

Artigo

A perspectiva CTS e decolonial na educação científica e tecnológica para emancipação e sustentabilidade

Irlan von Linsingen¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina
irlan.von@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5887-6070>

Resumo

Neste artigo são abordadas questões relacionadas à educação CTS a partir dos sentidos hegemônicos e contra-hegemônicos das relações Ciência-Tecnologia-Sociedade, com o qual resgata-se aspectos dos conhecimentos que têm sido sistemática e historicamente silenciados, inferiorizados, tratados como não válidos. Na sequência, trata de associar conhecimentos e práticas que podem proporcionar mudanças educacionais constituintes de um caminho para a superação do atual modelo civilizatório baseado em exploração, acumulação e verticalização nas relações de poder/saber. São apresentados e discutidos aspectos conceituais e explicitação de sentidos sobre termos e conceitos tradicionalmente usados para justificar ações e encaminhamentos das intervenções políticas, sociais, culturais, e para a definição de políticas públicas e ações ambientais. Para abrir novas portas, o artigo aborda possibilidades para o processo educacional em CT de países do sul global, tendo como referência os Estudos CTS, os Estudos Decoloniais, de Gênero e Étnico-raciais, visando ampliar a compreensão da abrangência da Educação CTS em sentido emancipatório e sustentável.

Palavras-chave: Estudos CTS; Decolonialidade; Educação Científica e Tecnológica; Sustentabilidade socioambiental; Emancipação.

The STS and decolonial perspective in science and technology education for emancipation and sustainability

Abstract

This article addresses issues related to STS education, based on the hegemonic and counter-hegemonic meanings of the Science-Technology-Society relationship, reclaiming aspects of knowledge that have been systematically and historically silenced, devalued, and treated as invalid. It then seeks to link knowledge and practices that can foster educational changes that constitute a path toward overcoming the current civilizational model based on exploitation, accumulation, and verticalization in power/knowledge relations. Conceptual aspects and explanations of terms and concepts commonly used to justify actions and directions for political, social, and cultural interventions, as well as for defining public policies and environmental initiatives, are presented and discussed. To open new doors, the article addresses possibilities for the educational process in science and technology in countries of the global South, using STS Studies, Decolonial Studies, Gender Studies, and Ethnic-Racial Studies as references, aiming to broaden the understanding of the scope of STS Education in an emancipatory and sustainable sense.

Keywords: STS Studies; decoloniality; scientific and technological education; socio-environmental sustainability; emancipation.

1. Introdução

Uma civilização que se mostra incapaz de resolver os problemas que suscita seu funcionamento é uma civilização decadente.

Uma civilização que escolhe fechar os olhos ante seus problemas mais cruciais é uma civilização ferida.

Uma civilização que engana seus próprios princípios é uma civilização moribunda (Aimé Césaire – Discurso sobre o colonialismo, 1948-1955)

Quando não conseguimos compreender amplamente a extensão e as consequências do que criamos/desenvolvemos/inventamos, e permanecemos enroscados nas relações de poder que os conhecimentos hegemônicos possibilitam exercer, que subalternizam as socioculturas e destroem a natureza, cabe perguntar: que futuro estamos construindo?

Para ampliar a compreensão da natureza da Ciência-Tecnologia (CT) para o campo da educação em ciências e tecnologias, apresento alguns aspectos de dois universos de entendimento que considero complementares, apesar das oposições de sentido e interesses. Por um lado, o universo da CT euro-usa-cêntrica considerada hegemônica e, por outro, o universo das socioculturas e seus conhecimentos (locais, ancestrais e consuetudinários), que sempre sustentaram a vida em relação de respeito à natureza.

Para buscar um equilíbrio discursivo entre esses dois universos, considerando a assimetria decorrente da posição hegemônica da CT convencional, entendo ser necessário abordar de modo mais incisivo alguns princípios de sustentação de um movimento contra-hegemônico, resgatando aspectos dos conhecimentos que têm sido sistemática e historicamente silenciados, inferiorizados, tratados como não válidos. Na sequência, indicar a validade e importância desses conhecimentos e práticas, inclusive para a constituição do hegemônico que deles sempre se alimentou.

Para dar conta do desafio de estabelecer uma interrelação adequada entre conhecimentos hegemônicos e contra-hegemônicos na educação em ciências e tecnologias, e de como as imbricações decorrentes podem proporcionar mudanças educacionais que constituam caminho para a superação do atual modelo civilizatório que se baseia em exploração, acumulação e verticalização nas relações de poder/saber, são abordados aspectos conceituais e explicitação de sentidos sobre termos e conceitos usualmente usados para justificar ações e encaminhamentos das intervenções políticas, sociais, culturais, e para a definição de políticas públicas e ações ambientais. Para finalizar e abrir novas portas, discutir possibilidades educacionais em CT para a construção de um processo emancipatório sustentável.

2. Educação científica e tecnológica: implicações e abrangência

O campo da educação em ciências e tecnologias é um dos mais importantes para a construção de uma sociedade mais justa, equânime e democrática, porque ciências e tecnologias têm relação direta com os modos de vida em sociedade e sua interação com o ambiente. Sua articulação com o campo dos Estudos Sociais das Ciências e das Tecnologias (Estudos

CTS), dos Estudos Decoloniais, de Gênero e Étnico-raciais tem produzido algo novo, muito significativo em termos educacionais, na medida em que os conhecimentos a ensinar passam a incorporar aspectos das realidades sociais, culturais e ambientais locais, regionais e globais.

Entender como se estruturam os conhecimentos científicos e tecnológicos e como eles se relacionam com as socioculturas e o ambiente adquire, dessa maneira, uma importância ímpar para a compreensão – e transformação – das relações sociotécnicas e das estruturas de poder/saber historicamente construídas. Nesse contexto, conhecimentos locais, ancestrais e consuetudinários passam a ser reconhecidos como válidos, reduzindo a verticalidade nas relações de saber/poder e, por consequência, estimulando a superação da percepção de neutralidade e autonomia das ciências e das tecnologias.

Essa questão torna-se ainda mais importante quando Ciência e Tecnologia são tratadas com centralidade nos discursos sobre desenvolvimento social (vinculado ao econômico), sobre soberania nacional, evolução, essencialidade, progresso, melhoria contínua da vida. Entretanto, por mais que se renove a crença na melhoria contínua da vida e do bem estar social atrelados ao “desenvolvimento” contínuo e independente da ciência e da tecnologia, o que se percebe é a insistente (e crescente) presença da desigualdade social e degradação social-ambiental, classificáveis como processos de exclusão social, tornando-se necessário discutir o que se entende por inclusão, uma vez que também se atribui ao desenvolvimento da CT a chave para a inclusão social e, também, para a preservação ambiental, embora inclusão social e preservação ambiental sejam tratadas de forma escassamente articulada.

Pesquisas e ações que vêm sendo realizadas no campo da educação científica e tecnológica em articulação com os Estudos CTS, os Estudos Decoloniais, de Gênero e Étnico-raciais, apresentam um leque de temas e questões que realçam e ampliam a dimensão desse campo interdisciplinar e suas articulações, usualmente silenciados ou tratados como não pertinentes ao ensino tradicional de ciências e tecnologias. Nesse sentido, provocam mudanças significativas na forma e conteúdo educacionais.

Educação científica e tecnológica com essa perspectiva é emancipadora e muito mais próxima de uma formação para o pleno exercício da cidadania em um universo que se almeja democrático. Trata-se de superar definitivamente um ensino de ciências e tecnologias descontextualizado e aquilo que Paulo Freire identificou como educação bancária. Assim, busca construir sentidos novos sobre discursos de tecnologia naturalizados no contexto escolar.

Todas as socioculturas estão, de alguma maneira, envolvidas com aspectos e produtos da atividade científico-tecnológica. Entretanto, em muitos casos esses envolvimentos não são percebidos criticamente pelos diferentes grupos sociais. Em muitas situações os seus efeitos são sentidos, mas não associados aos produtos daquela atividade, podendo ser situado no nível do não-problema.

A formação tradicional de cientistas e tecnólogos, favorecida por uma abordagem fragmentada do conhecimento e pela afirmação da neutralidade que silencia a sua natureza social e cultural, produz efeitos de sentido que tendem a minimizar a responsabilidade social e ambiental dos efeitos nocivos que suas atividades profissionais ajudam a produzir.

Por outro lado, a percepção hegemônica de que há conhecimentos superiores e inferiores acaba por induzir os fazedores de políticas públicas a tratarem de forma verticalizada os

problemas e as soluções. Por conta disso, as soluções a problemas identificados como de natureza científica e tecnológica são construídas em uma instância alheia a dos chamados usuários/beneficiários daquelas soluções, sem que estes tenham participado da construção do problema e, assim, podem não reconhecer nem o problema, nem a solução.

Há mais de duas décadas o campo da Educação CTS têm buscado mostrar a inadequação de uma educação que não considera a pluralidade de saberes, que trata de forma assimétrica e verticalizada os conhecimentos, que defende a neutralidade e autonomia da ciência e da tecnologia, que as considera como conhecimentos superiores e, portanto, que constrói a não existência de outros saberes, fomentando atitudes não apenas acríticas, mas sobretudo preconceituosas em relação aos diferentes saberes.

Em tais contextos, uma perspectiva educacional que se proponha emancipadora torna-se uma via substantiva também para uma formação engajada de cientistas e tecnólogos e para uma crescente participação dos grupos sociais na construção coletiva de problemas e de soluções pertinentes aos grupos envolvidos.

Os diferentes sentidos atribuídos ao termo “tecnologia” remetem para uma compreensão da tecnologia como processo e produto sociocultural (não apenas em sentido restrito, artefactual ou instrumental), o que significa que nenhuma tecnologia é neutra e, por consequência, todas as tecnologias são políticas. Abre-se, desse modo, a possibilidade de ampliar a abordagem dos fundamentos teóricos da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (Educação CTSA), visando à inclusão de Questões Sociocientíficas (QSCs) e Sociotecnológicas (QSTs), o pensamento crítico e a formação de pessoas para ações sociopolíticas.

A temática sociocientífica e sociotecnológica evidencia o comprometimento e a inseparabilidade entre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e, ao mesmo tempo, envolve aspectos fundantes da colonialidade do saber/poder, tanto no que concerne às diferenças internas de um país do capitalismo periférico, quanto entre países do norte e do sul global. Todos esses ingredientes fazem parte da configuração das tecnologias e a educação CTS deve ter isso em conta. Dada a abrangência do assunto e as suas profundas implicações, seria de todo pertinente incluir formalmente essa dimensão temática na formulação das políticas educacionais, assim como no Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD).

Neste momento histórico de acontecimentos dramáticos no cenário brasileiro e mundial, realçar a natureza política da educação científica e tecnológica é não apenas uma necessidade da educação CTS, mas um desafio para o processo de formação em todos os campos de saber. Seja para preparar aqueles que seguirão carreiras científicas e tecnológicas, seja para a educação em geral, todas as pessoas deverão estar capacitadas a assumir suas responsabilidades pela preservação da vida e a sustentabilidade, como cidadãos e cidadãs em um mundo finito.

3. Problematização: construção de sentidos novos sobre conceitos preestabelecidos

Muito do que se tem realizado no campo da Educação científica e tecnológica em perspectiva CTS, está alicerçado em conceitos utilizados de forma naturalizada, de modo que importa discutir suas imbricações com percepções de realidades de atores alinhados a distintas orientações teóricas, políticas e ideológicas. Nesse sentido, é pertinente discutir aspectos de

pares dicotômicos significativos em abordagens sobre questões sociotécnicas, sociocientíficas e sociopolíticas envolvendo CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), com potencial capacidade de transformar a abordagem de conteúdos educacionais em CT.

Para substancializar a argumentação desse artigo, apresento alguns efeitos de sentido cabíveis aos pares dicotômicos desenvolvimento/subdesenvolvimento e inclusão/exclusão que sustentam percepções de sustentabilidade que serão úteis para considerar a relação problema/não-problema e verticalidade/horizontalidade no âmbito das propostas de uma educação CTS crítica.

Como esses pares dicotômicos associados ao tema da educação CTS estão relacionados à formação para uma participação social ampla nos processos decisórios, caberia abordar de modo mais amplo o conceito de cidadania, que não se restringe àquele que se refere aos direitos e deveres estabelecidos, porque estes, apesar de terem sido elaborados com base em questões importantes para a sociedade, carecem de uma discussão mais ampla na atualidade, em consequência das muitas transformações que a CT hegemônica vem produzindo no que concerne aos sistemas de comunicação global. Nesse sentido, a cidadania tem sido profundamente afetada por fake news, como se pode perceber nos últimos 10 a 15 anos, em questões desviantes decorrentes do negacionismo científico e outras que influenciaram as eleições no Brasil produzindo rupturas e violências sociais, e mesmo desconexões e delírios sociopolíticos¹.

4. Dados de contexto: indicadores?

Apresentar e interpretar indicadores é útil para a discussão sobre que aspectos educacionais são importantes considerar na educação CT, porque esses aspectos podem constituir conteúdos de ensino em uma perspectiva crítica, que se diferenciam da abordagem clássica configurada na perspectiva da CT hegemônica, de formação de atores reprodutores da CT convencional, que constituem as disciplinas específicas de Ciências e Tecnologias, para as quais os conteúdos são considerados neutros e independentes das suas imbricações culturais, sociais e políticas, capazes de fomentar o pensamento crítico necessário para a construção de uma sociedade democrática e pleno exercício da cidadania.

Concomitantemente, a própria configuração daqueles conhecimentos específicos se transforma, na medida em que novos parâmetros e variáveis, antes considerados não pertinentes, passam a ser incorporados aos modelos produzindo soluções mais adequadas a problemas socialmente construídos ou identificados.

Para exemplificar possibilidades interpretativas, ou de construção de sentidos novos sobre questões aparentemente consolidadas, que produzem efeitos de sentido que remetem a orientações para a formulação de soluções, apresento alguns dados indicadores coletados por *sites* atualizados continuamente, como o Worldometer² (worldometers.info/pt). Entre os

¹ “Delírios sociopolíticos” referem-se a crenças infundadas sobre a realidade social e política, frequentemente expressas de forma intensa e obsessiva, que podem afetar a percepção da realidade e o comportamento. Esses delírios podem envolver teorias conspiratórias, visões distorcidas da história ou interpretações extremadas de eventos atuais.

² Worldometer (worldometers.info/pt) é um site de referência que fornece contagem e estatísticas em tempo real sobre diversas áreas. Está disponível em 31 idiomas e abrange assuntos como governo, população mundial, economia, sociedade, mídia, meio ambiente, alimentos, energia e saúde.

muitos indicadores apresentados, destaco aqui apenas aqueles que envolvem meio-ambiente, alimentação, água e energia, para a atual população mundial da ordem de oito bilhões e duzentos milhões de habitantes.

Para o meio-ambiente, os indicadores apresentam valores para hectares de florestas destruídas, terras férteis perdidas por erosão, hectares tornados desertos, toneladas cúbicas de dióxido de carbono (CO₂) emitidas, toneladas de substâncias tóxicas jogadas no ambiente. Em termos de alimentação, a quantidade de pessoas desnutridas no planeta. Com relação à água, a quantidade de pessoas sem acesso e as mortes por doenças a ela relacionadas. Em relação à energia, a quantidade de Mega Watts hora (MWh) utilizada, incluindo as quantidades obtidas de fontes renováveis assim como as de fontes não renováveis e, também, a quantidade de barris de petróleo extraído por dia.

Tais informações produzem diferentes narrativas que estarão associadas à percepção que se tenha sobre as relações CTSA. Para o pensamento hegemônico de CT e sua relação com a sociedade e o ambiente, na perspectiva do capitalismo global, a destruição de florestas pode ser entendida como uma necessidade (ou contrapartida) para a produção de alimentos e proteínas, e ser utilizado como um indicador de solução para a alimentação da humanidade.

Da mesma forma, e no mesmo sentido da percepção CT hegemônica, a quantidade anual de dióxido de carbono (CO₂) emitida (da ordem de 32 bilhões de toneladas cúbicas) pode ser apresentada como indicativo da intensividade e produtividade da atividade industrial e pecuária, podendo ser considerado um parâmetro de desenvolvimento econômico. Da mesma forma, a utilização de energia, da ordem de 200 milhões de MWh (de fontes não renováveis e renováveis) e a quantidade diária de petróleo extraído (da ordem de 50 milhões de barris), evidentemente dados aproximados e variáveis, podem ser usados como indicadores de progresso, considerados como avanço a ser cada vez mais incrementado para o bem-estar social.

Outros indicadores mais problemáticos que aparecem nessas estatísticas, como quantidade de pessoas desnutridas, falta de acesso à água, mortes por doenças relacionadas com a água, e mesmo aqueles comentados nos parágrafos anteriores, que podem ser vistos com preocupação notadamente após o crescimento dos movimentos sociais de resistência a partir da década de 1960, podem ser tratados na perspectiva do modelo de desenvolvimento dominante, como problemas a serem resolvidos com mais desenvolvimento CT de mesma natureza hegemônica.

Por outro lado, na contracorrente que aqueles movimentos sociais e os novos olhares estruturados pelos Estudos CTS, e mais recentemente pelos Estudos Decoloniais, de Gênero e Étnico-raciais estão propiciando, as percepções sobre esses assuntos adquirem uma nova configuração fortemente contrária à perspectiva hegemônica e muito mais abrangente. Entre elas, figuram alternativas epistêmicas como a do bem-viver, decrescimento, ecofeminismo, direitos da mãe terra e desglobalização. A discussão amplia a transformação das percepções, envolvendo o reconhecimento das culturas originárias, seus conhecimentos, formas de viver, relações com a natureza, urgência de preservação ambiental e reversão dos quadros de degradação, assim como mudança conceitual do entendimento sobre a natureza como bem natural em contraposição à “recursos” e “riqueza” que remetem para a exploração e capitalização.

Tudo o que se relaciona com essa temática possui relação direta com o sentido dominante de desenvolvimento e de seu oposto, o que é abordado na sequência.

5. Desenvolvimento / Subdesenvolvimento

Parece natural que a percepção de desenvolvimento só faça sentido se considerada como uma contraposição a um estado de subdesenvolvimento. Entretanto, o par dicotômico “desenvolvimento/subdesenvolvimento” foi apresentado pelo presidente Harry Truman em 1949 nos EUA, num contexto de retomada e ampliação da atividade industrial pós-segunda guerra mundial, iniciada em 1945 com a publicação do relatório de Vannevar Busch intitulado “*Science, the Endless Frontier*”³. A fundamentação do relatório anunciava que o “progresso científico” independente e livre de valores é essencial para a guerra contra as doenças, para segurança nacional e para o bem-estar da população, vinculando a aplicação do conhecimento científico à obtenção de novos produtos, novas indústrias e o pleno emprego. Nesse sentido, o conceito de desenvolvimento se coaduna com a concepção cientificista, tecnicista, positivista e linear de progresso, tendo sido adotado também pelo bloco soviético como meta para o “desenvolvimento das forças produtivas” (Lang, 2016, p.26).

Assim, a concepção de desenvolvimento com essas características se configurou como um objetivo a ser alcançado pela humanidade, visando à superação de um estado de carências (segundo os padrões do norte global) que se caracterizaria como de subdesenvolvimento e, nesse sentido, o par dicotômico passa a definir o estado de uma economia ou sociedade. Resulta daí, que as sociedades “subdesenvolvidas” deveriam realizar um esforço para se tornarem “desenvolvidas”, atraindo também países do sul global.

O sucesso dessa concepção de desenvolvimento estaria assim vinculado ao comportamento sociocultural específico do modelo de sociedade capitalista que passou a ser dominante, ao qual opor-se parecia absurdo, *nonsense*, sem lógica ou incoerente.

Contudo, alerta Miriam Lang, passadas mais de sete décadas desde que se prometeu ao Sul Global que através do “desenvolvimento”, poderia participar da forma de vida dos países industrializados do Norte Global, vendido como essência da qualidade de vida (LANG, 2016, p.27), o que se percebe é um aumento das desigualdades.

Atualmente, possivelmente associado à redução gradual da hegemonia científico-tecnológica do Norte Global em relação ao Sul Global, é perceptível o aumento das diferenças e das ameaças a países do capitalismo periférico (os subdesenvolvidos) que buscam alternativas de superação através da ampliação de relações multilaterais, que podem contribuir para construção de relações mais horizontalizadas, não apenas em termos das relações de poder, mas também em termos das relações de saber, apesar de ainda serem orientadas pelos princípios da CT hegemônica.

Para discutir essa questão de forma mais crítica, cabe considerar o que caracteriza o modelo de desenvolvimento dominante.

³ “Ciência, a Fronteira sem Fim”. Relatório para o presidente Franklin Delano Roosevelt, por Vannevar Bush, diretor do Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento, em julho de 1945. <https://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/ciencia-a-fronteira-sem-fim-o-documento-que-ajudou-a-moldar-a-pesquisa-na-segunda-metade-do-seculo-xx>

6. Modelo de desenvolvimento dominante

Ao abordar a crise do padrão civilizatório hegemônico, Edgardo Lander faz uma pertinente denúncia acerca da insustentabilidade relacionada ao modelo de desenvolvimento capitalista dominante.

De acordo com o autor, o padrão civilizatório dominante, alicerçado em antropocentrismo, monoculturalidade e patriarcado, historicamente orientado a um crescimento contínuo e ilimitado, pode ser analisado a partir de suas consequências. De acordo com Lander, esse modelo, que remete para uma guerra sistemática contra os fatores que tornam possível a vida no planeta, passa por uma crise terminal.

Nos dizeres de Edgardo Lander,

A civilização de domínio científico-tecnológico sobre a chamada “Natureza”- que identifica o bem-estar humano com a acumulação de objetos materiais e com crescimento econômico desmedido, e cuja máxima expressão histórica é o capitalismo – está com os dias contados. Sua dinâmica destrutiva, de mercantilização de todas as dimensões da vida, mina aceleradamente as condições que a tornam possível (Lander, 2016, p. 216).

E conclui que, atualmente,

o assunto não é se o capitalismo poderá sobreviver ou não a essa crise terminal. Se em pouco tempo não conseguirmos colocar freios a essa engrenagem de destruição sistemática, o que está em jogo com o colapso final do capitalismo é a sobrevivência da humanidade. (Lander, 2016, p.216)

Essa afirmação preocupante, publicada em 2013⁴, carrega um sinal de alerta importante sobre os rumos civilizatórios, notadamente nos anos recentes, quando a escalada da violência nas relações de poder global provoca uma intensificação da exploração de bens naturais, tais como as terras raras e o Coltan (Columbita e Tantalita)⁵, entre outros minerais.

Por consequência, a necessidade de considerar diferentes conhecimentos das socioculturas se apresenta, por um lado, como denuncia da verticalidade das relações de saber/poder e, por outro, como anúncio de um processo de superação da exclusividade e superioridade do modelo hegemônico de CT.

4 Artigo publicado originalmente em *Alternativas al Capitalismo/ Colonialismo del siglo XXI* (Quito: Fundação Rosa Luxemburgo; Abya Yala, 2013)

5 Coltan é um mineral composto por columbita e tantalita que contém nióbio e tântalo, dois metais de alta demanda na indústria eletrônica, principalmente para a fabricação de capacitores em aparelhos como celulares e laptops e outros artefatos tecnológicos. O nióbio é muito usado na produção de ligas metálicas de alta resistência, aços especiais e componentes eletrônicos.

7. Inclusão/exclusão

Um tema marcante associado à perspectiva do desenvolvimento é o da inclusão social, de modo que cabe igualmente discutir o tema desde diferentes perspectivas. Nesse sentido, para entender o que significa incluir, é necessário discutir o que é excluir. Inclusão e exclusão constituem, assim, duas caras da mesma moeda.

A pergunta que segue é, a que universo sociocultural e político se refere o par inclusão/exclusão? Novamente, os sentidos a serem atribuídos estão em estreita associação com os sentidos da relação CTS em acordo com os diferentes interesses sociopolíticos, culturais e ideológicos.

Para os sentidos dominantes da relação CTS, que correspondem àqueles definidos pela relação linear entre C-T-S, defendida e praticada pelo modelo capitalista, pode-se associar o par inclusão/exclusão às políticas de CTI, ou seja, à ideia de inovar para incluir. Inovar, de acordo com o sentido dominante, implicaria em geração de novas tecnologias para acelerar e diversificar a produção em CT, promover desenvolvimento econômico e social, a criação de empregos, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade de vida da população e, por consequência, produzir inclusão.

Na outra extremidade, há que se perguntar o que se entende por exclusão. Os excluídos são os que não usufruem dos “benefícios” que seriam decorrentes da CT hegemônica?

Um olhar ao entorno é suficiente para perceber que o conhecimento científico e tecnológico hegemônico não é suficiente para resolver os problemas pendentes do sul global, como a fome, o racismo, a desigualdade social e a degradação ambiental. É cada vez mais evidente o aumento das desigualdades, seja dentro de um mesmo território demarcado (país), seja entre países do sul global em relação aos do norte global.

Por conta dessa constatação, cabe perguntar que modelo de desenvolvimento se projeta para as próximas décadas. Mais do mesmo?

No contexto das relações CTS, buscando compreender e evidenciar as diferenças entre os dois modelos de percepção daquelas relações (o hegemônico e o crítico) em articulação com a educação científica e tecnológica, buscando estabelecer as condições de possibilidade para uma educação CTS crítica, é importante considerar em primeira instância o que está na base da educação científica e tecnológica e na sequência discutir os papéis da Educação Científica e Tecnológica para a superação do modelo de desenvolvimento e das relações CTS dominantes.

8. Por onde podemos seguir

Os sentidos dominantes de neutralidade, essencialidade, autonomia, universalidade da ciência e a de sua alegada aplicação ao desenvolvimento tecnológico que tem orientado as atividades educacionais em CT, em todos os níveis e modalidades, têm sido sistematicamente problematizados pelos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (Estudos CTS) e pelos Estudos Decoloniais.

Em consequência, o crescimento generalizado de resistência que configura os movimentos sociais ligados às questões socioambientais, étnico-raciais e de gênero tornam-se

mais vigorosos, para os quais contribuem os ricos aportes dos Estudos CTS, dos Estudos Decoloniais (Castro-Gómez, Grosfoguel, 2007) e das Epistemologias do Sul (Santos; Meneses, 2010), evidenciando a impossibilidade de manter a lógica de uma disciplinaridade exclusiva e de uma interdisciplinaridade restrita no campo educacional.

O caráter interdisciplinar dos estudos CTS ampliou substancialmente a compreensão sobre a natureza sociocultural da CT, possibilitando incluir aspectos até então tidos como não pertinentes ao ensino de ciências e tecnologias. Assim, a educação CTS encontrou nessas novas abordagens, reforço para um ensino de ciências e tecnologias contextualizado, considerando seus aspectos sociais, ambientais, políticos e econômicos e, mais recentemente, de gênero e étnico-raciais. Tais desdobramentos, mesmo que de forma subjacente, estão presentes na educação tecnológica, seja para promover mudanças significantes em termos emancipatórios, ou, ao contrário, para rejeitar por considerar como não pertinentes à formação estritamente técnica de engenheiros e tecnólogos. Nesse campo de tensões se incluem as Tecnologias Sociais, de modo que é importante considerar a sua presença nos currículos das instituições formadoras dos atores da CT.

9. Contexto CTS no sul global e desdobramentos educacionais

Uma das características marcantes das relações de subalternidade do sul global em relação ao norte global, característico da colonialidade do poder/saber, é o caráter imitativo do conhecimento científico-tecnológico produzido nas instituições de ensino superior. Nesse sentido, muito do conhecimento produzido nas Instituições de pesquisa dos países periféricos (sul global) é útil aos países do capitalismo central (norte global).

Por conta dessa relação são excluídos, por conveniente justificativa de não pertinência, o que tiver relação com questões sociotécnicas locais e com a ampliação ao atendimento das necessidades e interesses de todos os setores das sociedades.

Implica produzir a não existência de outros saberes, de outras culturas, estando relacionado ao racismo estrutural e ao patriarcado e suas conseqüentes violências. Quando se concebe ações visando reduzir alguma desigualdade social percebida/reivindicada, prevalece a visão assistencialista que se apoia em relações verticalizadas de saber/poder que define unilateralmente o que é relevante realizar. Tal procedimento, que exclui o usuário/beneficiário das ações, frequentemente produz o não-funcionamento de uma solução sociotécnica (artefatual e/ou organizacional).

A questão não se resume em manter países do sul global apenas como consumidores/dependentes do que é produzido através dos países do capitalismo central, mas também porque nesse modelo de relações dependentes não se consegue trabalhar com as diferentes culturas dos territórios sem desconstruí-las e, desse modo, parece impertinente (não cabível) incluir, além dos conhecimentos consuetudinários, ancestrais, tácitos, populares das diferentes socioculturas, questões étnico-raciais e de gênero na construção de novos conhecimentos para a redução das diferenças e isso implica em mais um entrave para a construção de agendas que favoreçam a identificação/construção coletiva de problemas e de soluções.

Em um movimento contra-hegemônico, nos últimos 30 anos a Educação CTS tem buscado consolidar uma agenda para: ampliar a compreensão da natureza sociocultural da

Ciência e da Tecnologia (CT); consolidar uma educação em ciências e tecnologia socialmente comprometida e referenciada; fortalecer o direito ao exercício da cidadania plena. Enfim, uma educação que alcance as classes sociais menos favorecidas, como forma de inclusão aos benefícios da ciência-tecnologia. Contudo, para que essa inclusão seja efetiva, é necessário desconstruir a perspectiva hegemônica da CT (de neutralidade e autonomia) em prol e uma nova configuração do conhecimento CT, socialmente comprometido e referenciado com os sentidos apresentados anteriormente.

Entretanto, considerando as dificuldades de construção curricular num campo de tensões como o da educação, muito do que se tem realizado em perspectiva emancipatória, continua refém de uma percepção eurocêntrica de CT, neutra e autônoma, que se caracteriza por: 1. reforçar um modelo de desenvolvimento insustentável para o sul global; 2. tratar de forma verticalizada os conhecimentos, desconsiderando ou negando os conhecimentos tradicionais, consuetudinários, ancestrais, e suas origens e especificidades etnoculturais; 3. ocultar a contribuição de diferentes etnias para a construção e consolidação dessa mesma ciência; 4. insistir na produção de conhecimento CT que favorece a exploração desenfreada de bens naturais, contra a percepção de inseparabilidade humano/natureza que orienta as ações de diferentes socioculturas na construção das suas condições de existência.

Resulta daí que novas abordagens educacionais não são suficientes para compreender, em profundidade, as razões da permanência da concepção hegemônica de CT na educação científica e tecnológica, que caracteriza os efeitos da colonialidade (do saber, do poder, do ser).

10. Para uma educação CTS inclusiva e emancipadora

Das contribuições de Paulo Freire para uma educação libertadora, consideradas desde a perspectiva da Educação CTS, destaco uma sequência de atitudes necessárias, começando pela importância de compreender a realidade do outro. Ser sensível à história de vida da comunidade, resgatando seus sofrimentos, mazelas e cicatrizes, provoca uma maior interação educador/educando e, a partir dessa vivência, a criação de condições favoráveis para a construção de conhecimento.

Em termos de educação científica e tecnológica, conhecer os modos de vida e produção locais, as possibilidades de diálogo entre diferentes saberes, e de negociação de saberes, visando a construção de conhecimento científico e tecnológico em bases críticas e ampliadas que atendam aos interesses e necessidades das comunidades, e que permita compreender sempre mais. Ser mais!

Outro aspecto de fundamental importância é a dialogicidade, fundamento e condição para a construção/identificação coletiva de problemas e soluções. O ato dialógico favorece a assunção do respeito às diferenças que caracteriza a alteridade, possibilitando reconhecer o outro como partícipe da construção dos saberes e não um depositário de conhecimentos “superiores” construídos em instâncias alheias, que Freire caracterizava como educação bancária. O reconhecimento das diferenças não implica em superioridade relacional, mas sim uma atitude necessária para o nivelamento das relações para a construção de saberes novos. Essa é uma condição importante para a superação das verticalidades em benefício da horizontalização no processo educacional.

Daí resulta a formação de cidadãos críticos. Os estudantes precisam ter essa consciência sobre diferentes pontos de vista, para aprenderem a ter outras perspectivas de um mesmo fato e poderem desenvolver senso crítico.

Como resultado, criam-se condições para o empoderamento social. A construção coletiva de percepções e de soluções de necessidades da comunidade produzem poder social, no sentido de melhoria das condições de vida de todas as pessoas. Tem relação com a construção de sentidos comuns da consciência social e da cooperatividade como parâmetros para melhoria das condições de existência coletiva.

Essa perspectiva freireana é particularmente apropriada para orientar as ações em Tecnologias Sociais envolvendo também a preservação socioambiental.

Nesse sentido, torna-se viável fazer ciência e tecnologia com as comunidades para a construção/identificação e solução de problemas usando os diferentes conhecimentos em relação de horizontalidade favorecendo a construção de novos conhecimentos.

Um exemplo dessa perspectiva, que considera os outros saberes e interesses na identificação e solução de problemas, é apresentada pela Tecnologia Social e pela Tecnociência Solidária. A tecnologia convencional que é desenvolvida pela e para a empresa capitalista, não serve aos interesses de inclusão social como aqui entendida. Contudo, através do reprojeto e adequação sociotécnica realizada de modo dialógico com as comunidades, a tecnologia convencional pode ser reconfigurada para o atendimento das necessidades e interesses dos diferentes grupos sociais (Thomas; Santos, 2016; Dagnino, 2019).

11. A importância dos temas locais

Os temas locais, ou temas que sejam de interesse de comunidades específicas (locais) são de vital importância, na medida em que se identificam com as pessoas em suas vivências comunitárias e possuem relação com a construção das condições de existência.

Freire nos ajuda nessa percepção, ao tratar do assunto no livro *Pedagogia do Oprimido* de 1975 (Freire, 2015). Naquilo que se caracterizou como método Paulo Freire, incluindo a investigação temática como forma de construção dos temas de interesse local, ou temas relevantes para as comunidades, que depois eram trabalhados pedagogicamente.

Trata-se, em última instância, de abordar questões problemáticas que não são percebidas pela comunidade, ou seja, tratar de explicitar/identificar/construir um problema a partir de um não-problema; isto é, o que é um não-problema para a comunidade que, entretanto, sofre seus efeitos (exemplo: verminose e mortalidade infantil provocada por falta de saneamento básico, que ao ser percebido como problema remete para a busca de solução, combinando reivindicação política com conhecimentos e práticas locais de resolução).

Em se tratando de ensino de ciências, é ademais necessário construir uma aproximação ao local, o que pode ser feito por meio do que Freire denomina de temas geradores, ou seja, a negociação/aproximação de um tema/problema considerado relevante pela comunidade, com os princípios científicos que podem lhe conferir sentido explicativo. (Cassiani, Giraldi, Linsingen, 2021, p.26).

12. Uma experiência de cooperação para formação de educadores em perspectiva CTSA crítica.

Em uma perspectiva socioambiental crítica, a educação CTSA potencializa a construção de consciência socioambiental relacionada a todas as formas de vida, valorizando e promovendo uma relação de respeito e inseparabilidade humano-natureza que remetem para a busca de equilíbrio e consequente redução da exploração dos bens naturais para fins de acumulação. Para agir de forma ética com o ambiente é necessário repensar escolhas, participar de ações que promovam a preservação e sustentabilidade e concomitante promoção de soberania alimentar.

Uma experiência de ação intercultural realizada através de um programa de cooperação educacional internacional Sul-Sul entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Nacional Timor-Lorosa'e (UNTL), em Timor-Leste, possibilitou exercitar a potencialidade da construção coletiva de problemas e apontar caminhos a seguir.

O tema escolhido em ação dialógica, Café do Timor-Leste, muito importante para aquele país, foi o da produção de café num país em que 80% da população vive da agricultura familiar. A escolha do tema deve-se ao fato do café ser uma das mais importantes fontes de renda de grande quantidade de famílias de agricultores timorenses nos distritos, subdistritos, sucros e aldeias e o principal produto de exportação do setor agrícola do país. Está intimamente ligado às suas tradições culturais e à história. Por essas razões, o tema foi identificado como potencialmente útil para ser tratado como uma questão CTSA relacionada com a educação Científica, Matemática e Tecnológica da UNTL.

O cultivo do café em Timor-Leste é uma tecnologia social de agricultura familiar de natureza tradicional que pode ser abordada na educação científica e tecnológica como Questão Sociotecnológica (QST) e/ou Sociocientífica (QSC), constituindo uma estratégia poderosa para a formação integral das pessoas para lidar de forma equilibrada com as questões socioambientais e a construção de soberania alimentar.

Em termos daquela sociedade, além disso, emergiram questões relacionadas à necessidade de preservação ambiental e, a partir daí, compreender os benefícios de se diversificar a agricultura familiar, incluindo a multicultura de alimentos juntamente com a produção do café, e a cooperatividade entre as famílias das comunidades agrícolas. Também foi identificada a necessidade de buscar alternativas atraentes para evitar o êxodo rural dos jovens. (Carvalho et al., 2025, p. 307-308).

13. Para seguir discutindo

A oportunidade de compartilhar saberes e de construir novos sentidos sobre os conhecimentos em um universo diverso, pluriétnico, plurilíngue e, sobretudo, pleno de conhecimentos diversos e situados, aos quais se deve dar igual importância, adquire uma dimensão estruturante da construção de sociedade democráticas e emancipadas.

A diversidade temática é potencialmente indutora do desenvolvimento de outras propostas baseadas em temas situados ou problemas locais, explorando temas diversos e atuais de expressiva repercussão que põem em questão o sentido de sustentabilidade na perspectiva da CT hegemônica, ao denunciar problemas relacionados ao uso de agrotóxicos, a poluição hídrica, a medicalização da vida, os transgênicos, a produção e uso de energia (hidráulica,

eólica, nuclear), a exploração de minérios, a manipulação climática e tantos outros que ainda se situam na zona do “não problema”, ou seja, um problema que não é sequer percebido pelas pessoas de uma determinada comunidade, país ou mesmo de um continente.

As pesquisas e produções de um campo interdisciplinar tão amplo como o dos Estudos CTS carregam a marca de sua época. Atentos aos eventos sócio-históricos, oferecem percepções consistentes da realidade e normalmente tornam-se referências de trabalhos e ações futuras e, desse modo, possuem potencial capacidade para transformar, participando assim dos processos de construção/transformação histórica.

Este ensaio propõe estimular a discussão de aspectos das relações C-T-S relevantes para o processo de formação em CT de países do sul global, tendo como referência os Estudos CTS, os Estudos Decoloniais, de Gênero e Étnico-raciais, visando ampliar a compreensão do campo da Educação como participante relevante do processo de emancipação social.

Nesse contexto, cabe desnaturalizar as percepções hegemônicas de Ciência e Tecnologia para compreender as suas naturezas e estabelecer relações com a sociedade considerando que o que está em pauta é a percepção de benefício social numa perspectiva emancipatória. Ou seja, trata-se de entender a CT como processos intrinsecamente sociais, permeados por interesses e valores, portanto não neutros e, por consequência, não superiores a outros conhecimentos.

No caso dos países do sul global, expostos a pressões externas e internas para aderir a um processo de desenvolvimento orientado por percepções hegemônicas de CT, e desejadas por aqueles atores políticos que imaginam ser esse o caminho mais adequado para o desenvolvimento na perspectiva dos países do capitalismo central, propõe-se, a construção de uma estrutura educacional orientada à interação entre conhecimentos CT e conhecimentos locais (tradicionais, consuetudinários, tácitos). Esse processo de ensino contextualizado às necessidades locais se apresenta como contraponto a indicar que os conhecimentos locais e ancestrais são igualmente importantes para o desenvolvimento autônomo das sociedades, e se insere nas propostas emancipatórias.

O que é ou não interessante e adequado para o desenvolvimento social de um país, dependerá de como a sociedade se percebe em termos sociais e ambientais. Nesse sentido, considerar ou não os diversos saberes como igualmente importantes, resultará em considerar as diferenças e buscar alternativas que sejam mais adequadas aos interesses, possibilidades e necessidades mais amplas de inclusão social.

Uma importante atitude no processo de construção de conhecimentos e solução de problemas é “escutar mais que pregar”, ou seja, realizar escuta ativa que dá vez e voz às diferentes percepções para a construção coletiva de problemas e soluções e a estruturação de modelos de resolução de problemas, algo que normalmente não é realizado explicitamente na formação dos especialistas.

Finalizando, uma educação científica e tecnológica inclusiva e emancipadora, ou no dizer de Paulo Freire, libertadora, com os sentidos e orientações aqui discutidos assume uma importância estruturante do conhecimento, na medida em que a formação das pessoas tem relação não apenas com os modos de vida em sociedade, mas com a vida em suas dimensões sociais, culturais e ambientais, ou de forma mais abrangente, com a inseparabilidade humano-natureza.

Referências

BIANCHETTI, Victor; CASSIANI, Suzani; LINSINGEN, Irlan von (Orgs.). **Educação CTS no Sul Global**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025. 358p.

CARVALHO, Julio; SARMENTO, Gradiana Esperança; ROSÁRIO, Lino Verdial; LINSINGEN, Irlan von. Café de Timor-Leste como uma questão CTSA para a educação Científica, Matemática e Tecnológica. In: BIANCHETTI, Victor; CASSIANI, Suzani; LINSINGEN, Irlan von (Orgs.). **Educação CTS no Sul Global**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025. p. 307-308.

CASSIANI, Suzani; GIRALDI, Patrícia Montanari; LINSINGEN, Irlan von. Outros mundos possíveis na Educação Científica e Tecnológica. In: DOS ANJOS, Maylta Brandão; SILVA, Edgar Miranda (Orgs.). **Ensino, ambiente, saúde e movimentos sociais** - Rio de Janeiro: Imperial Editora. (Coleção Temáticas em Ensino de Ciências; v.1) 2021, p.26

CASTRO-GÓMEZ, Santiago; GROSGOUEL, Ramón. (Orgs.). **El giro decolonial: reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global**. Bogotá : Siglo del Hombre; Universidad Central; Instituto de Estudios Sociales Contemporáneos y Pontificia Universidad Javeriana, Instituto Pensar, 2007.

CÉSAIRE, Aimé. **Discurso sobre o colonialismo**. Florianópolis : Letras contemporâneas, 2010.

DAGNINO, Renato. **Tecnociência solidária: um manual estratégico**. 1ª ed. Marília: Lutas Anticapital, 2019.

DILGER, Gerhard; LANG, Miriam; PEREIRA FILHO, Jorge (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extratativismo e alternativas ao desenvolvimento**. São Paulo : Fundação Rosa Luxemburgo, 2016.

DOS ANJOS, Maylta Brandão; SILVA, Edgar Miranda (Orgs.). **Ensino, ambiente, saúde e movimentos sociais** - Rio de Janeiro: Imperial Editora, 2021. (Coleção Temáticas em Ensino de Ciências; v.1)

LANDER, Edgardo. Com o tempo contado: crise civilizatória, limites do planeta, ataques à democracia e povos em resistência. In: DILGER, Gerhard; LANG, Mirian; PEREIRA FILHO, Jorge. (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extratativismo e alternativas ao desenvolvimento**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016. p. 215-253.

LANG, Miriam. Alternativas ao desenvolvimento. In: DILGER, Gerhard; LANG, Mirian; PEREIRA FILHO, Jorge. (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extratativismo e alternativas ao desenvolvimento**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016. p. 25-44.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

SANTOS, Boa Ventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (Orgs.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo : Cortez, 2010

THOMAS, Hernán; SANTOS, Guillermo. **Tecnologias para incluir**. Carapachay-AR: Lenguaje Claro Editora, 2016.

Recebimento: 28/6/ 2025

Avaliação: 19/7/2025

Aceite: 5/8/2025



www.revistabrasileiradeestudoscts.com

Essa publicação é exclusiva da Rev. Bras. Est. CTS.
A tradução e a revisão dos textos submetidos
são de inteira responsabilidade dos autores e co-autores.

Revista Brasileira
de Estudos CTS

Mantenedora



Este é um artigo em acesso aberto distribuído nos termos da
Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional.

