

**CONCEPÇÕES DE TECNOLOGIA-EDUCAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO: UM OLHAR HISTÓRICO-CRÍTICO PARA AS PESQUISAS CTS NA
EDUCAÇÃO BÁSICA**

**CONCEPCIONES TECNOLOGÍA-EDUCACIÓN Y DE DESARROLLO
TECNOLÓGICO: UNA MIRADA HISTÓRICO-CRÍTICA A LAS INVESTIGACIONES
CTS EN EDUCACIÓN BÁSICA**

**TECHNOLOGY-EDUCATION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
CONCEPTIONS: A HISTORICAL-CRITICAL LOOK AT STS RESEARCH IN BASIC
EDUCATION**

DOI: <http://doi.org/10.9771/gmed.v16i3.63095>

Gabriel da Rocha Barbosa¹

Mikaelly Ferraz de Oliveira²

Jhonny David Echalar³

Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar⁴

Resumo: O presente estudo investigou as concepções de tecnologia-educação e as abordagens para desenvolvimento tecnológico em pesquisas fundamentadas na abordagem CTS. Tomaram-se essas concepções e abordagens enquanto indicativos das relações entre forma e conteúdo nos artigos. A análise se justifica pela necessidade de se estabelecer uma coesão epistemológica dialética, ou seja, não dicotomizar as relações entre educação, ciência, tecnologia e sociedade. Nossas análises apontam que as práticas educativas efetivadas nas pesquisas desenvolvidas dissociam conteúdo e forma, e se aproximam de uma concepção crítico-reprodutivista de educação. Por fim, intencionando superar essas possíveis fragilidades, estabelecem-se apontamentos de superação da ordem hegemônica, a partir da Pedagogia Histórico-Crítica.

Palavras-chave: Tecnologia. Abordagem CTSA. Pedagogia Histórico-Crítica. Ensino de ciências. Relações conteúdo-forma.

Resumen: El presente estudio investigó los conceptos de educación tecnológica y enfoques de desarrollo tecnológico en investigaciones basadas en el enfoque CTS. Estas concepciones y enfoques se tomaron como indicativos de las relaciones entre forma y contenido en los artículos. El análisis se justifica por la necesidad de establecer una cohesión epistemológica dialéctica, es decir, no dicotomizar las relaciones entre educación, ciencia, tecnología y sociedad. Nuestros análisis indican que las prácticas educativas llevadas a cabo en las investigaciones realizadas disocian contenido y forma, y se aproximan a una concepción crítico-reproductivista de la educación. Finalmente, con la intención de superar estas posibles debilidades, se establecen apuntes para superar el orden hegemónico, basados en la Pedagogía Histórico-Crítica.

Palabras clave: Tecnología. Enfoque CTSA. Pedagogía Histórico-Crítica. Enseñanza de las ciencias. Relación contenido-forma.

Abstract: This study investigated the concepts of technology-education and approaches to technological development in research based on the STS approach. These concepts and approaches were taken as indicators of the relationships between form and content in the articles. The analysis is justified by the need to establish a

dialectical epistemological cohesion, that is, not to dichotomize the relationships between education, science, technology and society. Our analyses indicate that the educational practices implemented in the research developed dissociate content and form, and approach a critical-reproductive conception of education. Finally, with the intention of overcoming these possible weaknesses, we establish guidelines for overcoming the hegemonic order, based on Historical-Critical Pedagogy.

Keywords: Technology. CTSA approach. Historical-Critical Pedagogy. Science teaching. Content-form relationship.

Introdução

O movimento conhecido como Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) começou no século XX em diferentes partes do mundo, tendo como motivações, a insatisfação com a concepção tradicional da ciência e da tecnologia, os problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e à degradação ambiental. Os estudos em CTS foram desenvolvidos em três campos distintos: o campo acadêmico, o das políticas públicas e o da educação. Apesar de serem diferentes, esses campos estão relacionados e se influenciam reciprocamente (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).

No Brasil, as pesquisas sobre este assunto na educação começaram nos anos 1990, e o interesse e o desenvolvimento desse assunto aumentaram rapidamente. Diversos trabalhos, comunicações em eventos, artigos em periódicos especializados, teses e dissertações, resultaram da discussão sobre a incorporação da abordagem CTS para a educação científica. A diversidade metodológica e a polissemia na educação científica contribuíram para ampliar esta produção. Para Strieder e Kawamura (2017), no entanto, a complexidade das questões que permeiam a ciência, tecnologia e sociedade dificulta implementar a abordagem CTS em várias atividades educacionais, pois envolvem vários aspectos sociais, culturais, históricos, políticos e financeiros.

Compreendemos que a polissemia de um conceito se constitui enquanto uma limitação nuclear para o desenvolvimento de discussões robustas e profundas sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, sobretudo na Educação Escolar, dado os múltiplos significados que as diferentes perspectivas teóricas atribuem a esses termos. Dessa forma, incide sobre o campo CTS a possibilidade da adoção de pressupostos teóricos ecléticos, que na superficialidade podem estar relacionados, mas que, em sua essência, podem carregar consigo concepções de mundo diferentes ou até mesmo antagônicas. Ao adotá-las sem a devida reflexão crítica, acabamos reproduzindo, de forma intencional ou não, tais concepções disformes nas práticas educativas.

Neste trabalho, em uma concepção dialética, compreendemos que essas construções humanas - educação, tecnologia, ciência e sociedade - são históricas, interdependentes e possuem múltiplas determinações. Todavia, sob a ótica dos estudos epistemológico e didático, podemos discutir apenas um destes elementos - a tecnologia, de modo a compreender como ela se manifesta nas propostas de ensino para a educação básica orientadas pelas perspectivas CTS. Isto, pois, assim como os demais elementos estruturantes da CTS, a tecnologia possui diversas concepções e relações com a ciência, a sociedade e a educação. Na educação, as visões sobre a tecnologia e o seu papel social, podem ser transmitidas para e pela CTS, pré-determinando o papel e a função dela na área sem que ocorram reflexões mais profundas

sobre as múltiplas relações estabelecidas entre ciência, tecnologia, sociedade e educação. Analisaremos mais a fundo as relações entre tecnologia e as perspectivas CTS nas pesquisas educacionais vinculadas à educação básica⁵.

Intencionando superar tais limitações, compreendemos que é necessária uma profunda reflexão epistemológica e pedagógica a respeito das possíveis relações entre ciência, tecnologia e sociedade no âmbito da educação escolar, a fim de estabelecer relações coerentes entre as visões de mundo que fundamentam tais elementos e as finalidades educativas de quem as adota. A tese de Oliveira (2019) já se debruçou sobre a submissão da ciência à tecnologia na contemporaneidade e sua objetivação nas pesquisas que estudam o ensino de Ciências da Natureza e as tecnologias. Este texto, insere-se neste movimento ao refletir especificamente a respeito da tecnologia e suas relações com os conteúdos e as formas de ensino dentro das produções da abordagem CTS. Posto isso, o objetivo da presente pesquisa é investigar como as propostas de ensino para a educação básica, fundamentadas nas perspectivas educacionais CTS e publicadas no Brasil entre 2018 e 2022, se apropriam da tecnologia para pensar a relação entre forma e conteúdo na educação escolar.

Fundamentos teóricos e epistemológicos

No contexto do movimento CTS na educação, Strieder e Kawamura (2017) compreendem que ela se fundamenta em parâmetros e propósitos da educação CTS. A dimensão *Parâmetros da Educação CTS* busca explicar a maneira que as relações CTS são abordadas no contexto da educação.

[...] (i) racionalidade científica, (ii) desenvolvimento tecnológico e (iii) participação social, cujos sentidos e características são discutidos na sequência. Cada um deles pretende expressar, internamente, articulações entre aspectos relacionados tanto à ciência e à tecnologia, quanto à sociedade, evitando formas de segmentação dos mesmos; representam assim, princípios ou referências a partir dos quais é possível estabelecer e caracterizar relações entre os três elementos da tríade CTS e entre esses e a educação científica. (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 33)

Para as mesmas autoras, os *Propósitos da educação CTS* nos indicam que há três grandes grupos complementares no processo de formação científica, quais sejam: “(i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania e (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 42).

Nesta pesquisa, no campo dos parâmetros, as abordagens para *desenvolvimento tecnológico* foram tomadas enquanto indicativos do conteúdo para a tecnologia. Isso porque, na estrutura analítica elaborada por Strieder e Kawamura (2017), essas abordagens compõem um quadro mais amplo que sintetiza “os vários significados atribuídos à tecnologia, relacionados ao estudo da técnica, à ciência, à artefato, à instrumento, à organização de ações, a um sistema de relações, a um sistema sociotécnico, etc” (p. 36). Assim, essas múltiplas compreensões sobre o desenvolvimento tecnológico, reivindicam

também uma compreensão de quais determinações são mais relevantes para se compreender o fenômeno.

Sob essa vertente, temos que as diferentes abordagens sobre desenvolvimento tecnológico são possíveis na educação CTS, as quais estão centradas em dimensões:

- (1D) abordar questões técnicas;
- (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade;
- (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico;
- (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias;
- (5D) discutir a necessidade de adequações sociais (STRIDER; KAWAMURA, 2017, p. 37).

De modo a conceituar o que é tecnologia, Peixoto (2023) a define como uma produção humana, histórica e social, nutrida pelas técnicas e que compõem a cultura humana. Para pensar os processos de produção tecnológica, científica e inserção de artefatos no ambiente escolar, a autora propõe uma discussão de natureza epistemológica a respeito das relações entre educação e tecnologia. Tais relações possuem duas abordagens explicativas: a abordagem tecnocentrada (determinismo e instrumentalismo tecnológicos) e a abordagem crítica/dialética.

No determinismo tecnológico, Peixoto (2015, p. 320) aponta que a tecnologia é “[...] considerada um sistema autônomo que se desenvolve segundo uma lógica própria que influencia seu contexto; ou seja, a dinâmica intrínseca à tecnologia impõe-se à sociedade”. Nessa perspectiva de tecnologia, os elementos culturais estariam desvinculados da sociedade e os sujeitos seriam neutros diante dos objetos técnicos. Além disso, essa visão acredita que a tecnologia traz efeitos positivos e negativos sobre a sociedade e que ela não é controlada pelo ser humano, o que moldaria a sociedade conforme os ideais de progresso e de eficiência que esta postula (PEIXOTO, 2023).

Já na perspectiva instrumental, a tecnologia é vista como um artefato neutro, descolada da cultura e tendo a centralidade dos sujeitos. Nela o objeto técnico possui características próprias, sendo: flexível, adaptável e moldado pelo desejo humano, logo na educação, é considerada como facilitadora do trabalho docente (PEIXOTO, 2015). A tecnologia nessa perspectiva é reconhecida como um simples instrumento ou ferramenta que o ser humano utiliza para satisfazer suas necessidades.

Enfim, a abordagem tecnocêntrica é fundamentada na lógica formal, hegemônica e dicotômica para pensar as relações entre sujeito social e objetos, logo contém as perspectivas deterministas e instrumental. Na sociedade do capital, em especial em sua roupagem neoliberal, é corriqueiro observar posicionamentos governamentais, midiáticos e na própria sociedade que oscilem entre as perspectivas, visto que tal condição garante uma leitura da realidade de modo caótico e aparente, logo mecanismos de exploração, alienação e controle. Marx já nos afirmava em *O Capital – crítica da economia política* “[...] aliás, toda ciência seria supérflua se houvesse coincidência imediata entre a aparência e a essência das coisas (...)”. (MARX, 2008, p. 180).

Na busca por compreender a essência das relações entre educação e tecnologia, a perspectiva sociotécnica se vincula à abordagem crítica para pensar essas relações e pode ser o caminho para se

fundamentar na lógica dialética. Para essa perspectiva, a “tecnologia é vista como uma construção social”, logo “dinâmica, conduzida pela relação constantemente reavaliada entre finalidades e meios, disposições e condições, expectativas e respostas” (PEIXOTO, 2015, p. 329). Em uma análise crítica e dialética para pensar a realidade, a tecnologia é vista como:

(...) é produto e processo da vida coletiva, a partir das relações estabelecidas entre homem e natureza e entre homem e meios de produção. Ela é um constructo social que contém em si mesma o princípio do pensamento científico, fruto da atividade intencional, produtora da vida social humana. (OTTO; OLIVEIRA, 2020, p. 89)

Desse modo, ela é compreendida de uma forma mais ampla, como uma construção humana, um artefato sócio-histórico, que se constitui nas diferentes formas de apropriações individuais e coletivas dos sujeitos. Logo, ela não é neutra, pois está inserida no contexto da sociedade capitalista (PEIXOTO, 2015).

Percursos da pesquisa

Para o desenvolvimento da investigação, foi feito o levantamento dos artigos no Portal de Periódicos CAPES⁶. Para a busca do material, empregaram-se operadores Booleanos, com o seguinte termo de busca: CTS OR CTSA OR CTS/A. Por meio da ferramenta de busca avançada empregaram-se os seguintes critérios de seleção: I) Artigos publicados entre 2018 e 2022⁷; II) Artigos publicados em língua portuguesa; III) Artigos publicados em revistas de qualis “A” segundo o evento de classificação do quadriênio 2017-2020.

Em sequência foi feito um refinamento do material levantado. Primeiramente, a partir da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, foi feita a verificação se os artigos realmente atendiam aos critérios de seleção anteriores. Posteriormente, o material levantado foi filtrado a partir de um novo critério: foram selecionados os artigos que estabeleçam relação direta e intencional com a Educação Escolar Brasileira, excluindo, por exemplo, artigos voltados para educação em espaços não formais e para análise de documentos curriculares de outros países. O conteúdo deste material foi tabulado, explicitando as seguintes informações: I) Título; II) Palavras-chave; III) Ano de publicação e IV) Revista, finalizando a terceira etapa.

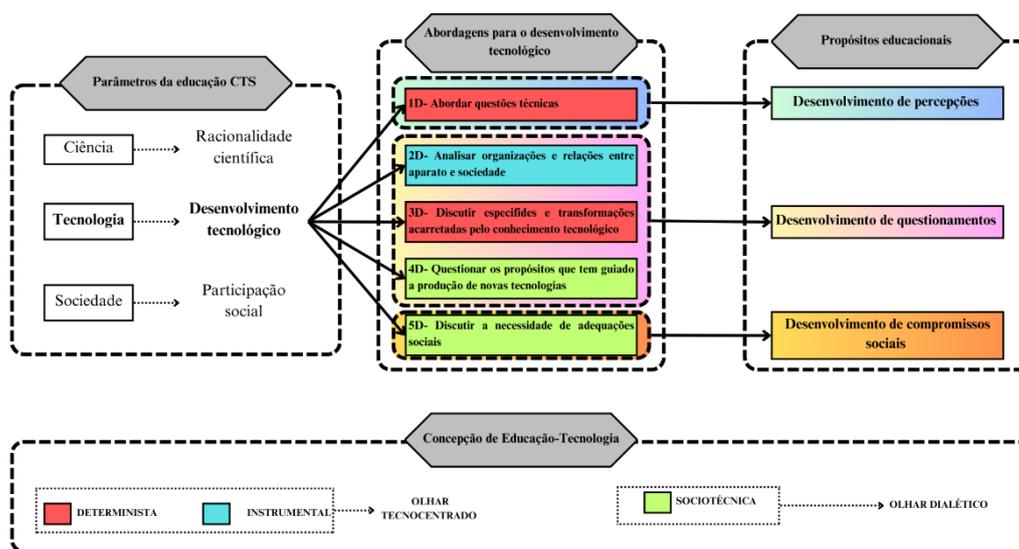
Os artigos identificados foram lidos integralmente, em seguida, seus objetivos foram destacados e tabulados. Assim, foi possível aplicar o último critério de seleção da pesquisa: selecionamos os artigos propositivos voltados para o ensino. De acordo com Larocca, Rosso e Souza (2005, p. 126) podemos classificar enquanto propositivos os trabalhos que, em seus objetivos, “sugerem a elaboração de ações, propostas, planos e alternativas”. No caso desta pesquisa, selecionamos os artigos que elaboram e/ou executam tais propostas no campo de ensino. Para identificar esse elemento, consideramos como voltados para o ensino aqueles artigos que abrangem o ensino das ciências sob a perspectiva dos métodos utilizados, propostas e aplicação de novas abordagens de ensino, assim como a criação de materiais educativos (TEIXEIRA, 2009).

Além disso, também identificamos se essas propostas de ensino eram empíricas ou teóricas. Propostas empíricas são aquelas que foram executadas e avaliadas no espaço escolar, assim esses artigos, por meio da prática pedagógica, avaliam, desenvolvem e reelaboram na prática atividades de ensino fundamentadas nos pressupostos teóricos do CTS/CTSA. São, portanto, artigos que relatam experiências e/ou analisam a prática docente e /ou o ensino e a aprendizagem. Já as propostas de ensino teóricas, elaboram propostas de ensino e/ou mobilizam aspectos teóricos e conceituais para fundamentar proposições de sequências didáticas e o desenvolvimento de atividades de ensino e aprendizagem, sem serem efetivamente realizadas. Ao final da identificação desses elementos, os artigos selecionados foram ordenados a partir de sua data de publicação e a eles foi atribuída uma codificação (A1, A2, A3 etc).

A posterior análise objetivou compreender como as pesquisas na abordagem CTS/CTSA se apropriam da tecnologia para pensar as suas formas e seus conteúdos de ensino. Para isso, buscamos artigos propositivos, sejam eles empíricos ou teóricos, elementos que destacassem a relação da tecnologia com a educação, analisando se essa relação se dava no campo das formas de ensino ou no campo dos conteúdos.

Neste trabalho, faremos o exercício de aproximar os estudos de Peixoto (2012; 2015; 2023), enquanto a forma como as relações se estabelecem entre educação e tecnologia, denominando-a por “concepção de educação-tecnologia” ou “forma”; com os de Strieder e Kawamura (2017), no âmbito de conseguirmos discriminar quais determinações os proponentes das propostas pedagógicas consideram fundamentais ao se abordar o tema *desenvolvimento tecnológico*, como “conteúdo da tecnologia” na pesquisa (Figura 1).

Figura 1 - Relações entre as concepções de educação-tecnologia (PEIXOTO, 2015) e as abordagens para o desenvolvimento tecnológico (STRIEDER; KAWAMURA, 2017).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Compreendemos que tais constituintes da relação forma-conteúdo articulam-se aos fundamentos da Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), que ao tomar enquanto objetivo da educação

escolar a socialização do saber sistematizado, compreende que “a questão central da pedagogia é a questão dos métodos, dos processos.” (SAVIANI, 2003; 2011, p. 65).

A delimitação das finalidades (para que ensinar), do(s) objeto(s) (o que ensinar), das respectivas formas materializadas em ações e operações (como ensinar), bem como, a devida consideração do destinatário (a quem se ensina) e das condições objetivas do trabalho educativo (em quais condições) compõe o conjunto das determinações e relações existentes entre a totalidade dos elementos constitutivos desta atividade humana denominada ensinar (MARSIGLIA *et al.*, 2019, p. 13).

Assim, a forma é a dimensão do trabalho educativo relacionada à conversão do saber elaborado em saber escolar e está diretamente relacionada ao repertório de recursos didático-pedagógicos que os professores identificam, selecionam e organizam, visando a estruturação de sua atividade objetivando que os estudantes se apropriem do conhecimento historicamente sistematizado, estabelecendo-se assim, uma indissociabilidade entre forma e conteúdo (MARSIGLIA *et al.*, 2019).

A partir da leitura integral da matriz empírica, identificou-se nos artigos a abordagem para o *desenvolvimento tecnológico* e as concepções de tecnologia-educação. Estas informações foram utilizadas para construir um quadro relacional que subsidiou a análise e discussão a respeito da relação conteúdo-forma.

Articulação entre as concepções de educação-tecnologia e as abordagens para o desenvolvimento tecnológico na literatura

Com o primeiro levantamento encontramos 59 artigos correspondentes aos termos de busca. Com o refinamento feito na segunda etapa, aplicando os critérios de exclusão, obteve-se 53 artigos, publicado pelas seguintes revistas: Revista *Insignare Scientia* (20 artigos); Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (15 artigos); Ciência & Educação (11 artigos) e Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia (7 artigos). Na terceira etapa, após a leitura integral dos 53 artigos, verificamos que 24 apresentam proposições para o ensino, dos quais 12 são teóricos e 12 empíricos. Estes 24 artigos constituíram nossa matriz empírica (Quadro 1).

Quadro 1 - Matriz empírica obtida a partir do levantamento e seleção dos artigos que discutem CTS na educação básica.

Ano de publicação	Cód.	Título	Revista
2022	A1	<i>Automedicação: uma proposta para o Ensino de Física a partir da perspectiva da Educação CTS</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A2	<i>O estudo de caso de ensino “Quando eu descobri que a via láctea era uma reunião de antas”: a educação CTS em ensino de ciências a partir de temas regionais decoloniais</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A3	<i>Alunos portadores do TDAH e a Educação CTS: contribuições no processo de ensino e aprendizagem</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A4	<i>A utilização de um microbiodigestor como recurso didático no ensino de Química</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>

	A5	<i>O ensino de ciências a partir da temática mineração: uma proposta com enfoque cts e três momentos pedagógicos</i>	<i>Ciência & Educação</i>
2021	A6	<i>Ensino de ciências na educação infantil: uma proposta lúdica na abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS)</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A7	<i>Ensino de biotecnologia a partir do enfoque CTSA: problematização sobre o uso e o descarte de medicamentos</i>	<i>Alexandria</i>
2020	A8	<i>As contribuições das ilbas interdisciplinares de racionalidade na relação museu-escola</i>	<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</i>
	A9	<i>A utilização do RPG “Epidemia” como estratégia metodológica para o ensino de Ciências e Geografia no Ensino Fundamental a partir de uma perspectiva CTS</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A10	<i>A farinha de mandioca e as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) como valorização do conhecimento tradicional no ensino de ciências.</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A11	<i>Termoquímica na perspectiva CTSA para o ensino de química por meio das TIC</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A12	<i>Avaliando propostas de ensino baseadas em questões sociocientíficas: reflexões e perspectivas para ciências no ensino fundamental.</i>	<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i>
	A13	<i>O ensino de Biologia com enfoque CTSA: uma abordagem sobre educação ambiental e sustentabilidade no ensino médio da rede pública do estado do Ceará</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
2019	A14	<i>Doenças negligenciadas: proposta de uma sequência didática pautada no enfoque CTS</i>	<i>Revista Insignare Scientia</i>
	A15	<i>Jogo computacional 3D em primeira pessoa: uma possibilidade para o ensino de química</i>	<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia</i>
	A16	<i>O rap na Educação Científica e Tecnológica</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A17	<i>Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da ciência-tecnologia na sociedade</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A18	<i>Agrotóxicos no Brasil: uma visão relacional a partir da articulação freire-CTS</i>	<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i>
	A19	<i>Educação em ciências nos tempos de pós-verdade: reflexões metafísicas a partir dos estudos das ciências de Bruno Latour</i>	<i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência</i>
2018	A20	<i>Educação CTS e a não neutralidade da ciência-tecnologia: um olhar para práticas educativas centradas na questão energética</i>	<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia</i>
	A21	<i>Escrita e autoria em texto de iniciação científica no ensino fundamental: uma outra relação com o saber é possível?</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A22	<i>A obra Admirável mundo novo no ensino interdisciplinar: fonte de reflexões sobre ciência, tecnologia e sociedade.</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A23	<i>Planejamento de uma sequência didática sobre energia elétrica na perspectiva CTS</i>	<i>Ciência & Educação</i>
	A24	<i>A rede temática e o ciclo temático na busca pela cultura de participação na educação CTS</i>	<i>Alexandria</i>

Fonte: Elaboração dos autores, a partir do levantamento e seleção dos artigos em revistas.

Nestes artigos as palavras-chave mais recorrentes foram: *CTS* (13); *ciência, tecnologia e sociedade* (8); *educação CTS* (5); *Ensino de Ciências* (4); *abordagem CTS* (4); *educação científica* (4); *Ensino de Química* (4); *CTSA* (3). As palavras-chave relacionadas à tecnologia foram pouco recorrentes: *Tecnologias da Informação e Comunicação*, *TIC* (1); *Tecnologia Social* (1) e *Não neutralidade da ciência e tecnologia* (1). Esse levantamento das

palavras-chave, presentes nos artigos, indicam quais são as preocupações centrais destes textos, sendo uma manifestação de uma certa polissemia referente ao campo CTS, ora trabalhado enquanto Educação CTS, ora como Abordagem CTS ou como educação CTS. Além disso, percebe-se que temas diretamente relacionados à tecnologia não se constituem enquanto objeto recorrente de estudo e análise dos artigos levantados, não obstante, o termo *tecnologia* não foi empregado enquanto palavra-chave em nenhum dos 53 artigos levantados.

Muitas vezes os artigos analisados, e até mesmo o de Strider e Kawamura (2017) não demarcam de forma explícita qual a concepção de educação adotada e sim uma proposta de ensino. Além disso, são discutidos e fundamentados conceitos como: educação científica e/ou tecnológica, educação CTS/A, abordagem CTS/A, alfabetização científica e/ou tecnológica, etc. Compreende-se que essas diferentes terminologias refletem diferentes concepções de educação e/ou ensino, sendo uma consequência direta da heterogeneidade do campo e estudos CTS. É importante considerar também que essa heterogeneidade e diversidade de terminologias pode ser explicada pelos múltiplos campos de pesquisas que se relacionam a CTS, visto que tais discussões não se iniciaram no âmbito da educação escolar.

Diante deste cenário complexo e dos referenciais teóricos aqui defendidos, esta pesquisa adota em suas discussões as terminologias “Educação Escolar” e “Abordagem CTS”. Defende-se a terminologia “abordagem” para se referir à CTS visto que seus pressupostos teóricos se destinam ao ensino e, por si só, não são suficientes para caracterizar a totalidade das dimensões que estruturam a Educação, sobretudo em suas determinações de natureza ontológica. Ainda é pertinente observar que enquanto uma pesquisa alinhada à PHC, as discussões se dão no âmbito do trabalho educativo que se dá na educação escolar e, em vista disso, compreende que o trabalho educativo:

(...) exige uma atividade especificamente humana que possa articular dialeticamente a relação conteúdo e forma na socialização do saber sistematizado, atividade norteadas por finalidades (objetivos a atingir) e que esteja organizada de modo a articular e colocar em movimento os processos de ensino (transmissão) e aprendizagem (apropriação) desse saber, agora convertido em saber escolar. (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 7).

Por meio do resultado da pesquisa e análise dos artigos, conseguimos verificar indícios de como a forma (concepções da relação educação-tecnologia) se relaciona com o conteúdo (desenvolvimento tecnológico), a partir de como os artigos apresentaram as propostas de ensino, usando a tecnologia no ensino de ciências sob os fundamentos da abordagem CTS. Identificamos, também, aqueles que não estabeleciam relações com a tecnologia tanto no que denominamos por forma ou por seus conteúdos (Tabela 1).

Tabela 1 - Concepção tecnologia-educação (forma) e as abordagens de desenvolvimento tecnológico (conteúdo) presentes nos artigos analisados.

			Tecnologia-Conteúdo					Ñ
			DP	DQ			DCS	
			1D	2D	3D	4D	5D	
Forma	Tecnocêntrica	Determinista	-	-	A20	-	-	A11
		Instrumental	-	A5; A10	A17; A24	A2; A9	-	A16
		“Sem relação” explícita tecnologia-forma	-	-	-	-	A1; A8; A12; A14; A15	-
	Sociotécnica	-	A7	-	A3; A4; A6; A19; A21; A22; A23	A13; A18	-	

DP - Desenvolvimento de percepções. DQ - Desenvolvimento de Questionamentos. DCS - Desenvolvimento de Compromissos Sociais. Ñ - Não apresenta relação tecnologia-conteúdo.

Fonte: elaborado pelos autores a partir da análise artigos.

Podemos sinalizar que, de maneira geral, os resultados encontrados na leitura e análise dos artigos que compõem o *corpus* dessa pesquisa, estabelecem uma coerência epistemológica e/ou metodológica em relação à forma e ao conteúdo, seja em uma perspectiva de manutenção do *status quo* ou de busca por transformação da sociedade que temos. No que diz respeito às relações entre educação e tecnologia (chamamos de “Forma”), catorze se vinculam a lógica tecnocêntrica, sendo sete de uma concepção instrumental, dois na determinista e cinco não apresentam relações entre tecnologia e forma. Outros dez artigos aproximam-se de uma concepção crítico-dialética sobre as relações entre tecnologia-educação.

Nas pesquisas acadêmicas analisadas por Oliveira (2019) sobre tecnologia e educação da área de Ciências da Natureza, de um modo geral, ainda se fundamentam sob a ótica hegemônica e lógica formal. A autora assevera que

A ênfase dada à prática, em detrimento da teoria, reduz o foco ao atendimento de necessidades alienadas e imediatas, não buscando a essência da relação entre sujeito, conhecimento, ensino e seu contexto. A formação fragmentada é ocultada na proposta de ensino que supostamente colabora para a inserção social. Na realidade, essa formação identifica-se com a reprodução de conteúdos ao invés de proporcionar condições para a sua apropriação. Assim, os sujeitos são orientados para a inserção na cadeia produtiva, mas não para a mudança de sua condição enquanto classe. Tal ocultamento é uma estratégia importante de manutenção do cenário de exploração dos trabalhadores, reforçando a ideologia dominante (OLIVEIRA, 2019, p. 187).

O olhar hegemônico estabelece uma abordagem unidirecional entre os aparatos e os sujeitos. Perde-se de vista a relação recíproca entre objetos técnicos e sujeitos sociais que determinam e são determinados uns pelos outros sucessivamente. Desta forma, os artigos A2; A5; A9; A10; A11; A16; A17; A20 e A24, estão alinhadas à perspectiva tecnocêntrica da relação educação-tecnologia tanto em suas formas quanto em seus conteúdos, que são superficiais e limitadoras do olhar sobre as relações entre artefato e sociedade.

Compreendemos que não é possível atingir esses objetivos exclusivamente a partir das abordagens 1D, 2D e 3D, uma vez que tais abordagens estabelecem uma relação unidirecional entre os impactos da CT na sociedade, não contemplando as múltiplas determinações referentes à complexa relação entre ciência, tecnologia e sociedade. As abordagens 2D e 3D, que se referem à tríade CTS, não vão além da discussão dos impactos da CT na sociedade. Tais discussões são acríicas, pois não questionam as intencionalidades políticas, sociais e econômicas que orientam a produção e desenvolvimento da CT. Intencionalmente ou não, estes artigos estão epistemologicamente coerentes, ao pensar as formas de ensino a partir de uma perspectiva determinista e instrumental.

Entretanto, essa coerência epistemológica, não abona suas potenciais fragilidades no que diz respeito à formação dos sujeitos. A educação emancipadora objetiva que os sujeitos se apropriem das múltiplas relações e dos significados das produções humanas no decorrer da história. Esse processo de apropriação da produção humana, complexifica a constituição psíquica dos sujeitos, incorporando-se as bases elementares e estruturais do psiquismo em todos os períodos de desenvolvimento (MARTINS, 2016).

O trabalho A20 expressa bem essa não-reflexão ao considerar que a tecnologia por si só tem o poder de facilitar a compreensão da ciência por alunos com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), pois parte do pressuposto que inovações tecnológicas estão presentes na vida e cotidiano destes sujeitos, independente de quem sejam:

Utilizar atividades didáticas de pesquisa, debates, jogos, relacionando o cotidiano do aluno com TDAH e os problemas que a tecnologia pode trazer para a sociedade, poderá facilitar sua compreensão de como a Ciência contribui para a aplicabilidade do que é abordado em sala de aula com o seu dia a dia. [...] é necessário valorizar seu conhecimento prévio em relação às questões tecnológicas, como possibilidade de avançar na Ciência. Pois, as inovações desses aparatos tecnológicos estão presentes em seu contexto e influenciam profundamente a relação entre o homem e a natureza (A20, p. 266-268, grifo nosso).

De um ponto instrumental, o artigo A4 insere-se nesta lógica ao propor uma discussão sobre os desafios de pesquisar novas tecnologias para a produção de energia no Brasil, de modo a satisfazer a dependência energética do Brasil sem ignorar os impactos sociais e ambientais que poderão ser causados com ações imediatas. No desenvolvimento didático desta proposta, o artigo apresenta o simulador virtual PhET⁸ como recurso didático no ensino de Física, concluindo que:

As ferramentas tecnológicas propiciam aos alunos acessar dimensões antes inacessíveis, como os modelos químicos e físicos. Visto que a simulação é um modelo, não conseguimos compreender sem a ajuda dessas tecnologias. No máximo, entendemos sua existência por figuras estáticas em livros didáticos. Nessa perspectiva, os simuladores computacionais são interessantes por promover um dinamismo e uma facilidade na alteração das propriedades que são estudadas, de modo, a favorecer a relação do aluno com o conceito a ser estudado (A4, 2018, p. 876, grifo nosso).

Não questionamos o potencial suporte à compreensão de modelos químicos e físicos pelo uso do PhET, visto que os artefatos tecnológicos são produzidos a partir de finalidades diversas, e simulações de fenômenos e processos podem ser auxiliares à sua compreensão. Contudo, as intencionalidades

pedagógicas não se efetivam unicamente pelo uso do artefato ou recurso, uma vez que “a apropriação social e cognitiva de objetos técnicos varia segundo a cultura, a localização geográfica ou as condições econômicas dos sujeitos sociais” (PEIXOTO, 2015, p. 324).

Assim, para além do artefato e do recurso, o professor tem um papel central na dinâmica do trabalho pedagógico desenvolvido. É o professor que seleciona o recurso e estabelece relações entre o recurso e o conteúdo, desta forma, a compreensão dos modelos e simulações só se dá, primeiramente, devido ao trabalho pedagógico que estabeleceu essa compreensão, sendo que o objetivo e o recurso utilizado se constituem enquanto um dos elementos da mediação didática, uma vez que “os usos estão ligados não apenas aos objetos, mas também aos contextos precisos dos quais eles fazem parte” (PEIXOTO, 2015, p. 327).

Quanto aos trabalhos A1; A8; A12; A14 e A15, não foi identificada discussão de qualquer aspecto à relação tecnologia-educação (forma), fato que se compreende como adesão dos autores à lógica hegemônica instituída. Adotamos tal análise por entender que a falta de um olhar crítico sobre tais estruturas resulta em aproximação com a concepção de neutralidade, ou seja, um elemento estruturante da ideologia técnico-instrumental que, inserida no atual contexto histórico, caracteriza o neotecnicismo contemporâneo em suas variadas determinações.

Buscando subverter a lógica tecnocêntrica, temos 10 pesquisas (A3; A4; A6; A7; A13; A18; A19; A21; A22 e A23) que se vinculam ao desenvolvimento tecnológico sob as dimensões 2D, 4D e 5D e, sob uma concepção crítico-dialética sobre as relações entre tecnologia-educação. A recorrência deste olhar está diretamente relacionada às particularidades do movimento CTS na América Latina, denominada como Pensamento Latino-americano em CTS (PLACTS). Tal perspectiva se desenvolveu nos anos de 1960, compreendendo que as discussões sobre CTS importadas dos ciclos intelectuais europeus e americanos e suas concepções de desenvolvimento científico e tecnológico não era capaz de analisar as necessidades particulares regionais do povo latino-americano (DIAS; DAGNINO, 2007). Assim, a PLACTS além de questionar as consequências sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, também estabelece uma crítica ao “modelo de política científico-tecnológica adotado nos países latino-americanos” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 28).

Auler e Delizoicov (2015) discutem as reflexões sobre o respeito à educação estabelecida pelo PLACTS, argumentando que suas propostas de ensino são influenciadas pela não neutralidade da ciência e da tecnologia. Essas propostas intencionam criar um processo de independência cultural, científica e tecnológica, rompendo com os moldes europeus e americanos. Destacam, também, a crescente relação entre o PLACTS e o pensamento político-pedagógico de Paulo Freire, no qual a dialogicidade e a participação social são elementos fundamentais do trabalho pedagógico, mobilizando-os para atender às necessidades específicas da comunidade escolar. Assim, ao voltarem-se para as demandas sociais, científicas e tecnológicas, tanto a abordagem 4D, quanto a 5D vinculam-se a esses pressupostos ao questionar os propósitos que têm guiado a produção de novas tecnologias, inserindo objetos técnicos e sujeitos sociais em um contexto mais amplo, determinado por relações econômicas e culturais. São,

portanto, abordagens críticas para o desenvolvimento tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2015; STRIDER; KAWAMURA, 2017).

Os conceitos científicos no ensino devem estar saturados de múltiplas determinações, permitindo a compreensão do processo de produção, das tendências de transformação e das múltiplas determinações com a realidade histórico-social complexa. Para a PHC, o sujeito se apropria de conceitos que instrumentalizam o reconhecimento, a interpretação, a compreensão e a explicação da realidade social complexa, orientando sua práxis consciente no mundo (SAVIANI, 2003; GALVÃO; LAVOURA; MARTINS, 2019).

A recorrência do par relacional concepção sociotécnica com as dimensões 4D e 5D emerge a busca por não dissociar entre forma e conteúdo no que se refere às relações entre tecnologia e educação. Desta forma, estes trabalhos escapam à sina das pesquisas educacionais sobre a temática, que tradicionalmente justificam o uso das tecnologias na educação pelas demandas da assim chamada “era digital” cuja ênfase está na forma de ensinar e não no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos (PEIXOTO; MORAES, 2017).

O artigo A6 parte de uma análise do discurso voltada para letras de rap e objetiva refletir sobre “quais possibilidades de construção de sentidos sobre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) podem ser desencadeadas a partir do Rap? Elas podem favorecer deslocamentos de sentidos que contribuam para uma educação transformadora?” (A6, p. 164). Após análise e discussão, o artigo sinaliza que:

[...] os diferentes grupos sociais interagem de maneiras distintas com os diversos artefatos de CT. Consequentemente, as práticas pedagógicas desenvolvidas em diferentes contextos precisam lidar com essa diferença de acesso e usufruto. [...] Sustentamos que o Ensino de CT precisa almejar ir além de seus meros conteúdos, em abordagens internalistas que os reduzem a simples objetos cognitivos, apartados de seu meio histórico-social. É preciso ampliar seus horizontes de abordagens, assumindo que as inúmeras dimensões que interferem nos conhecimentos de CT [...] As perspectivas emergidas a partir das músicas apontam para a necessidade de distanciar-se de temáticas demasiadamente genéricas (energia, produção de alimentos, aquecimento global, etc) – não excluindo também suas potencialidades, ampliando o espectro de opções de abordagens, construindo um arcabouço mais referenciado local e culturalmente (A6, p. 177).

Dentre os aspectos da abordagem sociotécnica mobilizados por esse artigo, destacamos que, no que diz respeito aos conteúdos de ensino, é contemplada a natureza das interações sociais das quais as tecnologias são objetos. Em relação à forma, o artigo pontua que os contextos de uso e a condições de acesso devem ser objetos de reflexão para o planejamento da prática pedagógica. Assim sendo, este trabalho, em suas proposições para as formas e os conteúdos de ensino, leva em consideração “as dimensões política e simbólica nas relações entre o acesso e a utilização das tecnologias” (PEIXOTO, 2015, p. 239).

Outro artigo deste grupo que merece ser destacado é o artigo A23, que desenvolve, a partir do referencial freiriano, uma sequência didática voltada para o ensino médio, baseada na obra literária *Admirável Mundo Novo*⁹. O objetivo da intervenção pedagógica desenvolvida foi abordar alguns temas presentes na obra como consumismo, uso de drogas, manipulação genética e exclusão social, a partir de

situações-problema provenientes do contexto fictício discutindo e debatendo-os para desenvolver uma visão crítica e humanística da realidade. O texto, ao discutir suas propostas, faz as seguintes problematizações e apontamentos:

Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem para o uso, mas uma educação na qual os estudantes possam refletir sobre a sua condição no mundo, frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

[...] os avanços tecnológicos nos trazem uma melhora na qualidade e expectativa de vida, por meio de, por exemplo, medicamentos, métodos diagnósticos e vacinas da infância à terceira idade. Mas, o que dizer de uma enorme parcela da população que permanece na marginalidade, embora tenha acesso a iPhones e equipamentos de última geração? (A23, p. 575).

É importante destacar que em nossa análise, consideramos que esses artigos se aproximam de uma concepção sociotécnica, isto, pois, nem sempre suas proposições partem de uma profunda reflexão das relações epistemológicas entre tecnologia e educação. Consideramos que nestes artigos emergem princípios que não direcionam para a dissociação entre forma e conteúdo, no que se refere às relações entre tecnologia e educação e no âmbito da abordagem CTS.

Temos trabalhos que divergem entre forma e conteúdo, como, por exemplo, o artigo A2, que adota uma postura instrumental articulada à abordagem 4D. O caráter instrumental das propostas de ensino presentes neste texto se dá a partir da descrição dos usos dos artefatos e recursos tecnológicos sem refletir sobre seus contextos e condições de uso. Por outro lado, o conteúdo trabalhado na proposta de ensino, demarca um compromisso com a compreensão de que o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico é um processo histórico, cultural, econômico e social. Assim, o conteúdo se afasta de uma concepção instrumental de tecnologia, que, por outro lado, é reiterada pela discussão sobre a forma. Por conseguinte, a não-reflexão epistemológica da relação educação-tecnologia o pode ocasionar a dissociação entre forma e conteúdo, que do ponto de vista da PHC, trata-se de entrave para uma prática pedagógica coerente, uma vez que as formas só fazem sentido, quando viabilizam a apropriação dos conteúdos (SAVIANI, 2011).

Essa não-reflexão epistemológica estende suas limitações para além das discussões relativas à educação-tecnologia, impactando diretamente as finalidades educativas mobilizadas. Ainda a respeito do A2, os autores estabelecem diálogos com perspectivas freirianias para a CTS, estabelecendo enquanto princípios orientadores de sua prática o relacionamento de diferentes áreas do conhecimento, a construção de um conhecimento dialógico, a formação cidadã, a formação de valores, incentivo à cultura de participação social e decolonialidade. Todavia, essas propostas de ensino tomaram como referência a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sem uma análise profunda de seus pressupostos. Pesquisas recentes vinculadas à pedagogia freiriana têm apontado inúmeras limitações, como o antagonismo entre as competências gerais apresentadas na BNCC e a compreensão de educação crítica e conscientizadora de Freire (HIPLER; FRAGA; SILVA, 2022).

O lugar do Freire na pesquisa CTS: elos entre conservar e superar

Ao longo do processo de análise, percebemos a recorrência de trabalhos que se fundamentavam em Paulo Freire para desenvolver suas discussões. Assim, emergiu-se a necessidade de mapear quais obras foram utilizadas pelos trabalhos e assim, investigar se há relação entre a adoção deste referencial pedagógico com a concepção de tecnologia-educação adotada pelos artigos. O quadro 2 indica quais são as obras citadas e sua ocorrência nos artigos.

Quadro 2- Pesquisas que adotam a perspectiva freiriana como concepção para as discussões no campo educacional.

Obra	Artigos
Pedagogia do oprimido (Freire, 1974,1987, 2005, 2009, 2011)	A1, A2, A3, A4, A7, A10, A13, A18, A21, A23
Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa (Freire, 1996)	A5, A14, A18
Extensão ou comunicação? (Freire, 1977,1983)	A3, A13, A22
Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido (Freire, 1996, 2009, 2011)	A6, A18
Conscientização: teoria e prática da libertação (Freire, 1979)	A3
Educação como prática de liberdade (Freire, 1967)	A4
Por uma pedagogia da pergunta (Freire, Faundez, 1985)	A18
Medo e ousadia: o cotidiano do professor (Freire, Shor, 1986)	A21

Fonte: elaborado pelos autores

No âmbito desta pesquisa, discutiremos especificamente as duas obras mais recorrentes. Dos 24 artigos analisados, 15 fazem associação da abordagem CTS às discussões de Paulo Freire e nove não fazem tal associação. Ao considerar tal relação foi elaborado o quadro 3, em que são apresentados os artigos que adotam a perspectiva freiriana como concepção educacional. O que se pode observar são dois grupos que emergem ao se relacionar tal constatação às informações da tabela 1 (Concepção tecnologia-educação (forma) e as abordagens de desenvolvimento tecnológico (conteúdo) presentes nos artigos analisados). O primeiro grupo de trabalhos apresenta convergência teórico-conceitual que nos permite compreender que, nestes, há uma maior discussão de superação da sociedade do capital (60%) e os demais 40% apresentam certa adesão à lógica crítico-reprodutivista (SAVIANI, 2003; 2011), por elaborarem reflexões críticas do aspecto educacional, mas aderir à lógica tecnocêntrica característica das relações de trabalho e produção capitalista (Quadro 3).

Quadro 3 - Panorama das relações entre, concepções educacionais, relação educação-tecnologia e abordagem CTS.

Trabalhos com possibilidade de superação das estruturas de manutenção do <i>status quo</i>	A3; A4; A6; A7; A13; A18; A21; A22; A23
Trabalhos com possibilidade de ser críticos reprodutivistas do <i>status quo</i>	A1; A2; A5; A10; A14; A24

Fonte: elaborado pelos autores.

O livro *Pedagogia do Oprimido*, de Paulo Freire, é um dos textos centrais que estruturam o pensamento educacional do referido autor, ao discutir a relevância da educação como um meio de emancipação da classe oprimida. Freire (2001) salienta a necessidade de incentivar e promover o pensamento crítico e a reflexão sobre a realidade social pela educação enquanto uma forma de emancipação dos oprimidos. Ele estabelece uma distinção clara entre a educação bancária, que perpetua a dominação de uma classe e a opressão, e a educação problematizadora, que pretende a igualdade e a libertação através da conscientização e da ação interativa (FREIRE, 2001).

Nesta obra, Freire destaca a importância da solidariedade, da práxis e do amor como elementos essenciais na luta por uma sociedade mais justa e igualitária, entendendo que a solidariedade é fundamental para a construção de uma sociedade mais justa, pois implica em agir em conjunto, apoiar e colaborar com os outros, especialmente com os oprimidos, em busca de um bem comum e da superação das desigualdades. A práxis é a integração entre a ação e a reflexão. O educador enfatiza a importância de agir de forma consciente e reflexiva, compreendendo a realidade em que se está inserido, refletindo sobre ela e agindo de forma transformadora para mudar essa realidade em direção a uma sociedade mais justa. E o amor, sob esta perspectiva teórica, não se restringe apenas ao sentimento, mas também à ação. O amor na educação envolve o respeito, a compaixão, a empatia e o comprometimento com o outro, especialmente com os oprimidos, visando a sua libertação e a construção de relações mais humanas e igualitárias (FREIRE, 2001).

Já o livro *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa* (FREIRE, 1996) enfatiza a relevância da autonomia e da emancipação dos educandos no processo educativo, compreendendo-os enquanto elementos cruciais para o desenvolvimento de indivíduos críticos e autônomos. Assim, Freire (1996) aponta a relevância de se organizar o ensino para que os alunos atuem de forma independente, responsável e consciente em relação ao seu aprendizado e à sua participação na sociedade. A obra traz destaque para a autonomia dos alunos, ao enfatizar a necessidade de que sejam protagonistas ativos na construção do seu conhecimento, na tomada de decisões e na resolução de problemas, incentivando o pensamento crítico, criativo e independente. A emancipação dos estudantes está relacionada à libertação de condicionamentos e opressões, incentivando-os a questionar, analisar e a agir de forma proativa em suas vidas e na sociedade, portanto, representa a libertação política, cultural, humana e social dos oprimidos (FREIRE, 1996).

Além disso, o autor aborda a ética, salientando a relevância de uma prática educativa fundamentada em valores éticos, como o respeito, a justiça e a responsabilidade. Também discute a estética, enfatizando a relevância da sensibilidade, criatividade e beleza no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, o livro também enfatiza o respeito pelos saberes dos educandos como um fator crucial para uma educação, e a diversificação do conhecimento para ampliar as perspectivas, incentivando a reflexão crítica, a criatividade e a autonomia dos alunos. A proposta de uma relação horizontal entre o educador e o educando é enfatizada, em contraponto a relações verticais, enfatizando

a participação ativa e colaborativa, o reconhecimento dos conhecimentos prévios dos alunos e a promoção de uma educação mais relevante, democrática e transformadora.

Desta forma, compreendemos que os princípios estabelecidos por Freire, em diálogo com a perspectiva CTS, no contexto latino americano, aproxima essa perspectiva do campo crítico educacional. Esta compreensão é descrita por Almeida e Strider (2021), como a integração Freire-CTS e propõe uma reflexão crítica sobre a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, buscando promover uma educação mais contextualizada e significativa. Isto, pois, estes pressupostos envolvem a superação da dicotomia entre conhecimentos científicos e não científicos, valorizando os saberes dos estudantes e promovendo a interação entre diferentes formas de conhecimento, buscando a promoção da conscientização crítica dos estudantes em relação aos impactos sociais, ambientais e éticos da ciência e da tecnologia (ALMEIDA; STRIDER, 2021). Essa abordagem visa não apenas transmitir conhecimentos científicos, mas também desenvolver habilidades de análise, reflexão e ação transformadora, por meio da problematização da atividade científico-tecnológica.

Ainda sobre a articulação entre Freire e CTS, e sua aproximação ao campo crítico educacional, Auler (2013) aponta elementos de convergência entre os pressupostos de Paulo Freire e o movimento CTS, destacando: a ênfase na importância de contextualizar o conhecimento, relacionando-o com a realidade dos estudantes e com questões sociais, políticas e econômicas; a defesa da participação ativa dos estudantes no processo educacional, estimulando a autonomia, o pensamento crítico e a reflexão sobre a realidade; a valorização do diálogo como ferramenta essencial para a construção do conhecimento; a interação entre diferentes saberes e o reconhecimento da importância da práxis, incentivando a aplicação do conhecimento na resolução de problemas da realidade social dos sujeitos.

Assim, compreendemos, que os referenciais supracitados, subsidiam análises e práticas críticas na Educação em Ciências, ao mobilizar diferentes aspectos de um compromisso político voltado, sobretudo, para a luta por justiça social por meio da prática educativa. Neste sentido, ainda que a superação do sistema capitalista não se apresente nos horizontes dos compromissos políticos estabelecidos pelos artigos analisados e os referenciais teóricos por eles mobilizados, compreendemos que há elementos que possibilitam um diálogo que pode inserir tais discussões no âmbito de uma educação contra-hegemônica.

Na contradição, entretanto, se por um lado os compromissos políticos estabelecidos pela articulação Freire-CTS aproximam estes fundamentos teóricos de uma perspectiva contra-hegemônica, por outro, a não-reflexão epistemológica e a dissociação entre forma e conteúdo representam potenciais limitações para o desenvolvimento de uma práxis coerente com tais compromissos políticos. Nossa análise mostrou que, por muitas vezes, os conteúdos mobilizados pelas propostas de ensino analisadas traziam críticas ao determinismo tecnológico, abordaram a não neutralidade da ciência e da tecnologia, etc. Contudo, ao se pensar a forma, as propostas se orientaram a partir de uma lógica tecnocentrada, ou até mesmo, não se ocuparam de estabelecer discussões sobre a forma.

Para compreender as implicações desta problemática partiremos do pressuposto de que “Os mesmos homens que estabelecem as relações sociais de acordo com a sua produtividade material, produzem também os princípios, as ideias, as categorias, de acordo com suas relações sociais.” (MARX, 1947, p. 79). Portanto, ao se analisar a prática docente, não se pode perder de vista que a lógica tecnocentrada é imposta às políticas educacionais para o uso de tecnologias tentando atender aos interesses do capital e mitigando as possibilidades de autonomia material, técnicas e contextuais do trabalho docente, promovendo a reprodução dos seus interesses no interior da escola (SOUSA; PEIXOTO, 2022).

Desta forma, o limite apontado anteriormente, refere-se à adoção e ao ensino de um discurso crítico ao determinismo tecnológico concomitante à adoção de uma postura tecnocentrada ao se pensar a relação tecnologia-educação. Usando as palavras de Freire (1989) - o próprio referencial adotado pelos trabalhos- “A teoria sem a prática vira 'verbalismo', assim como a prática sem teoria, vira ativismo” (p. 67). Já nas palavras de Saviani (2011, p. 32) “O compromisso político assumido apenas no nível do discurso pode dispensar a competência técnica”. “No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade” (FREIRE, 1989, *et. seq.*).

Neste sentido, compreendemos que a articulação Freire-CTS estabelecida nos trabalhos analisados, ainda que apontem princípios emergentes para um tratamento crítico da tecnologia em uma lógica contra-hegemônica, a dissociação entre forma e conteúdo aproximam essas pesquisas analisadas de uma perspectiva crítico-reprodutivista, visto que na esfera do conteúdo estabelece-se uma crítica enquanto forma, mas o objeto da crítica é reproduzido. A perspectiva crítico-reprodutivista pode, também, ser denominada de reformista em suas finalidades educativas e fundamentos ideológicos. Alves Filho (2022, p. 93) ao discutir a lógica reformista que predomina nas pesquisas da área de Educação em Ciências afirma que:

A origem das desigualdades de nossa sociedade tem sua gênese no próprio circuito do capital, isto é, a acumulação de capital produz nossa miséria e exploração e, justamente por isso, **não podemos solucionar nossos problemas sociais com uma reforma na educação**. Isso significa que a superação das mazelas sociais que vivemos tem de ser, necessariamente, a superação do próprio capital, ou seja, quando as pesquisas individualizam problemas sociais e colocam sob a responsabilidade do estudante sua própria aprendizagem, e até mesmo o garantir sua própria sobrevivência no regime do capital, essa suposta “valorização” da atividade do estudante faz com que o “fracasso” seja atribuído totalmente ao indivíduo que não foi capaz de se adaptar ao processo de inovação (grifos do autor).

Saviani (2011) ao analisar as diferentes tendências pedagógicas na história brasileira aponta que as tendências crítico-reprodutivistas tomam como princípio orientador a tentativa de consolidar uma revolução social por meio da revolução cultural. Todavia, o mesmo autor afirma que, na prática tais abordagens limitam-se apenas à constatação, o que não é suficiente para promover a almejada “revolução cultural”, visto que a cultura, enquanto fenômeno superestrutural, é dominada pela base material. Assim, a aproximação ao crítico-reprodutivismo se dá ao: i) não se estabelecer uma reflexão profunda de natureza epistemológica das relações entre tecnologia-educação; ii) dissociação entre forma e conteúdo;

iii) desenvolver propostas de ensino sem abordar aspectos relativos à forma. Nas palavras de Saviani (2011, p. 59): “quanto mais eles ignoram que estão reproduzindo, mais reproduzem”.

As relações entre educação e tecnologia: alguns apontamentos para a superação da lógica crítico-reprodutivista

Na sociedade capitalista a principal atividade de trabalho educativo se dá na e pela educação escolar, sendo a passagem pela escola uma das condições de vida em sociedade. Entretanto, a escola no contexto do capital encerra em si uma contradição oriunda da luta de classes. Ao mesmo tempo que esta instituição se constitui enquanto um espaço de socialização dos conhecimentos produzidos historicamente, ela é também, por meio de projetos políticos dirigidos pela classe dominante, uma limitação ao acesso a tais conhecimentos para a classe trabalhadora. Restando para essa classe subalterna o mínimo necessário para que esses indivíduos possam sobreviver a partir do uso dos meios de produção contemporâneos. A PHC demarca um compromisso político de ruptura com esse sistema, objetivando a efetivação da função social da escola, a socialização do saber sistematizado para a transformação social e de suas relações. Assim, no âmbito da educação escolar impõe-se para a PHC as seguintes tarefas:

- I) Identificação das formas mais desenvolvidas em que se expressa o saber objetivo produzido historicamente;
- II) Conversão do saber objetivo em saber escolar, de modo que se torne assimilável pelos alunos no espaço e no tempo escolares;
- III) Provimento dos meios necessários para que os alunos não apenas assimilem o saber objetivo enquanto resultado, mas aprendam o processo de sua produção, bem como as tendências de sua transformação. (SAVIANI, 2011, p. 8-9)

As tarefas não são etapas metodológicas, mas sim movimento da totalidade da organização do trabalho pedagógico e se dão em unidade, não podendo ser compreendidas e realizadas de forma isolada. As formas e os conteúdos de ensino são preocupações centrais do trabalho docente e que são frutos de um contexto social mais amplo, que impõe determinações para a prática docente que pode se manifestar, sobretudo, nos conteúdos, nas condições e nas formas de ensino.

A forma não se manifesta apenas nos aspectos teóricos-metodológicos do ensino, visto que ela trata da dinâmica do trabalho pedagógico, abrange o movimento dos agentes, dos conteúdos e dos instrumentos de ensino no espaço e no tempo pedagógico. Por conseguinte, a forma se relaciona com o planejamento, organização e execução do trabalho docente e que por sua vez reflete as intencionalidades didático-formativas do professor (SAVIANI, 2011).

Sendo a tecnologia um constructo humano, um elemento cultural historicamente determinado, e que estabelece diversas relações com o conhecimento científico e com a dinâmica social própria do capitalismo, compreendemos que tais discussões compõem o corpo de conteúdos da educação escolar. Desta maneira, dado o desenvolvimento teórico da perspectiva CTS em seus estudos sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade vinculados às suas aproximações com compromissos políticos contra-hegemônicos, sobretudo no contexto latino americano, compreendemos que há uma

possibilidade de diálogo entre as duas bases teóricas, em especial, quando estiverem ancoradas em um projeto de sociedade que busque efetivamente transformar as condições, logo cuja base política e ideológica seja de ideologia socialista.

A PHC possui finalidades educativas demarcadas explicitamente para a transformação da sociedade e, nos fornece um amplo sistema conceitual voltado para a análise da educação escolar e seus múltiplos elementos e relações. Defendemos que se tenha uma análise aprofundada dos fundamentos ontológicos e epistemológicos que dizem respeito à natureza e especificidade da educação escolar, da ciência, da tecnologia e de suas múltiplas relações na sociedade.

Assim, o desafio é estabelecer uma coesão epistemológica entre essas unidades, tendo como base teórica o Materialismo Histórico-Dialético, que fundamenta a PHC, bem como seus compromissos políticos. Do contrário, as aproximações se desenvolverão mediante um eletismo de diversas concepções de educação, ciência, tecnologia e sociedade, o que pode resultar em uma leitura do ensino de ciências e suas determinações histórico-sociais que seja, no mínimo, incompleta, ou, até mesmo, em última instância, uma leitura que não encontra respaldo na prática-social.

Tradicionalmente, tal pluralidade e eletismo de concepções na produção científica contemporânea é interpretada como evidência do exercício da liberdade dos pesquisadores livres das “amarras positivistas”, contudo, conforme argumenta Tonet (2004), este fenômeno, na verdade, é um sintoma da decadência ideológica da classe burguesa, que, diante da possibilidade de perda da hegemonia ideológica, busca uma renovação, muitas vezes, fundamentada em conceitos que já foram ultrapassados. Assim, a produção de teorias científicas passa a ser direcionada à obtenção de um consenso por meio da promoção da moderação. Portanto, essa adequação não é meramente uma adaptação às circunstâncias acadêmicas atuais, mas também um esforço para reforçar as bases ideológicas que sustentam o poder da classe ociosa (TONET, 2004).

Direcionando a discussão para a tecnologia, compreendemos que, enquanto produtos sociais, “são resultantes de orientações estratégicas, de escolhas deliberadas, num determinado momento dado da história e em contextos particulares” (PEIXOTO; ARAÚJO, 2012, p. 264). Desta forma, segundo as autoras, há uma reciprocidade entre objetos técnicos e o meio social. Assim, dada a natureza destas unidades, lança-se um desafio teórico-prático no que diz respeito às implicações pedagógicas destas determinações, sobretudo no âmbito da PHC e das demais bases pedagógicas fundamentadas na Teoria Histórico-Cultural (THC).

Não se pode desconsiderar que a racionalidade instrumental, imposta às políticas educacionais para o uso de tecnologias, influenciam diretamente na maneira pela qual os professores se apropriam da tecnologia, estando vinculado, assim, as circunstâncias materiais, técnicas e contextuais de seu trabalho (SOUSA; PEIXOTO, 2022). Existe a necessidade de se analisar a tecnologia na mediação do trabalho docente de modo que supere por incorporação seus aspectos aparentes. Isso, pois, no contexto do capitalismo monopolista, um dos papéis desempenhados pela tecnologia é o impulsionamento do acúmulo de capital ao aumentar a produtividade do trabalho, reduzir custos de produção e aumentar a

competitividade das empresas no mercado, que por sua vez impulsiona a busca por inovação tecnológica (CELIN; NEVES, 2020).

O uso das tecnologias na educação tem sido justificado pelas demandas da sociedade capitalista, que requer “novas” perspectivas para a formação humana com uso de novos recursos didático-pedagógicos para o ensino dos conteúdos escolares, ou seja, a ênfase está na maneira de ensinar e não no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos curriculares pelos alunos, atendendo aos interesses do contexto econômico e sociopolítico do mundo contemporâneo (PEIXOTO; MORAES, 2017).

O fetiche da inovação por meio da simples inserção de aparatos digitais ou metodologias de ensino se insere na ordem da adesão às finalidades educativas em seus fundamentos reformistas, visto que coloca reorienta os conteúdos escolares e processos de ensinar e aprender de modo promover a adequação dos sujeitos aos processos de produção (ALVES FILHO, 2022). Para o mesmo autor, “o fetiche da inovação no ambiente escolar oculta o projeto burguês de educação, reforçando a ideia de que devemos nos adaptar às demandas sociais. Todavia, vale ressaltar que essas demandas sociais são de uma classe específica, a classe burguesa” (ALVES FILHO, 2022, p. 104).

Para superação da condição hegemônica, Peixoto (2015, p. 239) sugere que uma dialética constante entre técnica e lógica social:

(...) indicando que os limites próprios das ferramentas não existem em si, mas só existem e se manifestam por meio de sua utilização pelos sujeitos sociais. Então, é profícuo levar em conta as dimensões política e simbólica nas relações entre o acesso e a utilização das tecnologias.

É importante considerar que a relação entre conteúdo e forma não se dá abstraída de uma concepção de mundo que a fundamenta. Acerca destas relações, Duarte (2021, p. 104) argumenta que:

[...] não há concepção de mundo que seja apenas conteúdo ou pura forma. [...] para que um conteúdo se desenvolva é necessário que ele se apresente numa forma que promova plena explicitação daquilo que é essencial a esse conteúdo, mas essa plena explicitação significa também transformação do conteúdo, que passa a não caber mais na antiga forma que possibilitou seu desenvolvimento. [...] Compreendendo-se essa unidade contraditória entre conteúdo e forma, entende-se por que o desenvolvimento da concepção de mundo requer a superação por incorporação das formas cotidianas em que se organiza o pensamento.

Ao abordar o desenvolvimento tecnológico enquanto conteúdo de ensino, é necessário problematizá-lo a partir do modo de produção, visto que:

A totalidade dessas relações de produção forma a estrutura econômica da sociedade, a base real sobre a qual se levanta uma superestrutura jurídica e política, e à qual correspondem formas sociais determinadas de consciência. O modo de produção da vida material condiciona o processo em geral de vida social, político e espiritual. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser, mas, ao contrário, é o seu ser social que determina sua consciência. (MARX, 1982, p. 25)

Portanto, para que esses diálogos sejam efetivos, se faz necessário uma análise aprofundada dos fundamentos ontológicos e epistemológicos que dizem respeito à natureza e especificidade da educação escolar, da ciência, tecnologia, suas múltiplas relações com a sociedade. Abordar o

desenvolvimento tecnológico enquanto conteúdo de ensino, significa explicitar que “ao amadurecer as condições materiais, e a combinação em uma escala social do processo de produção, são amadurecidas as contradições e os antagonismos do modo de produção capitalista” (MARX, 2008, p. 472), e assim, construir as bases materiais e ideológicas de lutas por práxis emancipatória para formação de uma nova sociedade. Esperamos assim que esta pesquisa fomenta novos estudos para o campo de pesquisa da área.

Referências:

- ALMEIDA, E. S.; STRIEDER, R. B. Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: pressupostos da articulação Freire-CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 1-24, 2021. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u889912>.
- ALVES FILHO, M. A. **Inovação no ensino de ciências no Brasil: para que finalidades educativas?**. 2022. 115 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2022.
- AULER, D. Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos para a Educação em Ciências. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 167–188, 2013. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2007.77.167-188>.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015. <https://doi.org/10.2015/lcv21n45.003>.
- BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/642419/LDB_7ed.pdf. Acesso em: 14 jul. 2024.
- CELIN, L.; NEVES, M. L. C. Ciência, tecnologia e capitalismo monopolista. **Germinar: marxismo e educação em debate**, v. 12, n. 1, p. 215, 2020. <http://dx.doi.org/10.9771/gmed.v12i1.34567>.
- DIAS, R.; DAGNINO, R. A política científica e tecnológica brasileira: três enfoques teóricos, três projetos políticos. **Revista de Economia**, v. 33, n. 2, p. 91-113, 2007.
- DUARTE, N. **Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo**. São Paulo: Autores Associados, 2021.
- FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1989.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 6. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 50. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.
- GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2019.
- HIPLER, E. L. P. R.; FRAGA, L. T.; SILVA, A. F. G. As perspectivas de competências na BNCC: uma análise à luz da pedagogia freireana. **Eccos – Revista Científica**, [S.L.], n. 61, p. 1-11, 7 jul. 2022. <http://dx.doi.org/10.5585/eccos.n61.15798>.
- LAROCCA, P.; ROSSO, A. J.; SOUZA, A. P. de. A formulação dos objetivos de pesquisa na pós-graduação em Educação: uma discussão necessária. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, [S. l.], v. 2, n. 3, 2011. DOI: 10.21713/2358-2332.2005.v2.62. Disponível em: <https://rbpg.capes.gov.br/rbpg/article/view/62>. Acesso em: 12 ago. 2024.
- LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. A dialética do ensino e da aprendizagem na atividade pedagógica histórico-crítica. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, n. 62, p. 531-541, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-57622016.0917>.

- MARSIGLIA, A. C. G.; MARTINS, L. M.; LAVOURA, T. N. Rumo à outra didática histórico-crítica: superando imediatismos, logicismos formais e outros reducionismos do método dialético. **Revista Histedbr On-Line**, [S.L.], v. 19, p. 1-28, 19 mar. 2019. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/rho.v19i0.8653380>.
- MARTINS, L. M. Psicologia histórico-cultural, pedagogia histórico-crítica e desenvolvimento humano. *In*: MARTINS, L. M.; ABRANTES, A.; FACCI, M. G. D. (Orgs.). **Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice**. Campinas: Autores Associados, 2016.
- MARX, K. **Para a crítica da economia política**. Brasília-DF: Abril Cultural, 1982.
- MARX, K. **A Miséria da Filosofia**. São Paulo: Editora Flama Ltda., 1946.
- MARX, K. **O Capital** – crítica da economia política. Trad. Reginaldo Sant’Anna. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.
- OLIVEIRA, N. C. de. **As relações entre ciência e tecnologia no ensino de Ciências da Natureza**. 2019. 306 f. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2019.
- OTTO, A. L. N.; OLIVEIRA, J. C. Tecnologia. *In*: ECHALAR, J. D.; PEIXOTO, J.; ALVES FILHO, M. A. **Trajetórias: apropriação de tecnologias por professores da educação básica pública**. Ijuí: Unijuí, 2020. p. 89-90.
- PEIXOTO, J.; MORAES, M. G. Educação e tecnologias: algumas tendências da temática nas pesquisas educacionais. **Educativa**, Goiânia, v. 20, n. 1, p. 233-252, jan./abr. 2017. Disponível em: <http://revistaeducativa.com.br>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- PEIXOTO, J.; ARAÚJO, C. H. dos S. Tecnologia e educação: algumas considerações sobre o discurso pedagógico contemporâneo. **Educação & Sociedade**, v. 33, n. 118, p. 253–268. 2012. Doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302012000100016>
- PEIXOTO, J. Notas para compreender relações contemporâneas entre tecnologia e educação. **Linhas Críticas**, v. 29, e48540, 2023. Doi: <https://doi.org/10.26512/lc29202348540>.
- PEIXOTO, J. Relações entre sujeitos sociais e objetos técnicos: uma reflexão necessária para investigar os processos educativos mediados por tecnologias. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 61, abr./jun., p. 317-332, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v20n61/1413-2478-rbedu-20-61-0317.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2024.
- PEIXOTO, J. Tecnologia e mediação pedagógica: perspectivas investigativas *In*: KASSAR, M. C. M.; SILVA, F. C. T. (Orgs.) **Educação e pesquisa no Centro-Oeste: políticas públicas e formação humana**. Campo Grande: UFMS, v. 1, 2012, p. 283-294.
- SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: primeiras aproximações** - 11. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2011.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 36. ed. São Paulo: Autores Associados: Cortez, 2003.
- SOUSA, D. R. de; PEIXOTO, J. Consciência e luta de classes: a tecnologia na mediação do trabalho docente. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas-SP, v. 22, n. 00, p. e022051, 2022. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8666975>. Acesso em: 8 ago. 2024.
- 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, 30 maio 2017. <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>.
- TEIXEIRA, P. M. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses**. 2009. 413 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Campinas, 2009. <https://doi.org/10.47749/t/unicamp.2009.449571>.
- TONET, I. **Democracia ou liberdade?** Maceió-AL: EduFAL, 2004.

Notas

¹ Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática na mesma instituição (PPGECM-UFG). Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisa *Colligat- repensando a formação de professores de ciências e biologia* (<https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/34976>) no Laboratório de História, Filosofia e Ensino de Biologia na Educação Escolar (LaHFiEBEE-UFG). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/22251180103978>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6945-5842>. E-mail: gabriell7rocha04@gmail.com.

² Especialista em Políticas Educacionais, Gestão Escolar e Trabalho Docente e Graduada em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestranda no Programa de Pós-graduação em Educação pela mesma instituição (PPGE-UFG). É membro integrante do grupo de pesquisa *KADJÓT- Grupo interinstitucional de estudos e pesquisas sobre as relações entre as Tecnologias e a Educação* (<https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/42962>). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9159681579743819>. Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-8432-8827>. E-mail: mikaelly_ferraz@discente.ufg.br.

³ Doutor em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Goiás (UFG). Docente da Faculdade de Educação (UFG) das disciplinas de Políticas educacionais no Brasil e Gestão e organização do trabalho pedagógico, assim como docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM UFG). Integrante do *KADJÓT - Grupo interinstitucional de estudos e pesquisas sobre as relações entre as tecnologias e a Educação* (<https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/42962>). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5746522784363534>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4056-2804>. E-mail: jhonnyechalar@ufg.br.

⁴ Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO). Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM UFG), do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE UFG) e do Departamento de Educação em Ciências do Instituto de Ciências Biológicas (DEC ICB) - UFG. Líder do grupo de pesquisa *KADJÓT - Grupo interinstitucional de estudos e pesquisas sobre as relações entre as Tecnologias e a Educação* (<https://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/42962>). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3758976350155947>. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3026-8860>. E-mail: adda.daniela@ufg.br.

⁵ O Sistema Educacional Brasileiro está dividido em Ensino Básico e Ensino Superior. A Educação Básica, nos termos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), está organizada em etapas e modalidades de ensino distintas, abrangendo a Educação Infantil, a obrigatoriedade do Ensino Fundamental de nove anos e o Ensino Médio (Brasil, 1996).

⁶ Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>

⁷ Este estudo abrange produções publicadas entre 2018 e 2022, correspondendo aos últimos cinco anos de publicações, considerando que a revisão foi iniciada antes do término do ano de 2023.

⁸ O PhET é uma plataforma de Simulações Interativas, desenvolvida pela Universidade do Colorado Boulder. Trata-se de um projeto de recursos educacionais abertos e sem fins lucrativos. Segundo seus organizadores, o PhET visa facilitar a aprendizagem de ciências e matemática por meio de ferramentas interativas. (https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

⁹ Romance distópico escrito por Aldous Huxley e publicado pela primeira vez em 1932.

Recebido em: 16 de ago. 2024.

Aprovado em: 12 de dez. 2024