

**DIÁLOGOS E REFLEXÕES FUNDAMENTADAS NA TEORIA CRÍTICA DA
TECNOLOGIA DE FEENBERG: ABORDAGENS PARA O ENSINO
TECNOLÓGICO E EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

***DIÁLOGOS Y REFLEXIONES A LA LUZ DE LA TEORÍA CRÍTICA DE LA
TECNOLOGÍA DE FEENBERG: APROXIMACIONES A LA ENSEÑANZA
TECNOLÓGICA Y A LA EDUCACIÓN AMBIENTAL***

***DIALOGUES AND REFLECTIONS BASED ON FEENBERG'S CRITICAL THEORY
OF TECHNOLOGY: APPROACHES TO TECHNOLOGICAL TEACHING AND
ENVIRONMENTAL EDUCATION***



Márcio Silveira NASCIMENTO¹
e-mail: marciosn.geo@gmail.com



Ana Cláudia Ribeiro de SOUZA²
e-mail: prof.acsouza@gmail.com

Como referenciar este artigo:

NASCIMENTO, M. S.; SOUZA, A. C. R. Diálogos e reflexões fundamentadas na teoria crítica da tecnologia de Feenberg: Abordagens para o ensino tecnológico e educação ambiental. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente, v. 34, n. 00, e023016, 2023. e-ISSN: 2236-0441. DOI: <https://doi.org/10.32930/nuances.v34i00.10033>



| **Submetido em:** 05/09/2023
| **Revisões requeridas em:** 17/10/2023
| **Aprovado em:** 10/11/2023
| **Publicado em:** 30/12/2023

Editores: Profa. Dra. Rosiane de Fátima Ponce
Prof. Dr. Paulo César de Almeida Raboni
Editor Adjunto Executivo: Prof. Dr. José Anderson Santos Cruz

¹ Instituto Federal do Amazonas (IFAM), Manaus – AM – Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico. Doutorando em Ensino Tecnológico (IFAM).

² Instituto Federal do Amazonas (IFAM), Manaus – AM – Brasil. Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico. Doutora em História Social (PUC-SP).

RESUMO: No cenário contemporâneo, em que avanços tecnológicos e questões ambientais se entrelaçam, há uma urgência em explorar a relação entre ensino tecnológico e educação ambiental. As reflexões da Teoria Crítica da Tecnologia de Andrew Feenberg se destacam como ferramentas para compreender as implicações desse encontro. Ao examinar as interações entre tecnologia, sociedade e natureza, essa abordagem oferece uma visão crítica para analisar como o ensino das tecnologias pode promover uma conscientização ética e formar cidadãos capazes de enfrentar os desafios ambientais. Este estudo utiliza pesquisa bibliográfica interpretativa para explorar as reflexões dessa convergência, destacando a importância de perspectivas críticas no ensino tecnológico para uma abordagem mais sustentável. As conclusões ressaltam a interconexão complexa entre tecnologia e meio ambiente, enfatizando que as decisões tecnológicas têm repercussões profundas no ecossistema, sendo decisivo compreender essa relação para lidar com as problemáticas ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Ciência. Tecnologia. Ensino Tecnológico. Educação Ambiental.

RESUMEN: *En el escenario contemporáneo, en el que los avances tecnológicos y las cuestiones ambientales se entrelazan, existe la urgencia de explorar la relación entre la enseñanza tecnológica y la educación ambiental. Las reflexiones sobre la Teoría Crítica de la Tecnología de Andrew Feenberg se destacan como herramientas para comprender las implicaciones de este encuentro. Al examinar las interacciones entre tecnología, sociedad y naturaleza, este enfoque ofrece una visión crítica para analizar cómo la enseñanza de tecnologías puede promover una conciencia ética y formar ciudadanos capaces de enfrentar los desafíos ambientales. Este estudio utiliza una investigación bibliográfica interpretativa para explorar reflexiones sobre esta convergencia, destacando la importancia de perspectivas críticas en la educación tecnológica para un enfoque más sostenible. Las conclusiones destacan la compleja interconexión entre la tecnología y el medio ambiente, enfatizando que las decisiones tecnológicas tienen profundas repercusiones en el ecosistema, y es esencial comprender esta relación para hacer frente a los problemas ambientales.*

PALABRAS CLAVE: *Sostenibilidad. Ciencia. Tecnología. Educación Tecnológica. Educación ambiental.*

ABSTRACT: *In the contemporary scenario, in which technological advances and environmental issues intertwine, there is an urgency to explore the relationship between technological teaching and environmental education. The reflections on Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology stand out as tools for understanding the implications of this encounter. By examining the interactions between technology, society, and nature, this approach offers a critical view of how the teaching of technologies can promote ethical awareness and make citizens capable of facing environmental challenges. This study uses interpretative bibliographic research to explore reflections on this convergence, highlighting the importance of critical perspectives in technological education for a more sustainable approach. The conclusions highlight the complex interconnection between technology and the environment, emphasizing that technological decisions have profound repercussions on the ecosystem, and it is essential to understand this relationship to deal with environmental problems.*

KEYWORDS: *Sustainability. Science. Technology. Technological Education. Environmental education.*

Introdução

A relação entre o ser humano e o meio ambiente sempre resultou em impactos significativos. O entrelaçamento da ciência, técnica e tecnologia com a exploração dos recursos naturais e a intervenção humana no ambiente atingiu proporções que requerem uma análise profunda. Muitas dessas ações excederam os limites do uso sustentável dos recursos, criando perigos e ameaças à vida no nosso planeta. Duas perspectivas principais emergem: uma que enxerga a tecnologia como um mal necessário e outra que reconhece na educação ambiental um espaço vital para debates críticos e reflexivos que promovam uma compreensão ética do meio ambiente.

Uma questão essencial que se coloca é se a tecnologia pode desempenhar um papel benéfico na preservação do meio ambiente. Nesse sentido, a educação tecnológica emerge como uma esperança, preparando professores e alunos para criar e aplicar novos conhecimentos de forma produtiva, ajustando-os e integrando-os ao novo contexto social que nos cerca. Este é um caminho para a conscientização ecológica.

Em última análise, é imperativo reconhecer a intrincada complexidade das relações entre ser humano, sociedade e natureza. A busca por um equilíbrio entre o progresso tecnológico e a conservação ambiental deve ser informada por uma compreensão holística das interconexões em jogo.

Nesse sentido, Andrew Feenberg, estudioso da Filosofia da Tecnologia, se revela como um autor que ofereceu perspectivas para essa discussão. Durante os anos 1960, Feenberg foi um dos seguidores de Herbert Marcuse nos Estados Unidos, e Marcuse, por sua vez, estudou sob a tutela de Martin Heidegger na Universidade de Friburgo, na Alemanha. Para Feenberg, esses dois pensadores desempenham um papel fundamental como as raízes mais antigas de seu próprio pensamento, com Marcuse mantendo uma posição de destaque nesse contexto. No entanto, Feenberg reconhece que sua teoria está enraizada na tradição da crítica social da Escola de Frankfurt, incluindo seus desenvolvimentos subsequentes liderados por Habermas (FEENBERG, 2005a).

A proposta de A. Feenberg se materializa na sua concepção da tecnologia e na Teoria Crítica da Tecnologia por ele formulada. Através dessa teoria, a tecnologia é abordada como uma ambivalência que oscila entre sua dimensão funcional e sua dimensão social.

Diante desse contexto, o propósito deste artigo é explorar a Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg como uma abordagem para examinar a conexão entre ensino tecnológico e educação ambiental. Feenberg (2004) postula que a tecnologia não se constitui como um

determinante absoluto do progresso social, mas sim como uma construção social moldável e sujeita a transformações por meio da intervenção humana. Nesse sentido, incorporar a educação ambiental no âmbito do ensino tecnológico adquire uma relevância primordial, uma vez que a tecnologia desempenha um papel fundamental na configuração de nossa interação com o meio ambiente. Através de uma análise crítica das tecnologias existentes, é possível discernir como elas repercutem sobre o ambiente natural e buscar alternativas que se pautem pela sustentabilidade.

Procedimentos Metodológicos

Este estudo adota o método de pesquisa bibliográfica interpretativa, o qual envolve uma análise reflexiva de fontes bibliográficas pertinentes para compreender as complexidades e nuances do tema em discussão. Stumpf (2011) percebe que a pesquisa bibliográfica culmina na produção de um texto sistematizado, abordando a literatura examinada pelo pesquisador e dando voz tanto às ideias dos autores pesquisados quanto às perspectivas do próprio investigador.

A pesquisa bibliográfica vai além da geração de novos conhecimentos, promovendo a imersão em um campo específico e tornando-se um dos principais veículos de atualização e desenvolvimento intelectual do pesquisador, conforme afirmam Lakatos e Marconi (2003). Por dessa pesquisa, busca-se reunir e analisar uma ampla gama de fontes, incluindo livros, artigos acadêmicos e documentos relacionados à Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg, ensino tecnológico, educação ambiental, inovação e sustentabilidade. A análise interpretativa vai além da coleta de informações, explorando conexões, tendências e implicações subjacentes presentes nas obras selecionadas.

Bocato (2006) destaca que a pesquisa bibliográfica tem como objetivo o levantamento e a crítica dos documentos publicados sobre o tema investigado, visando atualizar e aprimorar o conhecimento, contribuindo assim de maneira efetiva para o desenvolvimento da pesquisa. Ao utilizar este método, a pesquisa busca não só entender os conceitos essenciais da Teoria Crítica da Tecnologia, conforme descrito por Feenberg (2004), mas também interpretar suas repercussões no ensino tecnológico e na educação ambiental. A pesquisa bibliográfica interpretativa possibilita uma visão mais abrangente e enriquecedora do assunto, contribuindo para a construção de uma compreensão sólida e fundamentada das abordagens propostas.

Intersecções entre Ciência, Tecnologia e Sociedade: explorando relações complexas

A interligação entre sociedade e tecnologia é tão intrínseca quanto indispensável, constituindo um elo indissociável que molda e é moldado mutuamente. Essa conexão complexa, embora necessária, também revela uma contingência marcante. No entanto, merece destaque o fato de que, dentro dessa interação, a tecnologia frequentemente emerge em uma posição de protagonismo, assumindo uma perspectiva determinista. Isso é claramente explicado como uma teoria social que argumenta não apenas pela importância física e biológica da tecnologia, mas também pelo seu papel nas relações humanas e práticas sociais (MACKENZIE; WAJCMAN, 1999).

A constatação de que a sociedade e a tecnologia são interdependentes é fundamental para compreender a dinâmica contemporânea. A tecnologia não é apenas uma ferramenta neutra que a sociedade utiliza; é, na verdade, um componente inseparável que influencia as maneiras pelas quais interagimos, comunicamos, trabalhamos e vivemos. A tecnologia molda nossa cultura, valores e comportamentos, e, por sua vez, é influenciada pelas necessidades e desejos da sociedade.

No entanto, essa relação não é unidirecional. A tecnologia também pode ser percebida como um fator que influencia e até determina a organização social e os padrões de vida. A visão determinista da tecnologia sugere que seu desenvolvimento e adoção podem direcionar mudanças em vários aspectos da sociedade, desde a economia até as estruturas de poder.

Mackenzie e Wajcman (1999) ressaltam a dimensão teórica dessa relação complexa. Sua abordagem argumenta que a tecnologia não é apenas um conjunto de ferramentas físicas, mas também desempenha um papel significativo na configuração das interações sociais e das práticas diárias. Essa perspectiva amplia a compreensão da tecnologia como algo mais do que objetos físicos, reconhecendo seu impacto nas interações humanas, nas normas culturais e nas dinâmicas sociais.

Segundo Baumgarten (2006), a tecnologia pode ser descrita de maneira genérica como uma atividade socialmente coordenada, fundamentada em planos e de natureza primordialmente prática. Portanto, a tecnologia engloba conjuntos de conhecimentos e informações empregados na criação de produtos e serviços derivados de diversas fontes, como descobertas científicas e inovações, adquiridas por meio de variados métodos e alinhadas com metas específicas e fins práticos. Similar a qualquer criação humana, é fundamental abordar a

tecnologia considerando seu enraizamento nas relações sociais e em seu progresso histórico (BAUMGARTEN, 2006).

Em relação à definição abrangente de tecnologia, esta concepção a considera como um empreendimento profundamente entrelaçado com a sociedade, sendo conduzido por planos deliberados e objetivos práticos. A noção de que a tecnologia consiste em conhecimentos e informações aplicados na produção de bens e serviços reflete sua natureza aplicada e sua relevância para a vida cotidiana. A ênfase na contextualização social e histórica ressalta que a tecnologia não é isolada, mas sim moldada por fatores sociais, econômicos e culturais em evolução ao longo do tempo. Essa perspectiva ampla oferece um entendimento mais abrangente de como a tecnologia é uma força que transcende o aspecto técnico e está entrelaçada com a experiência humana em várias dimensões.

A afirmação de que não existe sociedade sem tecnologia e vice-versa é uma lembrança constante da intrincada relação entre esses dois elementos. A visão determinista da tecnologia, ao destacar sua influência nas práticas sociais, destaca a relevância de compreender não apenas o desenvolvimento tecnológico em si, mas também como ele molda e é moldado pela sociedade. Isso enfatiza a importância de uma abordagem interdisciplinar que integre as dimensões sociais e tecnológicas para uma compreensão mais completa do nosso mundo em constante evolução.

A abordagem de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) engloba a análise das interações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade, configurando um domínio que se destina tanto à pesquisa acadêmica quanto às formulações de políticas públicas. Esse campo tem suas raízes em novas correntes investigativas na filosofia e sociologia, focalizando a compreensão da interconexão entre ciência, tecnologia e sociedade (BAZZO *et al.*, 2000).

Quanto a ciência, Kuhn (2013) propôs que a compreensão do que constitui a ciência requer uma reavaliação dos aspectos dinâmicos da disciplina, originando uma mudança revolucionária na abordagem do problema a partir de uma análise histórica real da ciência. O autor também argumentou que o avanço científico ocorre em saltos, não seguindo uma progressão linear, visto que a ciência experimenta fases de estabilidade, denominadas de “ciência normal”, bem como períodos de “revoluções científicas”, nos quais emergem paradigmas alternativos.

A perspectiva de ciência, tecnologia e sociedade reconhece que a ciência e a tecnologia não existem em um vácuo isolado, mas são intrinsecamente moldadas e influenciadas pelas dinâmicas sociais, econômicas e culturais. Essa abordagem examina como as decisões científicas e tecnológicas afetam as vidas das pessoas e as comunidades, bem como os valores

e as necessidades da sociedade influenciam a direção da pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico.

De acordo com Pinto (2005), a compreensão do caráter social da tecnologia conduz a uma percepção da tecnologia como uma realização humana que está profundamente imbuída de dimensões sociais. Feenberg (2005b) também corrobora essa visão, ressaltando que esse aspecto social da tecnologia não é inerente à sua lógica interna de funcionamento, mas sim à maneira como essa lógica interage com um contexto social.

A ideia expressa nessa afirmação é que a tecnologia não é um fenômeno isolado, operando de forma independente do ambiente em que está inserida. Em vez disso, ela é influenciada e influencia o contexto social em que é desenvolvida e utilizada. As decisões tecnológicas não são puramente técnicas, elas refletem valores, interesses e poderes presentes na sociedade.

Echeverría (2003), oferece uma definição abrangente de tecnologia, caracterizando uma realização tecnológica ou aplicação como um conjunto de ações regulamentadas, de cunho industrial e vinculadas à ciência. Estas ações são executadas por agentes específicos, que fazem uso de instrumentos para atingir seus objetivos. Essa ação é orientada de maneira intencional para a transformação de outros sistemas, com o propósito de alcançar resultados de valor, ao mesmo tempo que se busca evitar quaisquer consequências negativas ou riscos indesejados (ECHEVERRÍA, 2003, p. 58). A definição de Echeverria sublinha a intrincada e propositada natureza da tecnologia, ao mesmo tempo que destaca seu impacto multifacetado nas diferentes esferas da sociedade.

Arocena (2004) amplia essa perspectiva, enfatizando que a tecnologia tem desempenhado um papel importante ao multiplicar e qualitativamente transformar o poder de produzir e destruir, de curar e causar danos, de enriquecer a cultura humana e gerar riscos para a vida. Esse poder, juntamente com seus potenciais perigos, não está uniformemente distribuído social e regionalmente, apresentando uma disparidade marcante.

Essa desigualdade na distribuição do poder vinculado à tecnologia é aprofundada por Arocena (2004), ao evidenciar que esse poder tem se concentrado nas mãos de um grupo restrito de indivíduos. Esse aspecto é crucial para compreendermos como a ciência e a tecnologia, apesar de seu potencial transformador e benéfico, também podem ser fonte de desigualdades e desequilíbrios no âmbito social.

Ressalta-se a importância de considerar não apenas os benefícios, mas também as consequências e as distribuições desiguais de poder que a tecnologia pode trazer. Isso nos

lembra que a reflexão sobre ciência e tecnologia deve abranger não apenas o progresso em si, mas também os impactos sociais e éticos que emanam de seu uso e desenvolvimento.

Ao compreender a interconexão entre ciência, tecnologia e sociedade, a perspectiva CTS promove uma visão mais ampla e contextualizada da inovação e do avanço tecnológico. Isso viabiliza a análise crítica das ramificações éticas, sociais, econômicas e ambientais das escolhas relacionadas à ciência e à tecnologia. Além disso, ela ressalta a importância de envolver o público e diversos atores sociais no processo de decisão que envolve questões tecnológicas e científicas.

Bazzo (1998) destaca que é inquestionável a contribuição que a ciência e a tecnologia têm oferecido nos últimos anos. No entanto, é fundamental não depositar excessiva confiança nelas, a ponto de nos tornarmos insensíveis devido à comodidade diária proporcionada por seus dispositivos e equipamentos técnicos. Essa atitude pode ser perigosa, visto que, nesse entorpecimento que a fascinação pela modernidade tecnológica nos induz, corremos o risco de negligenciar que a ciência e a tecnologia incorporam aspectos sociais, éticos e políticos.

Nesse contexto, a abordagem CTS desempenha um papel essencial ao reconhecer que a ciência e a tecnologia são atividades inseridas na sociedade, e que a compreensão de suas interações com o contexto social é fundamental para uma avaliação abrangente e responsável do impacto da inovação tecnológica em nossas vidas.

Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg: fundamentos e princípios

A seleção de tecnologias é frequentemente justificada pela sua eficiência técnica, fundamentando-se na lógica da racionalidade instrumental e sendo considerada um indicador de sucesso. No entanto, segundo a perspectiva de Feenberg (2005b), a eficiência técnica não é o fator determinante nesse processo decisório. Ele argumenta que as escolhas tecnológicas são profundamente influenciadas por questões sociais. Nesse contexto, diferentes conjuntos de valores orientam as escolhas, gerando uma variedade de opções viáveis que competem entre si.

A abordagem de Feenberg (2004) destaca a natureza complexa e multifacetada do processo de seleção tecnológica, questionando a primazia da eficiência técnica como único critério. Suas ideias ressoam com a noção de que a tecnologia não é apenas um produto da ciência e da engenharia, mas também é moldada por valores culturais, interesses políticos e dinâmicas sociais.

A consideração de valores distintos no processo de seleção de tecnologias enfatiza a importância de levar em conta não apenas a sua funcionalidade técnica, mas também os impactos sociais, éticos e ambientais que elas podem acarretar. O argumento de Feenberg nos convida a questionar como as tecnologias são escolhidas, quem influencia essas escolhas e quais são as implicações mais amplas de tais decisões.

A Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg (2004) é uma abordagem que busca entender a relação entre tecnologia, sociedade e cultura, analisando como as decisões tecnológicas moldam e são moldadas por valores humanos, estruturas sociais e contextos culturais. Algumas das principais ideias presentes nessa teoria incluem:

- Tecnologia como construção social: Feenberg argumenta que a tecnologia não é um objeto neutro ou uma força externa, mas sim um produto da ação humana e das escolhas sociais. Ela é moldada por decisões que refletem interesses e valores, e por isso pode ser transformada através da intervenção humana (FEENBERG, 2004).
- Neutralidade tecnológica é um mito: a noção de que a tecnologia é neutra ou imparcial é rejeitada pela Teoria Crítica da Tecnologia. Feenberg argumenta que as tecnologias incorporam decisões sobre como elas funcionam, para quem são projetadas e como são usadas. Essas decisões não são isentas de valores e têm implicações sociais (FEENBERG, 2004). A Teoria Crítica da Tecnologia é marcada por sua ausência de neutralidade, uma vez que ela incorpora os valores que estão intrínsecos à sua criação e é sujeita ao controle humano, estando submissa aos seus interesses (DAGNINO, 2007).
- Política da tecnologia: Feenberg propõe que as tecnologias sejam vistas como arenas políticas onde diferentes grupos e interesses lutam por influência. A forma como as tecnologias são projetadas, implementadas e usadas reflete relações de poder e tomadas de decisão políticas (FEENBERG, 2004).
- Participação pública: a Teoria Crítica da Tecnologia ressalta a importância da participação pública nas determinações tecnológicas. Feenberg sustenta que aqueles impactados por uma tecnologia devem ser incluídos nas escolhas que moldam seu desenvolvimento e aplicação, visando ampliar a responsabilidade e a justiça (FEENBERG, 2004). Contudo, a configuração da tecnologia pode inadvertidamente perpetuar um sistema que privilegia um pequeno grupo em detrimento da maioria (FEENBERG, 2006).

- Dimensões sociais e éticas: a análise tecnológica deve considerar não apenas os aspectos técnicos, mas também as dimensões sociais e éticas. Isso envolve avaliar os impactos culturais, econômicos, políticos e ambientais das tecnologias (FEENBERG, 2004).
- Construção de alternativas: a Teoria Crítica da Tecnologia defende a ideia de que é possível construir tecnologias alternativas que atendam a valores e objetivos diferentes. Isso implica em reimaginar e reformular tecnologias para que elas atendam a necessidades humanas e sociais de maneira mais apropriada (FEENBERG, 2004).
- Conscientização tecnológica: a teoria incentiva a conscientização sobre as influências ocultas nas tecnologias e como elas moldam nossas vidas. Isso envolve uma educação que capacita as pessoas a entenderem as complexidades e implicações das tecnologias que utilizam (FEENBERG, 2004).

No geral, a Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg oferece uma perspectiva crítica e socialmente engajada sobre a relação entre humanos e tecnologia, buscando promover a compreensão, a responsabilidade e a capacitação para moldar o desenvolvimento tecnológico de maneira mais alinhada com valores humanos e necessidades sociais.

A relação entre o social e o técnico é caracterizada por uma interdependência recíproca, um vínculo que o enfoque técnico convencional não conseguiu reconhecer (Latour, 2002). O autor aponta para a ideia de que a inovação não ocorre isoladamente, mas sim dentro de um contexto mais amplo, que envolve fatores sociais, culturais e tecnológicos. O agente inovador não pode simplesmente introduzir uma nova tecnologia sem considerar como ela se encaixa e é influenciada pelo ambiente em que será implementada.

Sugere-se que a relação entre o social e o técnico é mais complexa do que o pensamento tradicional tendia a assumir, ressaltando a necessidade de uma abordagem mais abrangente para entender como a tecnologia e a sociedade interagem de maneira mútua. Isso destaca a importância de considerar as implicações sociais e culturais ao se realizar inovações tecnológicas.

É essencial destacar que a humanidade está atualmente dotada de um nível sem precedentes de conhecimento, tecnologia, criatividade e recursos. No entanto, para garantir um aproveitamento justo desses elementos por todos, é necessário introduzir novos conceitos e valores que incentivem a colaboração coletiva. Este processo demanda uma revisão do nosso paradigma de desenvolvimento tecnológico, juntamente com o compromisso ético de reafirmar valores como igualdade, equidade e solidariedade no contexto econômico (SACHS, 2008).

A Teoria Crítica da Tecnologia, desenvolvida por Feenberg (2004), argumenta que em qualquer situação em que as interações sociais sejam mediadas pela tecnologia moderna, é possível implementar controles mais democráticos e reconfigurar a tecnologia para incorporar uma maior diversidade de conhecimentos especializados e iniciativas (FEENBERG, 2004, p. 2-3).

A proposição da teoria de Feenberg incorpora uma abordagem de natureza crítica para a apreensão da conexão entre tecnologia, sociedade e meio ambiente. Feenberg (2004) defende que a tecnologia não é inerentemente neutra; ao contrário, é modelada por valores humanos, o que a torna suscetível a reconfiguração e adaptação. Ele sublinha a relevância de contemplar a dimensão ética e social da tecnologia, enfatizando como as escolhas tecnológicas geram impactos tanto diretos quanto indiretos na sustentabilidade ambiental.

Na prática, uma reflexão essencial abrange a conscientização acerca dos efeitos ambientais das tecnologias empregadas. Um exemplo ilustrativo é a produção e descarte de dispositivos eletrônicos, capazes de gerar quantidades substanciais de resíduos e contribuir para a poluição do meio ambiente. Nesse contexto, destaca-se a importância de fomentar práticas de consumo responsável e promover a reciclagem e a reutilização desses equipamentos.

Feenberg, (2004) ao apresentar sua crítica à tecnologia, salienta que sua análise não é fundamentalmente ontológica, embora seja influenciada pela crítica ontológica de Herbert Marcuse, com quem teve a oportunidade de estudar. Seu enfoque estende as investigações realizadas pela Escola de Frankfurt, buscando reestruturar a concepção de socialismo por meio de uma perspectiva filosófica profundamente radical sobre a tecnologia (CUPANI, 2004).

Essas ideias nos levam a entender a complexidade da abordagem adotada pelo autor. Sua análise não se limita apenas à tecnologia, mas também incorpora a influência de destacados pensadores, como Marx e neomarxistas como Marcuse, Habermas, Hawls e Adorno, entre outros. Isso demonstra a ampla gama de influências que moldaram sua crítica à tecnologia e evidência como sua perspectiva está enraizada em um contexto abrangente de pensamento crítico.

É relevante enfatizar a maneira como o autor aborda sua crítica à tecnologia, destacando sua conexão com as análises realizadas pela Escola de Frankfurt. Sua perspectiva é enraizada em uma profunda filosofia da tecnologia e é influenciada por diversas correntes de pensamento crítico. Esse aspecto amplifica a complexidade e a profundidade de sua argumentação, conferindo-lhe uma base sólida e abrangente que transcende os limites de uma análise superficial.

Perspectivas da Teoria Crítica da Tecnologia no Âmbito Educacional

A adoção da Teoria Crítica da Tecnologia no âmbito do ensino tecnológico e da educação ambiental pode se mostrar uma estratégia altamente eficaz para promover uma abordagem mais consciente e ética em relação à inovação. Isso implica em questionar a suposta neutralidade da tecnologia, examinar os impactos ambientais das inovações e incentivar a participação pública nas decisões tecnológicas.

Ao abordar a Teoria Crítica da Tecnologia no ensino tecnológico, os estudantes não apenas adquirem competências técnicas, mas também se tornam conscientes dos aspectos sociais, culturais e éticos que permeiam o desenvolvimento e aplicação das tecnologias. Isso lhes permite serem participantes ativos na tomada de decisões relacionadas à tecnologia, compreendendo como suas escolhas podem influenciar a sociedade e o meio ambiente.

Na educação ambiental, a Teoria Crítica da Tecnologia se encaixa de forma intrínseca. Ao examinar os vínculos entre tecnologia, sociedade e meio ambiente, os alunos são incentivados a refletir sobre como as inovações tecnológicas afetam a sustentabilidade e a saúde do planeta. Eles aprendem a analisar as implicações das suas decisões tecnológicas no contexto mais amplo das preocupações ambientais e a buscar soluções que promovam a harmonia entre o avanço tecnológico e a preservação ambiental.

Na visão dos educadores, mesmo não sendo um consenso absoluto, a defesa pela reestruturação do currículo e da abordagem metodológica se destaca como uma demanda clara em direção a uma educação voltada para a cidadania. Isso implica na adoção de uma perspectiva crítica sobre as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade (LEDERMAN, 1992).

A inserção da Educação Ambiental nas discussões de Ciência, Tecnologia e Sociedade amplia a abordagem crítica, abrangendo não apenas as dimensões sociais e tecnológicas, mas também os impactos no meio ambiente. Compreender como as ações humanas, muitas vezes mediadas pela tecnologia, influenciam os ecossistemas e a sustentabilidade é essencial para a formação de cidadãos responsáveis e conscientes.

A reorganização curricular e metodológica sob essa perspectiva visa capacitar os alunos não apenas a compreenderem as interconexões complexas entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, mas também a avaliarem criticamente os desafios éticos, ambientais e culturais decorrentes dessas interações. Dessa forma, a educação para a cidadania se estende para além das esferas individuais e sociais, incorporando uma preocupação mais ampla com o futuro sustentável do planeta.

A iniciativa de introduzir a discussão sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade no contexto educacional tem sido disseminada por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), inserindo-se no âmbito da Educação Tecnológica. Essa abordagem não se restringe à mera criação de objetos, mas busca também promover a compreensão da origem e propósito desses objetos, bem como dos conceitos subjacentes à sociedade contemporânea.

A temática das interações entre ciência, tecnologia e sociedade está incorporada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um dos eixos temáticos que atravessam toda a Educação Básica no Brasil. A BNCC reconhece a necessidade de compreender as intrincadas relações entre esses três elementos e enfatiza a importância de capacitar os alunos para analisar de maneira crítica os impactos sociais, éticos, econômicos e ambientais da ciência e tecnologia em suas vidas e na sociedade como um todo.

A inclusão dessa temática na BNCC reflete uma abordagem educacional contemporânea, que transcende a mera transmissão de conhecimentos técnicos e busca desenvolver habilidades de análise, interpretação e reflexão crítica. O objetivo é formar cidadãos informados e capazes de tomar decisões embasadas diante dos desafios e dilemas decorrentes das contínuas inovações científicas e tecnológicas.

Nesse contexto, a BNCC propõe uma abordagem transversal das interações entre ciência, tecnologia e sociedade em diversas disciplinas, como Ciências, Física, Química, Biologia, Filosofia, Sociologia e outras áreas do conhecimento. Isso permite aos estudantes compreender como o avanço científico e tecnológico afeta o mundo à sua volta, influencia o desenvolvimento social e cultural e traz consigo desafios éticos e morais.

Em resumo, a inclusão do debate sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade na BNCC reforça a relevância de uma educação que transcenda o conteúdo técnico, promovendo a formação de cidadãos críticos e conscientes das complexidades do mundo contemporâneo. Eles estarão capacitados a participar ativamente das discussões e decisões que moldam o futuro da sociedade.

Para alcançar esse propósito, é fundamental desenvolver a educação tecnológica de acordo com a visão proposta por Palacios *et al.* (1996). Nessa perspectiva, os estudantes são guiados para compreenderem a dimensão social da ciência e tecnologia, explorando desde os contextos sociais que as moldam até as consequências sociais e ambientais que delas advêm. Em suma, é necessário abordar a Educação Tecnológica considerando os fatores sociais, políticos e econômicos que moldam as transformações científicas e tecnológicas, bem como as implicações éticas, ambientais e culturais decorrentes dessas mudanças. Essa abordagem

proporciona aos estudantes uma compreensão mais abrangente e crítica das intrincadas interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Considerações finais

À luz dos pressupostos delineados ao longo deste artigo, emerge uma clara percepção de que a Teoria Crítica da Tecnologia de Feenberg (2004) proporciona um arcabouço conceitual inestimável para contemplar a incorporação da educação ambiental no contexto do ensino tecnológico. A adoção dessa perspectiva crítica se traduz em uma oportunidade para promover a conscientização acerca dos impactos ambientais das tecnologias.

Para além disso, a Teoria Crítica da Tecnologia também nos convoca a questionar as dinâmicas de poder intrínsecas à produção e ao uso das tecnologias. Nesse sentido, é imperativo refletir sobre quem colhe os benefícios de determinadas tecnologias e quem é prejudicado, seja em âmbito social ou ambiental. Essa reflexão, por sua vez, impulsiona a busca por soluções que nutram a equidade e a justiça no âmbito ambiental.

A integração da educação ambiental no âmbito do ensino tecnológico oferece uma gama diversificada de abordagens. A possibilidade de inserir conteúdos voltados à sustentabilidade e à preservação ambiental nos currículos das disciplinas tecnológicas é uma via tangível. Ademais, a concepção de projetos práticos que abordem questões ambientais, como a elaboração de tecnologias verdes ou a análise do ciclo de vida de produtos tecnológicos, também se afigura como estratégia eficaz.

Igualmente relevante é estimular uma postura crítica e reflexiva no que tange à tecnologia. É imperativo encorajar os estudantes a interpelar os desdobramentos ambientais das tecnologias preexistentes, incitando-os a buscar inovações capazes de contribuir de maneira concreta para a sustentabilidade.

Portanto, o diálogo entre a Teoria Crítica da Tecnologia com a educação ambiental e o ensino tecnológico não apenas amplia o entendimento dos alunos sobre as complexas relações entre tecnologia, sociedade e ambiente, mas também os capacita a se tornarem agentes de mudança informados e responsáveis. Essa abordagem ajuda a formar uma geração de indivíduos capazes de analisar criticamente as tecnologias, considerar seus impactos e contribuir para um desenvolvimento tecnológico mais ético, sustentável e socialmente justo.

REFERÊNCIAS

- AROCENA, R. Riesgo, cambio técnico y democracia en el subdesarrollo. *In*: LUJÁN, J. L.; ECHEVERRÍA, J. (org.). **Gobernar los riesgos: ciencia y valores en la sociedad del riesgo**. Madrid: Biblioteca Nueva/Organização dos Estados Ibero-americanos, 2004.
- BAUMGARTEN, M. Tecnologia. *In*: CATTANI, A.; HOLZMANN, L. (org.). **Dicionário de trabalho e tecnologia**. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I. V.; PEREIRA, L. T. V. **O que são e para que servem os estudos CTS**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: Ed. UFSC, 1998.
- BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev Odontol Univ Cid São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006. Disponível em: https://arquivos.cruzeirosuleducacional.edu.br/principal/old/revista_odontologia/pdf/setembro_dezembro_2006/metodologia_pesquisa_bibliografica.pdf. Acesso em: 15 jul. 2023.
- CUPANI, A. O. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004. DOI: 10.1590/S1678-31662004000400003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ss/a/n3cCz6JTQch58cvbmKJjRnN/?lang=pt>. Acesso em: 15 jul. 2023.
- DAGNINO, R. P. **Um debate sobre a tecnociência: neutralidade da ciência e determinismo tecnológico**. Campinas: Unicamp, 2007.
- ECHEVARRÍA, J. **Larevolución tecnocientífica**. Fondo de Cultura Económica de España: Madrid, 2003.
- FEENBERG, A. **Teoria Crítica da tecnologia**. Piracicaba: Unimep, 2004.
- FEENBERG, A. **Heidegger and Marcuse: The Catastrophe and Redemption of History**. London: Routledge, 2005a.
- FEENBERG, A. Teoria Crítica da tecnologia: um panorama. **Tailor-Made BioTechnologies**, *[S.l.]*, v. 1, n. 1, 2005b. Disponível em: http://www.sfu.ca/~andrewf/books/Portug_Teoria_Crtica_da_Tecnologia.pdf. Acesso em: 15 jul. 2023.
- FEENBERG, A. Replies to critics. *In*: VEAK, T. J. (ed.). **Democratizing technology: Andrew Feenberg's critical theory of technology**. Albany: State University of New York Press, 2006.
- KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LATOUR, B. **Aramis, or the love of technology**. Cambridge: Harvard University Press, 2002.

LEDERMAN, N. Student's and teacher's conceptions of the nature of Science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992. DOI: 10.1002/tea.3660290404. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.3660290404>. Acesso em: 15 jul. 2023.

MACKENZIE, D. A.; WAJCMAN, J. (ed.). **The Social Shaping of Technology**. Filadelfia: Open University Press, 1999.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PINTO, A. V. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

STUMPF, I. R. C. Pesquisa Bibliográfica. *In*: DUARTE, J.; BARROS, A. (org.). **Métodos e Técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2011.

CRediT Author Statement

Reconhecimentos: Não aplicável.

Financiamento: Não aplicável.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Aprovação ética: Não aplicável.

Disponibilidade de dados e material: Os dados e materiais utilizados no trabalho estão disponíveis para acesso.

Contribuições dos autores: Todos os autores contribuíram igualmente para este trabalho. Fornecendo revisão teórica, coleta de dados, análise e interpretação de dados, escrita e revisão final.

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.
Revisão, formatação, normalização e tradução.

