

PROBLEMATIZAÇÃO DA REALIDADE DAS TRANSFORMAÇÕES TECNOLÓGICAS LOCAIS NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS

Cleber de Souza Silva

Universidade Federal de São Carlos
IF Baiano *campus* Santa Inês
cleber.silva@ifbaiano.edu.br

Alice Helena Campos Pierson

Universidade Federal de São Carlos
ahcpierson@gmail.com

Resumo:

A literatura especializada aponta que apesar da larga produção sobre educação para relações entre ciência, tecnologia e sociedade, permanece uma lacuna de trabalhos que caracterizem o fenômeno tecnológico para além de uma dimensão instrumental em contextos de ensino. Desenvolvemos, aqui, uma discussão a partir da articulação entre referenciais da Pedagogia de Paulo Freire e Educação CTS, seguida da apresentação de elementos da Teoria Crítica da Tecnologia perseguindo a interrogação: qual a importância da problematização de transformações tecnológicas locais no contexto do ensino de ciências? Por fim, encaminha-se contribuições de uma ampla compreensão da realidade tecnológica para um ensino de ciências crítico e dialógico.

Palavras chave: Teoria Crítica da Tecnologia; Pedagogia Freireana; Ensino de Ciências.

Abstract

The specialized literature points out that despite the large production on education for relations between science, technology and society, there remains a gap in studies on teaching that characterize the technological phenomenon beyond an instrumental dimension. Here, we develop a discussion based on the articulation between references of Paulo Freire's Pedagogy and STS Education, followed by the presentation of elements of the Critical Theory of Technology pursuing the question: what is the importance of problematizing local technological transformations in context science teaching? Finally, contributions are made from a broad understanding of the technological reality for a critical and dialogical teaching of science.

Key words: Critical Theory of Technology; Freirean Pedagogy; Science teaching.

Introdução

Tem crescido na literatura especializada a defesa sobre a potencialidade da aproximação entre os estudos sobre educação para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Educação CTS) e aqueles que se dedicam aos estudos sobre a concepção de educação de Paulo Freire. (AULER, 2007; GALIETA NASCIMENTO e VON LINSINGEN, 2006; ALMEIDA e GEHLEN, 2019; SCHWAN e DOS SANTOS, 2022; DOS SANTOS ALMEIDA e STRIEDER, 2021; ROSO e AULER, 2016).

As justificativas para tal encaminhamento se encontram na promoção de uma educação científica e tecnológica mais humanística, que repercuta na formação crítica e promova a autonomia dos sujeitos.

Este ensaio está situado num estudo que, concentrando o olhar para a escolarização, pensa a realização de tal perspectiva a partir da investigação de princípios orientadores para o ensino que associe dois objetivos fundamentais:

- Dedicar o ensino de conhecimentos das ciências à leitura de mundo com os educandos;
- Problematizar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Nesse sentido, visando a um ensino de ciências numa perspectiva crítica, que incorpore elementos humanísticos, científicos e tecnológicos, defendemos aqui uma atenção para a realidade das transformações tecnológicas locais e a potencialidade da sua problematização como ponto de partida do diálogo educativo com a intencionalidade de promover tal convergência.

Para tanto, buscamos responder à pergunta: Qual a importância da problematização de transformações tecnológicas locais no contexto do ensino de ciências?

Consideramos que perseguir esta interrogação ajuda a tornar conscientes processos de educação científica e tecnológica que situando os conhecimentos novos em meio ao desvelar de uma realidade injusta, se faz crítica, e que reconhecendo a leitura do mundo e a autonomia das pessoas injustiçadas como centro desse processo, dando prioridade à sua voz e sua história, se faz dialógica.

Os desafios passam, então, por despertar o interesse em ir além do conteúdo prescrito e desenvolver uma visão crítica da realidade, a compreensão das problemáticas locais em suas relações com contradições estruturais. No que se refere a compreensão sobre as transformações tecnológicas, entende-se ser necessário pensar os aspectos humanos como indissociáveis dessa realidade; reconhecê-las como uma dimensão fundamental para satisfação material de necessidades das pessoas, como estrutura para modos de vida diversos; compreendê-las numa perspectiva crítica à imagem de caminho único, evolutivo e socialmente neutro; consiste na opção pela construção de transformações tecnológicas de acordo com interesses historicamente excluídos.

O desafio passa ainda em contemplar tais elementos por meio de proposições para o ensino sem que, para isso, recorra a simples adição de mais um discurso teórico nas aulas. Outrossim, estejam presentes na contextualização, em temas curriculares, nas atividades, na abordagem de problemáticas nas quais as disciplinas científicas podem ajudar a pensá-las.

Situando a discussão no âmbito da Educação CTS

Levantar questões sobre tecnologia em contextos de ensino de ciências implica situar o estudo na área que discute a educação para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Educação CTS). Oliveira (et. al, 2016) destaca que apesar da larga produção, permanece uma lacuna de trabalhos que caracterizem o fenômeno tecnológico para além de uma dimensão instrumental em contextos de ensino de ciências. Demanda esta, indissociável ao planejamento curricular e didático-pedagógico.

É nesse contexto que defendemos a importância da discussão sobre as possibilidades de abordagens dos conhecimentos das ciências que problematizem imagens mistificadas de tecnologia.

Delizoicov e Auler (2011) discutem a aproximação dos estudos sobre a abordagem temática freireana e a Educação CTS, tendo em vista as demandas por conhecimentos novos como locus de atenção. Os autores buscam na obra de Milton Santos os fundamentos para pensar a espacialidade do desenvolvimento científico e tecnológico e a partir da articulação da ciência geográfica com os estudos em epistemologia afirmam que a universalidade dos resultados científicos não é sinônimo de neutralidade.

Destacam a definição de problemas e seleção de paradigmas de investigação como dois momentos críticos de seletividade de interesses, valores e ideologias. Em concordância com o Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS), defendem a construção de políticas de ciência e tecnologia que respondam à realidade do povo latino-americano, em conexão com seus valores e aspirações, superando a lógica dominante de adesão aos programas estrangeiros.

A investigação temática freireana é defendida, portanto, como um método coerente de levantamento de demandas de pesquisa e formulação de problemas, ao mesmo tempo que definidor de currículo.

A investigação temática, que é objeto do terceiro capítulo do livro *Pedagogia do Oprimido* (FREIRE, 1987), inclui procedimentos para a obtenção e análise de dados que oferecem possibilidades, para pesquisadores em EC, localizarem demandas educacionais oriundas de especificidades espaço-temporais que contribuem para a identificação e formulação de problemas de investigação (DELIZOICOV e AULER, 2011, p.270).

Continua importante a problematização de mitos e ideologias que sustentam o predomínio dos valores e interesses de grupos hegemônicos em detrimento dos demais, porém um olhar cada vez mais crítico precisa referir-se à realidade vivenciada pelos sujeitos do processo educativo, às especificidades do seu lugar e do seu tempo histórico.

Ao mesmo tempo em que se vê a tecnologia como ação humana no mundo voltada à satisfação das suas necessidades e desejos diários, em relação dialética com o conhecimento, é importante compreender como historicamente tem sido dirigida à escalada de poder e da lucratividade de poucos sobre as maiorias. Assim como, compreender a potencialidade de projetos alternativos.

Situando a discussão na pedagogia de Paulo Freire

Freire (2000) refletiu em sua obra sobre o papel da educação frente as contradições do seu

tempo envolvendo a tecnologia.

A compreensão crítica da tecnologia, da qual a educação de que precisamos deve estar infundida, é a que vê nela uma intervenção crescentemente sofisticada no mundo a ser necessariamente submetida a crivo político e ético. Quanto maior vem sendo a importância da tecnologia hoje tanto mais se afirma a necessidade de rigorosa vigilância ética sobre ela. De uma ética a serviço das gentes, de sua vocação ontológica, a do ser mais e não de uma ética estreita e malvada, como a do lucro, a do mercado. (FREIRE, 2000, p. 46)

Freire fala da conscientização sobre a dimensão política e ética em favor do povo. Vale situar a discussão diante de questões-chave na obra do pensador: tecnologia, a favor de que? De quem? Contra o que? Contra quem?

O pensador concebe a educação como ato político, sua pedagogia está dedicada à conscientização, à vocação humana de transformação do mundo. Sua concepção de educação é, sobretudo, dialógica, na perspectiva de que: “Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 2005, p.39). Ao contrário da concepção bancária, que reduz o ato educativo ao depósito de enunciados pressupondo o conhecimento como objeto em si e reduzindo os educandos a receptores e repetidores, para a concepção dialógica a conscientização é resultado da reflexão e ação em conjunto sobre a realidade.

Ressaltamos os processos de investigação temática como uma perspectiva de organização da ação dialógica que demarca a centralidade e importância desta dimensão nos trabalhos educativos em favor de uma educação libertária. De modo geral, a metodologia ultrapassa o “como” ocorre o encontro entre educadores e educandos. A forma do encontro eu-tu deve ser respeitosa, de escuta atenta e de fala sincera. Porém, este diálogo está mediado e direcionado para o mundo no qual ambos fazem parte. Assim, a educação dialógica exige debruçar-se sobre as interrogações: O que ensinar? Para quem ensinar?

Dito isso, transcrevo Freire (2005). “A investigação temática, repitamos, envolve a investigação do próprio pensar do povo. Pensar que não se dá fora dos homens, nem num homem só, nem no vazio, mas nos homens e entre os homens, e sempre referido à realidade” (p. 116). Os conteúdos programáticos estudados por educadores e educandos são selecionados a partir da compreensão das situações-limite vivenciadas pelo povo, a partir da problematização do que os impede de ser mais.

Para Freire (2005), o centro da realidade está nas relações homem-mundo, na leitura de mundo do povo. A realidade é dinâmica, está em permanente transformação. É dialógica e dialética, relação entre parte e todo, entre objetividade e subjetividade, entre ser humano e universo, entre história e utopia, entre tempo e espaço.

Para muitos de nós, a realidade concreta de uma certa área se reduz a um conjunto de dados materiais ou de fatos cuja existência ou não, de nosso ponto de vista, importa constatar. Para mim, a realidade concreta é algo mais que fatos ou dados tomados mais ou menos em si mesmos. Ela é todos esses fatos e todos esses dados e mais a percepção que deles esteja tendo a população envolvida. Assim, a realidade concreta se dá a mim na relação dialética entre objetividade e subjetividade. (FREIRE apud SILVA, 2007, p.10)

Brick (2017) defende, a partir de uma leitura freireana, que aprofundar a compreensão sobre a realidade inclui reconhecer que os resultados científicos são elementos relacionados com múltiplas determinações e que a abstração da dimensão humana é um fetiche produzido historicamente. Em contextos de ensino, consideramos relevante investigar abordagens

capazes de situar os conhecimentos das ciências diante da complexidade de problemáticas vivenciadas pelas comunidades de origem dos educandos.

Por que a realidade das transformações tecnológicas locais?

A perspectiva sobre a realidade e o trabalho educativo situado até aqui, permite sugerir em linhas gerais a contraposição à ideia de desenvolvimento científico e tecnológico socialmente neutro e de caminho evolutivo único, determinado. Ela deve evidenciar as múltiplas possibilidades de transformações tecnológicas, a dimensão humana como constituinte dos projetos e realizações, assim como questões econômicas, políticas, sociais e culturais inerentes.

Cada caso concreto vivenciado pelas comunidades de origem dos educandos é único e concentra uma riqueza de significados. As transformações tecnológicas compõem a própria realidade local em transformação nas suas relações com a realidade global/estrutural. É papel de uma educação crítica e dialógica dar destaque para a vocação humana de protagonista da transformação do mundo, atores e atrizes da própria história.

Destacamos a tecnologia como categoria central para evidenciar as relações estreitas entre conhecimentos das ciências e estruturas fundamentais na reprodução de modos de vida diversos. Assim como, em acordo com Feenberg (2010C), reconhecemos sua importância para compreensão do mundo moderno.

Aprofundamos a seguir tópicos fundamentais para compreensão de dimensões das realidades tecnológicas referenciados na Teoria Crítica da Tecnologia que julgamos relevantes na proposição de uma educação científica crítica.

Tecnologia como ação humana

Uma das referências da filosofia é o trabalho como fato fundamental de distinção da humanidade das demais espécies. Transformamos constantemente a natureza para satisfação das nossas necessidades. Feenberg recorre aos gregos para compreender os caminhos de tal distinção frente a natureza e destaca os conceitos de *physis* e *poiesis* (FEENBERG, 2010C). O primeiro traduzido como natureza, entendida, por sua vez, como ser de capacidades auto criadoras. O segundo contempla a existência das coisas que não se autoproduzem. “*Poiesis* é a atividade prática de fazer” (FEENBERG, 2010C, p.52).

Dentre as possibilidades de *poiesis*, nos interessa particularmente a *techné*. “Note-se, que para os gregos as *technai* indicam o ‘modo correto’ de fazer as coisas de maneira muito forte e definida, em um sentido imanente, absolutamente objetivo” (FEENBERG, 2010C, p.53). Por sua vez, essas guardariam significados e propósitos presentes na natureza.

Segundo Feenberg (2010C), as noções de técnica e tecnologia na modernidade têm influência da *techné* grega antiga. No entanto, a ascensão da visão de mundo mecanicista difundiu a compreensão da natureza como matéria-prima com existência atrelada ao controle e uso em qualquer propósito, abandonando a orientação do fazer humano por significados e valores fundados na natureza.

Tecnologia como instrumento de trabalho

Um dos destaques realizados por Dussel (1984) em revisão à obra o Capital de Karl Marx aborda a tecnologia como instrumento da produção. Sendo assim, a sua caracterização



depende do conhecimento da ação produtiva. “Tecnología por ello es, tanto la destreza del trabajador como los medios materiales de producción, ciencia aplicada en el proceso mismo del trabajo, ‘órganos productivos del hombre social!’”(p. 147)

Do ponto de vista pragmático, a tecnologia concentra a materialização de valores de uso em objetos, uma vez que estes compõem a ação de satisfazer necessidades humanas. Por sua vez, a existência de tais ferramentas depende de uma intencionalidade, da concepção e realização, depende do trabalho produtivo (DUSSEL, 1984).

Numa perspectiva mais ampla, a tecnologia constitui, ainda que de forma indireta, a relação ser humano-natureza cumprindo um papel de condicionante material da economia e por consequência da sociedade como um todo (DUSSEL, 1984).

Tecnologia como máquina

Ressalta-se na sociedade industrial do século XIX as aspirações de que a modernização alcançaria a liberação generalizada do trabalho pesado ou degradante (PAUL, 1999). Em discussão sobre o aumento da produtividade, Dussel (1984) enfatiza:

La esencia del asunto estriba en la cuestión de la simultaneidad del manejo de herramientas varias (múltiples) por medio de un único mecanismo. Esto reproduce, multiplica, amplía el efecto del uso del medio productivo. En su esencia no importaría que fuera un motor o el mismo hombre el que moviera simultáneamente las herramientas iguales -claro es que si se logra reemplazar al mismo hombre cómo fuerza motora, y multiplicarla en potencia, se logrará aún mayor efectividad. (DUSSEL, 1984, p. 162)

A disposição sistemática de numerosos e diversos componentes com um funcionamento coordenado consistiria então na base mais elementar das máquinas que permitiram e continuam viabilizando a larga escala da produção industrial.

Um olhar crítico para os aprimoramentos no contexto do capitalismo evidencia que o controle almejado está além da melhoria da eficiência na transformação da natureza em produto, dirige-se amplamente às pessoas. Interessa ao burguês produzir mais em menos tempo e sob padrões técnicos rígidos, ainda que isso provoque a precarização das condições de trabalho e de vida dos trabalhadores (FEENBERG, 2010E).

Feenberg (2010E) denomina de autonomia operacional esse poder gerencial de decisão independente do interesse dos atores subordinados. Segundo o autor, todo o desenvolvimento capitalista se apoia nas estruturas de apropriação e controle da organização do trabalho.

O processo de dominação impessoal, em oposição à dominação pessoal característica das primeiras formações sociais, é incorporada no projeto de ferramentas e de organização da produção (FEENBERG, 2010E, p. 105). Assim, as máquinas são desenhadas de modo a implementar esse controle sobre as pessoas. Por exemplo, a linha de produção, ao mesmo tempo que contribui para a alienação do domínio dos trabalhadores sobre o processo produtivo, substitui a supervisão humana pelo condicionamento comportamental incorporado ao sistema.

A figura do gerente ou do expert que concentraria a atribuição de racionalizar o trabalho, em tese um sujeito possuidor da legitimidade para tomar decisões pautadas em técnicas ótimas no alcance de maior eficiência, é engajada para esconder valores sociais incorporados nos processos de escolhas técnicas. A autoridade associada ao conhecimento supostamente neutro desses profissionais reforça a elaboração verticalizada das soluções.



Tecnologia como capital

O avanço tecnológico tornou-se na sociedade industrial amplamente compreendido como o principal advento que a caracterizaria pela capacidade de satisfação das necessidades humanas através do domínio da natureza. No entanto, os interesses de classe sobre os mesmos projetos agregam a realização de uma crescente sofisticação do controle e exploração dos trabalhadores. Tema aprofundado por filósofos como Max Weber e Karl Marx.

Em discussão sobre as ideias desses pensadores, Feenberg (2010E) nos lembra que a organização da produção industrial capitalista hierarquiza as relações de trabalho. Os proprietários possuem um grau de liberdade para implementar inovações. Em geral, a racionalização do processo de trabalho é dirigida aos seus interesses de maior lucratividade.

Dussel (1984) destaca o aspecto da maquinaria como um capital fixo, uma vez que a existência dos artefatos dependem do trabalho passado. O controle sobre esse meio de produção, na forma de propriedade, garante um modo de acumulação.

A legitimidade atribuída à figura do especialista tecnocrata para projetar futuras alterações têm se realizado historicamente nas sociedades capitalistas como um exercício de poder. Um capital dedicado ao controle sobre os meios de produção.

Tecnologia como sistema

O mundo capitalista exporta essa estrutura das fábricas para as relações sociais. Sob a tese de objetividade e neutralidade, a racionalização crescente dos espaços e instituições, por um lado, impacta na diversidade das relações sociais (FEENBERG, 2010A). Por outro lado, apresentado com discurso de modernização, esse processo consolida mecanismos generalizados de controle e poder que colocam em xeque valores como democracia, liberdade e individualidade (FEENBERG, 2010A).

A administração da vida social por grupos cada vez mais reduzidos e mediada por meios tecnológicos generaliza uma espécie de autonomia operacional em escala sistêmica que tem sido denominada de tecnocracia, dado a oposição de sentido frente a uma sociabilidade democrática que contemple participação ampliada nas tomadas de decisão. Segundo Feenberg (2010A), o *design* tecnológico é a chave para entender as bases das hegemonias modernas atuais.

Os fatores sociais operantes em uma racionalidade exercem sua influência desde a concepção dos projetos das tecnologias, realidade muito distante dos discursos que exaltam descobertas e projetos, que somados definem uma trilha evolutiva de único caminho possível para o desenvolvimento tecnológico (FEENBERG, 2010D). Para o filósofo, a amplitude do compartilhamento da concepção ingênua de orientação dos projetos por uma racionalidade pura é decisiva para esconder escolhas, naturalizando uma imagem determinística de uma ordem justificada tecnicamente.

Tecnologia como possibilidade histórica

A consciência crítica dessa realidade passa por reconhecer o aspecto indissociável das realizações tecnológicas que elaboram soluções específicas descontextualizando-as de sua origem, uma racionalidade funcional, e ao mesmo tempo reforçam significados sociais arraigados de tal forma a moldar como naturais o horizonte cultural no qual estão engajadas (FEENBERG, 2010D).

As tecnologias são selecionadas a partir de determinados interesses entre muitas

possíveis configurações. Na orientação do processo de seleção, estão códigos sociais estabelecidos pelas lutas culturais e políticas que definem o horizonte sob o qual a tecnologia atuará. Uma vez introduzida, a tecnologia oferece uma validação material do horizonte cultural para o qual foi pré-formada. Isso pode ser chamado de viés da tecnologia: aparentemente neutra, a racionalidade funcional é engajada em defesa de uma hegemonia. Quanto mais a sociedade emprega tecnologia, mais significativo é esse engajamento. (FEENBERG, 2010D, p. 88)

Uma consciência crítica deve reconhecer o horizonte político-cultural na qual a tecnologia foi concebida desvelando a falsa tese de caminho único, assim como, a artificialidade da separação entre funcionalidade e significado. Entender a tecnologia a partir do seu significado social implica em reconhecer que há uma racionalidade funcional que isola o objeto de seu contexto para incorporá-lo num sistema funcional. Nesse sentido, o avião, por exemplo, se destaca por ser um meio de transporte rápido para longas distâncias. Essa racionalidade aparentemente neutra, está indo em defesa de uma certa hegemonia. A tecnologia acaba por oferecer a validação material de um horizonte cultural. O avião muda a relação das pessoas com o mundo contribuindo para que se consolide, por exemplo, um modelo de globalização.

Por outro lado, Feenberg apresenta uma série de exemplos históricos em que as escolhas técnicas são desmistificadas pela atenção para como se realizam. O desenvolvimento da bicicleta como meio de transporte, do computador como meio de comunicação, dos transgênicos como controle corporativo na agricultura, a segurança das pessoas em artefatos industriais. Qualquer uma destas soluções tecnológicas respondem a demandas situadas em planos de fundo político-culturais (FEENBERG, 2010D).

Estender valores democráticos para a tecnologia seria uma forma de expansão dessa escala de interesses reconhecendo a possibilidade de projetos compatíveis com demandas contra-hegemônicas (FEENBERG, 2010D). Além de lançar as bases que permitem um debate sobre as satisfações e as denúncias decorrentes das realizações tecnológicas, o pensador reúne fundamentos de uma visão otimista sobre o destino do desenvolvimento tecnológico.

A racionalização na nossa sociedade responde a uma definição particular de tecnologia como um meio para obter lucro e poder. Uma compreensão mais abrangente da tecnologia sugere uma noção muito diferente de racionalização, baseada na responsabilidade da ação técnica quanto aos contextos humanos e naturais. Chamo isso de racionalização subversiva, porque requer avanços tecnológicos que só podem ocorrer em oposição à hegemonia dominante (FEENBERG, 2010D, p.92).

Credita, assim, nos estudos filosóficos e em análises de episódios históricos a perspectiva de um processo crescente de democratização tecnológica em decorrência de processos de resistência e racionalização subversiva.

Tecnologia e modos de vida diversos

Feenberg (2010D) apresenta uma compreensão da tecnologia coerente com uma visão transformadora do mundo e do ser humano, fundamentada na leitura crítica e concreta da realidade. Ao mesmo tempo que denuncia as concepções reducionistas, justifica seu otimismo pela transformação da realidade, pelo redirecionamento do desenvolvimento tecnológico. Em lugar de uma agenda regressiva ou uma visão fatalista imobilizante, propõe o desafio da democratização tecnológica e de uma racionalização subversiva.

Feenberg (2010D) demonstra, por meio de estudos históricos, que as mudanças acontecem envolvendo atores diversos, por meio da participação mais ampliada do que preconiza o modelo de solução única alcançada por especialistas.

Escolhas técnicas marcam os horizontes da vida cotidiana. Essas escolhas definem um mundo, dentro do qual as alternativas específicas a respeito das quais pensamos - como os propósitos, os objetivos, os usos - acabam emergindo. Definem também o sujeito que escolhe entre as alternativas: fazemos a nós mesmos ao fazermos o mundo através da tecnologia. Assim, a mudança tecnológica fundamental muda sua autorreferência. (FEENBERG, 2010B, p. 247)

Nessa perspectiva, ao focarmos a educação, defendemos a importância do processo educativo para a conscientização do papel que cada pessoa assume como ator técnico que influi nas escolhas que recaem sobre suas próprias vidas. Sob um olhar mais amplo, um mesmo processo educativo que contribua para uma atuação na esfera pública que inclua a tecnologia.

Repercute ainda sobre a educação, a defesa de Feenberg (2010D) por uma racionalização subversiva. Não basta fomentar a participação nas decisões sem que se faça a crítica ao desenvolvimento experimentado hegemonicamente no mundo moderno. O pensador nos mostra que o empreendimento da razão não se realiza de forma neutra. Portanto, defende o desenvolvimento da razão numa perspectiva contra-hegemônica.

Tecnologia como dualidade objetiva e subjetiva

Feenberg (2010B) propõe uma estrutura capaz de descrever o desenvolvimento tecnológico segundo aspectos de duas dimensões: a Instrumentação Primária e Secundária.

A Instrumentalização Primária destaca a tarefa de desmundialização dos objetos com a finalidade de isolar o seu aspecto útil. Esta dimensão descreve a base mais fundamental comum a todos os artefatos e ações técnicas na busca por eficiência.

O processo de recontextualização das tecnologias é descrito pela Instrumentalização Secundária, envolvendo os aspectos dos projetos e da realização, sempre povoado por valores e interesses, como o conteúdo simbólico dos artefatos, as obsolescências e a reflexividade sobre produtores e usuários.

Alcançar uma compreensão crítica sobre a concepção de projetos e realização da tecnologia perpassa por destacar sua dimensão histórica marcada por diferentes interesses e contradições na dinâmica dos códigos técnicos.

Consideramos que, em lugar de uma abordagem restrita às tecnologias, supostamente descontextualizadas no ensino de ciências, com sentido de aplicação neutra, fica aberta a possibilidade de abordagens que incluam sua recontextualização, ou seja, da tecnologia concreta, mais próxima da realização em suas múltiplas dimensões. Abordagem que possibilite questionar: quais demandas sociais são atendidas pelos projetos? O que está incluído na ampliação da eficiência? A favor de quem? As custas de que?

Perspectivas para o ensino de ciências a partir da problematização de transformações tecnológicas locais

Partindo da necessidade de uma caracterização mais ampla e crítica sobre a tecnologia no contexto do ensino de ciências, destacamos dimensões significativas para esse fim na Pedagogia Freireana e na Teoria Crítica da Tecnologia. Com base na discussão, defendemos a articulação de elementos humanísticos, científicos e tecnológicos no contexto do ensino por

meio da problematização de transformações tecnológicas locais.

Diferente da perspectiva instrumental guiada por uma concepção de desenvolvimento tecnológico de caminho único, como aplicação neutra das ciências, é importante compreender as múltiplas dimensões da realidade local associada à tecnologia, dentre as quais destacamos aqui como, ação humana, ferramenta de trabalho, máquina, sistema, possibilidade, dualidade objetiva e subjetiva, relacionada com modos de vida diversos ao mesmo tempo que relacionada com conhecimentos das ciências.

Consideramos importante que o ensino de ciências faça referência à realidade local de forma que os educandos vejam sentido no conhecimento estudado. Para isso, é necessário que o trabalho de pensar o processo educativo investigue as situações problemáticas relevantes para as comunidades de origem dos educandos. Mais especificamente, defendemos que essa investigação compreenda as transformações tecnológicas locais concretas vivenciadas pelas comunidades, suas demandas, projetos e realizações tecnológicas.

Assim, o diálogo com a comunidade é a dimensão central da realidade que enquanto processo educativo em si, orienta o devir da ação educativa. Nessa perspectiva, um ensino de ciências dialógico e crítico deve abordar os conhecimentos nas relações entre contradições locais e estruturais.

Por fim, chamamos atenção para importância de se incorporar nas esferas de discussão sobre educação científica uma visão mais abrangente e crítica de tecnologia a fim de avançar nas pautas por um ensino que contribua em processos de democratização e de construção de uma racionalidade mais justa e responsável com contextos humanos e naturais, indo ao encontro de perspectivas teóricas críticas e dialógicas, assim como de movimentos em defesa de uma educação para as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Referências

- ALMEIDA, E. S.; GEHLEN, S. T. Organização curricular na perspectiva Freire-Cts: propósitos e possibilidades para a educação em ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210126>. Acesso em: 07 mar. 2023.
- 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, 2007.
- BRICK, E. M. **Realidade e ensino de ciências**. 2017. 400 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, Florianópolis-SC, 2017.
- DELIZOICOV, D; AULER, D. Ciência, tecnologia e formação social do espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011.
- DOS SANTOS ALMEIDA, E.; STRIEDER, R. B. Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: Pressupostos da Articulação Freire-CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.21, p. E33278-1-24, 2021.
- DUSSEL, Enrique. **Filosofía de la producción**. Bolivia: Nueva América, 1984.



FEENBERG, Andrew. A tecnologia pode incorporar valores? A resposta de Marcuse para a questão da época. **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e ideologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, p. 289-336, 2010A.

FEENBERG, A. Do essencialismo ao construtivismo: a filosofia da tecnologia em uma encruzilhada. In: NEDER, R. T. **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, p. 205-251, 2010 B.

FEENBERG, Andrew. O que é a filosofia da tecnologia?. A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. In: NEDER, R. T. **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, p. 51-64, 2010C.

FEENBERG, Andrew. Racionalização subversiva: tecnologia, poder e democracia. **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, p. 69-95, 2010D.

FEENBERG, Andrew. Teoria crítica da tecnologia: um panorama. In: NEDER, R. T. **A teoria crítica de Andrew Feenberg**: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina/CDS/UnB/Capes, p. 97-117, 2010E.

FREIRE, P. **Pedagogia da Indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 49. reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GALIETA NASCIMENTO, T.; VON LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

OLIVEIRA, S.; GUIMARÃES, O.M.; LORENZETTI, L. O enfoque CTS e as concepções de tecnologia de alunos do ensino médio. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, p. 121-147, 2016.

PAUL, L. **O direito à preguiça**. tradução de J. Teixeira Coelho Netto; introdução de Marilena Chauí. – São Paulo : Hicitec; Unesp, 1999.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 22, p. 371-389, 2016.

SCHWAN, G.; DOS SANTOS, R. A. Tecituras de currículo e práticas educativas: aproximação Freire-CTS no ensino de Ciências. **Caminhos da Educação Matemática em Revista** (Online), v. 12, n. 1, p. 169-194, 2022.

SILVA, A. F. G. **A busca do tema gerador na práxis da educação popular**. Curitiba: Editora Gráfica Popular, v. 192, 2007.