teorias éticas e ética aplicada são potenciais recursos para estruturar, promover e explorar a reflexão típica desta etapa, que se configura de forma interdisciplinar e articuladora agregando elementos disciplinares de diversos currículos (WAKS, 1992).

- c) **Tomada de decisão:** a meta desta etapa é engajar o educando na solução de problemas e tomada de decisão. Considerando a natureza indeterminada das questões tratadas, não se trata de suspender o juízo de forma escapista, mas sim de que a partir do fracasso em resolver apenas através dos subsídios oferecidos pela própria ciência ou por critérios técnicos, o educando deve confrontar as informações e alternativas para ir além delas, tomar uma decisão e julgar o mais apropriado a se fazer. As atividades devem estimular processos de negociação e escolhas baseadas em razões e evidências. Kortland (1996) apresenta modelos normativos específicos do processo de tomada de decisão. Waks (1992) sugere como ferramentas pedagógicas e analíticas os dilemas éticos, debates em classe, exercícios de avaliação de tecnologias e júris simulados.
- d) **Ação responsável:** é o momento em que o educando é encorajado a se envolver em um curso de ação individual ou social após ponderar escolhas entre valores subjacentes a diferentes cenários, o que implica que a educação CTS vá além da racionalidade acadêmica (WAKS; PRAKASH, 1985). Os materiais devem ser apresentados de maneira a envolver educandos de forma individual ou informalmente articulada. As ferramentas pedagógicas envolvidas podem ser a organização de um encontro comunitário, adesão a projetos ambientais locais, acompanhar processos legislativos nas câmaras municipais, assembleias estaduais ou congresso nacional sobre questões CTS. Estas atividades de engajamento comunitário podem ser feitas em parceria com entidades civis ou não governamentais.
- e) **Integração:** É necessário ter como alvo a generalização sobre as relações CTS partindo de um assunto específico, o que torna o educando não apenas um ator responsável, mas um indivíduo que cultiva suas responsabilidades. Fica claro que o estudo de uma questão dominada pela tecnologia é insuficiente para educandos serem estimulados a tomar uma decisão ou engajar-se em questões identificadas em unidades curriculares. Estas devem apresentar casos ilustrativos e os educandos devem ser incentivados a buscarem outros casos, identificar padrões, arriscar generalizações, considerar princípios e formar seu posicionamento sobre a matéria (WAKS, 1992).

A sucessão das fases não é unidimensional, mas sim tridimensional. Assumindo características de uma espiral, garante-se que as mesmas fases

assumam diferentes amplitudes, a depender das condições em que estão sendo reproduzidas. A espiral da responsabilidade, neste sentido, é simbólica e pode ser compreendida como tendo um traço dialético fundamental.

No que diz respeito a estrutura de integração de unidades CTS, podemos relacionar a proporção em que se apresentam conteúdo científico e conteúdo CTS e a forma de avaliação envolvida. Aikenhead (1994, p. 55) propõe um esquema abrangente cujas categorias vão de 1 a 8 e representam a importância atribuída ao conteúdo científico tradicional e ao conteúdo CTS, sendo que as categorias de 1 a 3 expressam o ensino de ciências tradicional, para o qual estudantes devem desenvolver uma racionalidade científica determinada e nas categorias de 4 a 8 a estrutura do ensino muda completamente, sendo orientada pelo próprio conteúdo CTS, na qual o estudante concebe a realidade cotidiana dentro do senso comum, recorrendo ao conteúdo científico quando necessário (AIKENHEAD; DUFEE, 1992).

Esta tipologia não acarreta nenhuma hierarquia, não prescreve prioridades ou vincula metodologias de ensino, dizendo respeito apenas à ênfase dada a cada conteúdo e seu nível de interação. É importante frisar que dependendo da abordagem haverá necessidades diferentes com relação a recursos conceituais e metodológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ficou claro ao longo de nosso trajeto que o trinômio Ciência-Tecnologia-Sociedade vem atendendo às inovações propostas no campo educacional em resposta ao avanço da Ciência e Tecnologia e seu impacto direto sobre o modo de vida social, refletindo mudanças e transformações sociais radicais. Neste sentido, é premente adequar nossos valores de acordo com situações que transcendem o limite espaço temporal através da tecnologia em um viés da ética da responsabilidade (JONAS, 2006).

De acordo com este paradigma, caberia à educação promover um debate crítico viabilizando a formação para ação social responsável. Esta proposta converge atualmente para um ensino de ciências cujo objetivo é a difusão de uma ciência cidadã, voltada para a participação social.

Na perspectiva de democratização do projeto tecnológico, deve-se cultivar um outro olhar sobre o que são CT, bem como sobre sua relação com a sociedade enquanto produto da cultura. Enquanto CT continuarem sendo enxergadas como algo perante o qual a sociedade deve se curvar, constituindo um avanço inescapável e inerentemente bom, não será possível avançar de forma qualificada rumo a um novo modelo decisório para tomada de decisões em CT.

A materialização da alternativa de democratização do projeto tecnológico não prescinde da discussão sobre a educação científica, fundamento da participação do público informado em processos decisórios. Portanto, o presente artigo toma por foco a Educação Científica (EC), por entender que a educação é o espaço no qual os conhecimentos científicos, que levam imbuídas crenças sobre a natureza da Ciência e Tecnologia e sua relação com a sociedade, podem ser rediscutidas para promover outra visão sobre tais assuntos. Usualmente o campo, por ter uma matriz interdisciplinar e resvalar de forma significativa na reflexão educacional, se permite recorrer à história e filosofia da ciência e tecnologia, a

sociologia do conhecimento científico, a teoria política e a economia. Afinal, como colocam López Cerezo e Verdadero (2003) o cenário multidisciplinar CTS é “um território contestado”.

É nesse território contestado que se coloca a alternativa ao ensino de ciências tradicional. É nele também que se diz de uma educação científica pensada para promover a democratização da ciência e da tecnologia, por meio da difusão de códigos técnicos e substituição de um paradigma tecnocrata.

A teleology for STS scientific education: from the field consolidation to teaching units

ABSTRACT

In the present essay we intend to present the consolidation of the Science, Technology and Society Studies as an academic field, articulating such an understanding to the origins of the interface between education and STS Studies to highlight elements concerning the overall objectives, contents, structure and curricular organization of STS teaching units. Thus, an historical-analytical reconstruction was pursued in this bibliographic study based on Aikenhead (2005, 2003, 1994), Auler (2011), Millar (1996), and Santos (2007), Strieder and Kawamura (2017, 2010, 2009) and Waks (1989a, 1989b). From an examination of this empirical research and without a normalization claim, the findings points out the historical developments which made possible the understanding of the political and educational guidelines of STS Studies present on the North American literature that allowed the dissemination of this discussion in Brazil.

KEYWORDS: STS Scientific Education. STS Teaching Units. Science Education.

NOTAS

1 López Cerezo e Verdadero (2003) pontuam que uma tensão caracteriza duas subculturas em CTS, nomeadas por Fuller(1992) e Ilerbaig (1992) como *alto clero* e *baixo clero*. O primeiro deles é composto por “acadêmicos que se empenham por reconhecimento e apoiam abordagens e padrões rígidos das ciências sociais” enquanto o segundo é formado por acadêmicos que “se baseiam mais nas ciências humanas para tentar preservar seu ativismo e horizontes normativos”, comprometendo-se com avaliação de tecnologias (LÓPEZ CERESO; VERDADERO, 2003, p. 154). Embora tenha sido entendida como superada (GARCÍA et al., 1996), na literatura nacional em CTS esta variação é difundida como tradição CTS europeia, correspondendo aos desdobramentos do Programa Empírico do Relativismo, Construção Social da Tecnologia e as abordagens etnográficas de Latour e Woolgar apresentadas na seção anterior deste texto - correspondente ao alto clero, e norte americana, equivalente ao baixo clero, que para Waks (1989a) seria representado por intelectuais fora do sistema, a exemplo de Jacques Ellul, Rachel Carson, e Buckminster Fuller, que atuaram em suas obras em prol da conscientização ambiental, ética e acerca da qualidade de vida emergentes do sistema industrial global.

2 Dewey professava uma espécie de “atitude científica”, que seria desenvolvida com a exposição aos métodos da ciência, portanto, em sua visão a relevância da educação científica e seu objetivo principal deveria ir além de dotar cidadãos para empregar conhecimentos em ciência em prol da participação social.

3 Refere-se a todo processo educativo que requer uma forma, ou seja, um processo inteligível, estruturado, configurado intencionalmente de determinado modo. Portanto, Educação Formal é, por definição, aquela que ocorre dentro de quadros de instituições educativas, com alto grau de sistematização, organizada, planejada intencionalmente.

4 É muito importante frisar que ACT não se resume às discussões em ensino de ciências, muito embora estas constituam uma importante parcela do que vem sendo discutido sobre a temática. Waks (1990) afirma que unidades curriculares CTS podem ser desenvolvidas em cursos de engenharia, artes, linguagens, ciências sociais ou da natureza.

⁵No universo de pesquisas sobre ensino de ciência fala-se de CTS como uma abordagem, ou de um enfoque entre outras terminologias. A isso oferecemos a explicação de que o ensino de ciências, conforme apresenta Aikenhead (1994), é polarizado entre preparar estudantes para exercício da cidadania e para formar futuros cientistas, ou como coloca Santos (2007, p. 478), são “dois grandes domínios estão centrados no compreender o conteúdo científico e no compreender a função social da ciência”.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. El movimiento ciencia-tecnología-sociedad y la enseñanza de las ciencias. In: MANASSERO MAS, M. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; ACEVEDO DÍAZ, J. A. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat**. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, Á; MANASSERO MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, 2003.

AIKENHEAD, G. Research into STS science education. **Educación Química**, v. 16, p. 384-397, 2005.

AIKENHEAD, G. 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.

AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? In: J. SOLOMON; AIKENHEAD, G. **STS Education: International Perspectives on Reform**. Teachers College Press, New York, 1994.

AIKENHEAD, G.; DUFEE, L. Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. **Science Education**, 75-5, p. 493-506, 1992.

ANTUNES, R. **Os sentidos do trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho**. São Paulo: Boitempo, 2009.

AULER, D; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.03, n.02, p.122-134, 2001.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

COSTA, L. S. F. Mapeamento de Programas de Pós-Graduação, relacionados com os interesses do campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), localizados na Região Sudeste do Brasil. **Revista Científica Interdisciplinar Interlogos - Instituto Federal do Paraná - IFPR**. Paranaguá, v1, n. 1, 2017.

CUTCLIFFE, S. The emergence of STS as an academic field. **Research in Philosophy and Technology**, v. 9, pp. 287-301, 1989.

DEBOER, G.E. Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. **Journal of Research In Science Teaching**, v. 37, n. 6, pp. 582 ± 601, 2000.

ELLUL, J. **The Technological Society**. New York: Knopf, 1964.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

HOFSTEIN A., YAGAR, R. Societal issues as organizers for science education in the 80s. **School Science and Mathematics**, n. 82(7), pp. 539-547, 1982.

JONAS, H. **Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica.** Rio de Janeiro: Contraponto: PUC - Rio, 2006. 354p.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v.80, n.6, p.673-89, 1996.

LÓPEZ, J. A. C, VERDADERO, C. Introduction: Science, technology and society studies - from the European and American north to the Latin American south. **Technology in Society**, v. 25 n. 2, p.153–170, 2003.

MEIRELLES, G. A. L. Reestruturação produtiva do capital, pauperização e desigualdade social na América Latina. **Serviço Social em Revista (Online)**, v. 18, p. 52-72, 2016.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. **School Science Review**, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MITCHAM, C. In search of a new relation between science, technology, and society. **Technology in society**, 1989.

MUMFORD, L. **The Myth of the Machine.** Londres: Secker and Warburg, 1967.

PEÑA, M. STS Education in a Multinational Context. **Technology in Society**, Vol. 11. pp. 405-407, 1989.

PREWITT, K. **Scientific Illiteracy and Democratic Theory.** Kettering Review, Summer, 1985.

ROSZAK, T. **The making of a counter culture. Reflections on the technocratic society and its youthful opposition.** New York: Doubleday, 1969.

RYDER, J. Identifying science understanding for functional scientific literacy. **Studies in Science Education**, v. 36, 1-42, 2001.

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 set./dez., 2007.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy.** New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SNOW, C.P. **As duas culturas e uma segunda leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica.** São Paulo: Editora da USP, 1995.

SOARES, M. Alfabetização e letramento: Caminhos e Descaminhos. **Revista Pátio.** Ano VIII, n. 29, fev./abr., 2004.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas.** 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio 2017.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Preocupações e perspectivas da abordagem CTS: O caso das pesquisas publicadas na REEC. **Enseñanza de las Ciencias**, v. Extra, p. 2559-2562, 2009.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. **Pesquisas sobre o estado da arte em CTS: aproximações e contrapontos**. In: XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2010, Águas de Lindóia. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2010.

WAKS, L.J. A Technological Literacy Credo. **Bulletin of Science, Technology and Society**. Vol. 7, 1-2, pp. 357-366, 1987.

WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Eds.). **Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión política y social**. Barcelona, Anthropos, Leioa: Universidad del País Vasco, 1990.

WAKS, L. J. New Challenges for Science, Technology, and Society Education. **Technology in Society**, Vol. 11, pp. 427-432, 1989b.

WAKS, L. J. The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory Into Practice**, 31:1, 13-19, 1992.

WAKS, L.J. Critical Theory and Curriculum Practice in STS Education. **Journal of Business Ethics**, v. 8, pp. 201-207, 1989a.

WINNER, L. On Criticizing Technology. *Public Policy*, v. 20, N. 1. In: **Technology and Man's Future**. 2ª Ed. Albert H. Teich, St. Martin's Press, 1976.

Recebido: 07 nov. 2018

Aprovado: 04 jul. 2019

DOI: 10.3895/actio.v4n2.9034

Como citar:

OLIVEIRA, L. V. Em busca de uma teleologia para a educação científica CTS: da consolidação do campo às unidades de ensino. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 87-108, mai./ago. 2019. Disponível em:

<<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio>>. Acesso em: XXX

Correspondência:

Loryne Viana de Oliveira

Área Especial 01, Cidade do Automóvel, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

