



AS ETECs COMO SISTEMA SOCIOTÉCNICO: UMA ABORDAGEM CTS DA FORMAÇÃO TÉCNICA

ETECs AS A SOCIOTECHNICAL SYSTEM: AN STS APPROACH TO TECHNICAL EDUCATION

DOI: 10.5281/zenodo.23375661



Cleber Cosme Bueno¹

José Cortez Junior²

Rafael Silva e Borges³

Rodrigo Fonseca⁴

RESUMO

A formação técnica de nível médio ocupa papel estratégico no desenvolvimento científico, tecnológico e social do Brasil, especialmente diante das transformações produtivas e da reconfiguração das políticas de Educação Profissional e Tecnológica (EPT). As Escolas Técnicas Estaduais (ETECs) podem ser compreendidas como sistemas sociotécnicos nos quais atores humanos e não humanos, práticas pedagógicas, tecnologias, políticas e territórios se articulam na produção da formação profissional. Este artigo propõe um modelo conceitual integrado, fundamentado nos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), nas teorias dos sistemas sociotécnicos e em perspectivas latino-americanas de tecnologia social, para analisar essas relações. De caráter teórico-conceitual, o estudo organiza o modelo em quatro níveis inter-relacionados: núcleo sociotécnico; mediações; políticas e território; e resultados sociotécnicos. A análise conceitual evidencia que a formação técnica ultrapassa o domínio operacional, envolvendo a produção de capacidades tecnológicas, práticas de inovação, valores e culturas profissionais orientadas à sustentabilidade. Conclui-se que o modelo

1 Mestre em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0981614811791383>.

2 Bacharel em Ciência da Computação, Faculdades da Fundação de Ensino de Mococa, FAFEM, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2935074908412600>.

3 Licenciatura em Matemática, Faculdade de Filosofia Ciência e Letras de São José do Rio Pardo, FFCL, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0061008295333521>.

4 Licenciatura em História, Faculdade de Filosofia Ciência e Letras de São José do Rio Pardo, FFCL, Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3917780151642985>.





oferece uma ferramenta analítica para compreender as potencialidades e as tensões que atravessam as ETECs, embora sua aplicação em diferentes contextos institucionais demande investigações empíricas futuras.

Palavras-chave: formação técnica; Educação Profissional e Tecnológica; estudos CTS; sistemas sociotécnicos; sustentabilidade; políticas públicas.

ABSTRACT

Secondary-level technical education plays a strategic role in Brazil's scientific, technological, and social development, particularly in light of shifts in production and the reconfiguration of Vocational and Technological Education (VTE) policies. State Technical Schools (ETECs) can be understood as sociotechnical systems in which human and non-human actors, pedagogical practices, technologies, policies, and territories intersect to shape vocational training. This article proposes an integrated conceptual model—grounded in Science, Technology, and Society (STS) studies, sociotechnical systems theory, and Latin American perspectives on social technology—to analyze these relationships. Theoretical and conceptual in nature, the study organizes the model into four interrelated levels: the sociotechnical core; mediations; policies and territory; and sociotechnical outcomes. The conceptual analysis reveals that technical education extends beyond the operational realm, encompassing the development of technological capabilities, innovation practices, and professional values and cultures oriented toward sustainability. The study concludes that the model provides an analytical tool for understanding the potential and tensions inherent in ETECs, although its application across different institutional contexts requires further empirical research.

Keywords: technical training; Vocational and Technological Education; STS studies; sociotechnical systems; sustainability; public policy.

1. INTRODUÇÃO

A formação técnica de nível médio tem ocupado, nas últimas décadas, um lugar cada vez mais estratégico nas discussões sobre o desenvolvimento científico, tecnológico e social no Brasil. Os desafios contemporâneos, como as transformações tecnológicas e digitais, a sofisticação das cadeias produtivas e a urgência das questões ambientais, mostram que a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) não pode se limitar à preparação técnica dos jovens. Seu papel também envolve oferecer uma formação crítica, capaz de preparar os estudantes para compreender, atuar e intervir nas lógicas econômicas, informacionais e sociotécnicas que marcam a sociedade atual.

As Escolas Técnicas Estaduais (ETECs) ocupam uma posição relevante nesse cenário. Como instituições públicas de formação profissional e tecnológica, articulam dimensões

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 10 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





pedagógicas, tecnológicas, sociais e organizacionais. Essa articulação pode contribuir para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas e para o fortalecimento dos ecossistemas locais de inovação. As ETECs, ainda, podem ser compreendidas como sistemas sociotécnicos complexos, nos quais práticas pedagógicas, artefatos tecnológicos, políticas públicas e culturas profissionais interagem e se transformam continuamente.

Os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) oferecem uma base importante para essa compreensão, ao enfatizarem a construção social da tecnologia, sua dimensão política e sua relação com os arranjos sociais. Pinch e Bijker (1984), Winner (1986) e Feenberg (2002; 2010) mostram que as tecnologias não são neutras: elas incorporam valores, interesses e disputas. Nas escolas técnicas, essa compreensão permite reconhecer que máquinas, instrumentos, softwares e normas técnicas não atuam apenas como recursos de apoio: eles participam da constituição dos saberes e das práticas profissionais.

As ETECs podem ser compreendidas, portanto, como espaços de coprodução entre tecnologia e ordem social (Jasanoff, 2004). Neles, estudantes, docentes, artefatos e políticas participam de relações de influência recíproca. Embora existam pesquisas sobre Educação Profissional e Tecnológica no Brasil, há espaço para ampliar as análises que compreendam as escolas técnicas como sistemas sociotécnicos, sobretudo em sua relação com as políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) e com a promoção da sustentabilidade.

Diante desse contexto, o artigo propõe um modelo conceitual integrado para compreender as ETECs como sistemas sociotécnicos relevantes nos processos de inovação e sustentabilidade. O modelo articula contribuições dos estudos de CTS, das teorias dos sistemas sociotécnicos e das perspectivas latino-americanas sobre tecnologia social, organizando as relações entre atores, artefatos, mediações institucionais, políticas públicas e território.

A contribuição do estudo consiste na construção de um enquadramento analítico que amplia a compreensão do papel das ETECs no ecossistema de CT&I, considerando sua participação na produção de capacidades tecnológicas, na constituição de práticas de inovação e nas relações com o desenvolvimento territorial sustentável. De natureza teórico-conceitual e





caráter analítico, o estudo desenvolve essa proposta por meio da articulação crítica de referenciais dos estudos CTS, das teorias de sistemas sociotécnicos e da literatura sobre Educação Profissional e Tecnológica. Como resultado desse percurso, apresenta um modelo conceitual interpretativo, cuja aplicação e alcance em diferentes contextos institucionais ainda demandam investigações empíricas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo é de natureza teórico-conceitual e caráter analítico, desenvolvido a partir da articulação crítica de referenciais dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), das teorias dos sistemas sociotécnicos e das perspectivas latino-americanas sobre tecnologia e inovação social. A partir dessa articulação, os elementos centrais da dinâmica sociotécnica das ETECs são organizados em quatro níveis inter-relacionados: núcleo sociotécnico, mediações, políticas e território e resultados sociotécnicos. O modelo proposto não pretende representar empiricamente uma escola específica, mas oferecer um enquadramento analítico para interpretar as relações entre atores, artefatos, práticas, instituições e território na formação técnica. Sua aplicação em diferentes contextos institucionais constitui etapa posterior, a ser desenvolvida por meio de investigações empíricas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção reúne as concepções teóricas que fundamentam a abordagem desenvolvida no artigo. O referencial articula contribuições dos estudos de CTS, das teorias de sistemas sociotécnicos, das perspectivas latino-americanas sobre tecnologia e inovação social e dos debates sobre sustentabilidade e políticas de CT&I. O propósito é construir um enquadramento conceitual integrado para compreender o papel das escolas técnicas no contexto contemporâneo.





3.1 Contribuições dos estudos CTS para a compreensão da formação técnica

Os estudos de CTS oferecem um referencial importante para analisar a formação técnica, pois questionam as concepções deterministas de tecnologia. Nessa perspectiva, ciência e tecnologia são compreendidas como construções sociais, atravessadas por contextos históricos, institucionais, econômicos e culturais.

A abordagem da Construção Social da Tecnologia (SCOT – *Social Construction of Technology*), desenvolvida por Pinch e Bijker (1984), evidencia que os artefatos não se restringem à sua dimensão técnica: também expressam disputas sociais. Profissionais e estudantes não apenas utilizam tecnologias; eles igualmente participam da atribuição de significados a esses artefatos, em processos permeados por relações de poder e por valores que influenciam suas trajetórias nos campos social e econômico.

O conceito de artefato assume, nesse debate, um papel central. Neste artigo, o termo abrange elementos técnicos e materiais, como máquinas, dispositivos digitais, equipamentos, instrumentos, softwares e documentos normativos. Socialmente construídos, esses artefatos incorporam valores, normas e decisões institucionais e atuam como mediadores das práticas, dos saberes e das relações sociais. Não são, portanto, elementos neutros: integram os arranjos sociotécnicos e influenciam os modos de aprender, trabalhar e organizar a formação técnica.

Na formação técnica, essa compreensão implica reconhecer que ementas de cursos, equipamentos de laboratório, instrumentos didáticos e softwares não são definidos apenas por critérios técnicos ou funcionais. Demandas econômicas e produtivas, negociações institucionais e orientações pedagógicas também influenciam essas escolhas. Nas ETECs, tais decisões afetam tanto os conteúdos trabalhados quanto os modos de ensino e aprendizagem.

Winner (1986) aprofunda essa discussão ao afirmar que artefatos têm política. Para o autor, as tecnologias incorporam valores, intencionalidades e relações de poder; por isso, podem ampliar práticas democráticas ou reforçar hierarquias. A escolha entre softwares pagos ou livres, a definição dos conteúdos das ementas, o grau de autonomia das máquinas e a organização dos laboratórios expressam concepções sobre controle, autonomia, trabalho e





acesso ao conhecimento. Nas ETECs, essas escolhas influenciam as práticas pedagógicas e os critérios de legitimidade do saber técnico, evidenciando que os artefatos participam ativamente da formação profissional.

Compreender as tecnologias como construções sociais permite interpretar as ETECs para além da transmissão de conteúdos técnicos. Elas ainda são espaços sociotécnicos nos quais artefatos participam da constituição de saberes, competências, habilidades, subjetividades e valores profissionais. A formação técnica envolve, portanto, relações entre sujeitos, artefatos e práticas que ultrapassam o domínio de procedimentos operacionais.

3.2 A contribuição de Hughes, Latour e Feenberg: sistemas sociotécnicos, redes de interação e crítica da tecnologia

A abordagem dos grandes sistemas tecnológicos, desenvolvida por Thomas Hughes (1987), oferece um enquadramento para compreender como tecnologias, organizações e práticas sociais se articulam em arranjos complexos e dinâmicos. Esses sistemas reúnem elementos heterogêneos (artefatos, instituições, valores, normas, conhecimentos e atores humanos) que se relacionam e contribuem para estabilizar soluções tecnológicas ao longo do tempo. Essa abordagem permite observar que mudanças técnicas implicam reorganizações institucionais, culturais e organizacionais.

A Teoria Ator-Rede (ANT – *Actor-Network Theory*), associada a Bruno Latour (2005), amplia essa análise ao questionar a separação rígida entre humanos e não humanos. Nessa perspectiva, pessoas, máquinas, instrumentos, documentos e normas podem participar das associações que constituem as redes de ação e das relações que produzem práticas e significados. A aprendizagem técnica pode, então, ser compreendida como um processo distribuído, que emerge das interações entre diferentes elementos da rede sociotécnica.

Andrew Feenberg (2002; 2010) acrescenta uma dimensão crítica ao debate ao mostrar que as escolhas tecnológicas são atravessadas por valores, conflitos e disputas de poder. A distinção analítica entre as instrumentalizações primária e secundária permite compreender





que a tecnologia não se limita ao cumprimento de funções operacionais: seu desenvolvimento e sua apropriação também envolvem dimensões sociais, éticas e culturais.

A instrumentalização primária refere-se à constituição funcional de objetos e sujeitos técnicos, envolvendo processos como descontextualização e redução; a secundária diz respeito à realização desses objetos e sujeitos em dispositivos e redes técnicas concretas, nas quais processos de sistematização e mediação incorporam dimensões sociais e culturais. No contexto das ETECs, essa distinção permite analisar como aspectos como segurança, colaboração e responsabilidade socioambiental podem ser incorporados às práticas de formação técnica.

A articulação entre Hughes, Latour e Feenberg permite compreender as ETECs como espaços nos quais as tecnologias são ensinadas, apropriadas e reinterpretadas. O desenvolvimento de competências e habilidades, nessa perspectiva, não depende apenas do domínio de procedimentos operacionais, mas também das relações entre atores humanos e não humanos, das práticas institucionais e dos sentidos atribuídos à tecnologia.

3.3 A coprodução entre tecnologia e ordem social: contribuições de Jasanoff

A perspectiva da coprodução, sistematizada na coletânea organizada por Sheila Jasanoff (2004), parte do entendimento de que ciência, tecnologia e sociedade não se constituem de maneira independente, mas se formam conjuntamente por meio de processos contínuos de negociação, estabilização e transformação. Em contraposição às abordagens que tratam a tecnologia como causa ou consequência isolada de fenômenos sociais, essa perspectiva considera que práticas científicas, artefatos técnicos, normas, instituições, identidades e valores são produzidos em relação uns com os outros, influenciando-se reciprocamente.

Para Jasanoff, as configurações sociotécnicas expressam uma determinada ordem social, que se manifesta nas formas de autoridade, nos padrões de legitimidade, nas categorias de conhecimento e nos modos de compreender e organizar o mundo. Nessa perspectiva, as





tecnologias não se limitam a responder às demandas sociais; elas participam da construção de concepções sobre competência, organização, controle, segurança, eficiência.

No contexto das ETECs, essa abordagem permite compreender a formação técnica como um processo dialógico não linear, marcado pelas relações entre políticas públicas, práticas pedagógicas, experiências estudantis, tecnologias e dinâmicas territoriais. As políticas educacionais orientam currículos, prioridades pedagógicas e investimentos; docentes reinterpretam as tecnologias em suas estratégias de ensino e critérios de avaliação; e os estudantes atribuem novos sentidos às instruções e aos artefatos a partir de suas experiências. Já os equipamentos, softwares e instrumentos reorganizam gestos, ritmos de trabalho e formas de pensar tecnicamente.

A formação técnica pode, portanto, ser compreendida como um processo de coprodução sociotécnica. Nessa perspectiva, aprender tecnologia não significa apenas dominar conhecimentos e procedimentos, mas também compreender os modos de organização do trabalho, interpretar o mundo e participar das práticas sociais associadas ao fazer técnico.

3.4 CTS latino-americano: tecnologia social, desenvolvimento e inclusão

Os estudos CTS latino-americanos, representados por autores como Dagnino (2014), Thomas (2009) e Smith, Fressoli e Thomas (2014), enfatizam questões relacionadas à valorização de saberes locais, à inclusão social, à crítica às formas de dependência tecnológica e à busca por formas de inovação voltadas a problemas sociais. Nesse debate, a autonomia relaciona-se à inclusão social e à sustentabilidade.

No contexto das ETECs, esses referenciais permitem compreender a formação técnica como parte dos processos de desenvolvimento territorial. Essa contribuição se manifesta no fortalecimento das capacidades produtivas regionais, na criação de oportunidades educacionais e profissionais para os jovens e na articulação entre tecnologia, território e demandas sociais. Nessa perspectiva, as ETECs podem atuar como agentes do





desenvolvimento local, favorecendo a construção de soluções tecnológicas contextualizadas, socialmente orientadas e sustentáveis.

3.5 Inovação, sustentabilidade e políticas públicas na formação técnica

Nos estudos sobre inovação, Lundvall (1992), Nelson (1993) e Fagerberg et al. (2013) destacam a importância da construção de capacidades e dos processos de aprendizagem que ocorrem por meio de interações. Nessa perspectiva, aprender não se resume à aquisição de conhecimentos e habilidades: envolve a participação em práticas que articulam pessoas, artefatos e instituições.

A formação técnica, portanto, pode criar condições para que os estudantes compreendam princípios tecnológicos, interpretem problemas, incorporem padrões de qualidade e segurança e participem de práticas colaborativas. Nas ETECs, essas aprendizagens podem favorecer o desenvolvimento de capacidades tecnológicas e contribuir para os ecossistemas locais de inovação.

A aprendizagem sociotécnica relaciona-se à sustentabilidade, compreendida como dimensão estruturante da formação técnica. As atividades didáticas e laboratoriais envolvem consumo de recursos, geração de resíduos e adoção de procedimentos seguros, aspectos que tornam a sustentabilidade parte do fazer técnico, por meio de práticas como o uso racional de insumos, a redução de desperdícios, a manutenção preventiva, o manejo adequado de resíduos e a responsabilidade socioambiental. Essas práticas podem preparar os estudantes para contextos produtivos que exigem competências relacionadas à sustentabilidade, atitudes éticas e responsabilidade socioambiental.

A relação entre inovação e sustentabilidade na formação técnica é influenciada pelas políticas públicas de Educação Profissional e Tecnológica e de Ciência, Tecnologia e Inovação. Diretrizes curriculares, normativas institucionais, estratégias de CT&I e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável orientam a organização dos currículos, os investimentos em infraestrutura e as prioridades tecnológicas das ETECs. Essas orientações





repercutem nas competências previstas, nas práticas pedagógicas e nas condições materiais de formação.

Nesse contexto, as ETECs não se restringem à oferta de ensino técnico. Sua atuação envolve a implementação e a interpretação de políticas públicas de EPT e de CT&I, a qualificação profissional e a difusão de tecnologias. Essas ações podem contribuir para fortalecer ecossistemas locais de inovação e ampliar práticas comprometidas com o desenvolvimento sustentável, desde que existam condições institucionais e materiais para sua efetivação.

A incorporação da sustentabilidade à cultura técnica aproxima a formação profissional dos compromissos estabelecidos pela Agenda 2030 (ONU, 2015). Essa relação pode ser associada ao ODS 4 (educação de qualidade), pela promoção de competências voltadas ao desenvolvimento sustentável; ao ODS 8 (trabalho decente e crescimento econômico) e ao ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura), pelo desenvolvimento de capacidades profissionais e tecnológicas; e ao ODS 12 (consumo e produção responsáveis), pela adoção de práticas orientadas ao uso racional de recursos e à responsabilidade ambiental.

4. MODELO CONCEITUAL PROPOSTO: A ETEC COMO SISTEMA SOCIOTÉCNICO DE INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Nesta seção, apresenta-se uma contribuição conceitual ao campo, articulando os estudos CTS, as teorias dos sistemas sociotécnicos e a formação técnica. O modelo proposto tem caráter analítico, e não normativo, e busca compreender as dinâmicas sociotécnicas das ETECs, considerando as assimetrias, as tensões institucionais e os limites materiais que condicionam seu funcionamento.





4.1 A ETEC como sistema sociotécnico

Com base nas contribuições de Hughes (1987), Latour (2005), Jasanoff (2004) e Feenberg (2002), a Escola Técnica Estadual pode ser compreendida como um sistema sociotécnico no qual pessoas, artefatos, normas e valores se articulam continuamente. Dessa forma, as tecnologias não se restringem à condição de ferramentas: participam da constituição das práticas, dos processos de aprendizagem e dos modos de organização institucional.

Esse sistema reúne diferentes componentes, que podem ser organizados em cinco dimensões:

- **Atores humanos:** docentes, estudantes, gestores, técnicos e funcionários, que interpretam, operacionalizam e renovam as práticas formativas.
- **Atores não humanos:** máquinas, equipamentos, instrumentos, softwares, computadores, dispositivos digitais, normas técnicas e documentos curriculares, que participam da organização dos gestos, dos raciocínios e dos padrões de trabalho.
- **Elementos institucionais:** políticas públicas, diretrizes do Centro Paula Souza, estruturas de gestão e práticas pedagógicas, responsáveis por orientar a organização e as expectativas da formação técnica.
- **Elementos materiais e espaciais:** laboratórios, salas ambiente e infraestrutura tecnológica, que oferecem condições para a experimentação e a realização de atividades práticas.
- **Elementos simbólicos e valorativos:** disciplina técnica, segurança, colaboração, ética profissional e compromisso com a sustentabilidade, que orientam condutas e relações no ambiente formativo.

Nessa organização, as cinco dimensões funcionam como componentes analíticos internos do sistema, enquanto os quatro níveis apresentados na seção 4.5 organizam suas relações em uma perspectiva sistêmica.





4.2 Dinâmica sociotécnica: como o sistema produz capacidades

A dinâmica sociotécnica das ETECs se desenvolve por meio da interação contínua entre atores humanos e não humanos, articulados em uma rede interdependente. Nesse sistema, máquinas, softwares e outros artefatos tecnológicos atuam como mediadores dos modos de operação e dos processos de aprendizagem. As práticas pedagógicas, por sua vez, atribuem sentidos a essas tecnologias e orientam seu uso de acordo com os objetivos da formação técnica, contribuindo para o desenvolvimento de competências técnicas específicas.

As políticas públicas, as diretrizes institucionais e os investimentos estabelecem condições e disponibilizam recursos para a educação técnica, influenciando a escolha e o uso das tecnologias. A relação entre essas orientações e as práticas institucionais envolve diferentes mediações que interferem no desenvolvimento das competências, desde aquelas relacionadas às operações técnicas até capacidades mais complexas, como tomar decisões considerando critérios de sustentabilidade e adaptar-se às novas tecnologias.

Essas mediações são influenciadas por valores culturais e organizacionais que participam da construção da ética profissional e da responsabilidade socioambiental dos estudantes. Com isso, a dinâmica sociotécnica nas ETECs não se limita à aquisição de habilidades técnicas: envolve a formação de uma cultura profissional pautada pela sustentabilidade, pela colaboração e pela inovação.

4.3 Coprodução: a escola transforma e é transformada

Inspirado em Jasanoff (2004), o modelo compreende a formação técnica como resultado de um processo de coprodução no qual escola e tecnologia se influenciam mutuamente.

De um lado, as tecnologias influenciam a organização escolar ao interferir nos ritmos e nas dinâmicas das aulas, estabelece padrões e critérios de qualidade por meio dos instrumentos utilizados e oferece formas específicas de representar, analisar e compreender problemas técnicos, especialmente com o uso de softwares e dispositivos digitais.





De outro lado, a escola influencia os usos e os sentidos atribuídos às tecnologias. Isso ocorre quando os docentes adaptam e reinterpretam os artefatos em suas práticas, quando os estudantes ressignificam ferramentas a partir de suas experiências formativas e quando as decisões administrativas incorporam valores institucionais e socioculturais às escolhas tecnológicas.

A formação técnica pode, portanto, ser compreendida como um processo contínuo de coprodução entre pessoas, políticas e artefatos, no qual a escola e as tecnologias se transformam mutuamente.

4.4 Integração da sustentabilidade ao modelo sociotécnico

No modelo proposto, a sustentabilidade constitui uma dimensão estruturante do sistema sociotécnico das ETECs e se organiza em três pontos principais:

- 1) **Material:** abrange práticas relacionadas ao uso racional de insumos nos laboratórios, ao descarte adequado de resíduos e à manutenção preventiva como estratégia de redução de impactos ambientais.
- 2) **Cultural:** refere-se à incorporação de valores relacionados à responsabilidade técnica, à consciência ambiental e à colaboração. Esses valores orientam comportamentos e contribuem para uma ética profissional comprometida com o cuidado no uso dos recursos.
- 3) **Organizacional:** compreende a articulação entre as ações institucionais, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e as políticas de CT&I voltadas ao desenvolvimento sustentável, considerando o papel da ETEC como agente territorial de inovação responsável.

A articulação dessas dimensões permite compreender a sustentabilidade não como um componente adicional, mas como parte constitutiva do sistema sociotécnico da formação técnica, presente nas práticas, nas decisões institucionais e na construção das culturas profissionais.





4.5 Modelo Conceitual Integrado

O modelo sociotécnico proposto reúne os principais elementos que estruturam a formação técnica nas ETECs e os organiza em quatro níveis inter-relacionados. Trata-se de uma ferramenta analítica, cuja representação gráfica e descrição textual são apresentadas a seguir.

Figura 1: *Modelo Sociotécnico da Formação Técnica (ETECs)*



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2026.

Nível 1 – Núcleo sociotécnico: reúne as interações cotidianas entre atores humanos e não humanos que constituem o centro da prática formativa. Abrange docentes, estudantes, equipamentos e instrumentos, softwares e dispositivos digitais, normas técnicas e documentos informacionais.

Nível 2 – Mediações: compreende os processos que conectam e organizam o núcleo sociotécnico, influenciando as formas de ensino e aprendizagem. Inclui mediações pedagógicas, técnicas, informacionais, socioculturais e organizacionais.

Nível 3 – Políticas e território: abrange o contexto macroinstitucional e territorial que orienta e condiciona a formação técnica. Inclui as políticas de EPT e de CT&I, além das dinâmicas do ecossistema local de inovação.

Nível 4 – Resultados sociotécnicos: reúne os efeitos produzidos pelas interações entre os demais níveis, entre eles o desenvolvimento de capacidades tecnológicas, a



inovação social e incremental, a consolidação de uma cultura técnica sustentável e as contribuições para o desenvolvimento territorial.

O modelo articula dimensões humanas, materiais, institucionais e simbólicas, evidenciando que a formação técnica resulta de relações sociotécnicas complexas e tensionadas. Nesse processo, práticas, tecnologias e políticas se coproduzem continuamente, mas não de maneira homogênea ou livre de conflitos.

A operacionalização do sistema sociotécnico nas ETECs ocorre em contextos marcados por assimetrias de infraestrutura, restrições orçamentárias, desigualdades territoriais, sobrecarga docente e rigidez normativa. Essas condições influenciam a maneira como as tecnologias são incorporadas e ressignificadas no cotidiano escolar. Por isso, o modelo não deve ser entendido como uma representação idealizada da realidade institucional, mas como uma ferramenta analítica para identificar desalinhamentos, tensões e limites concretos da formação técnica, contribuindo para reconhecer pontos críticos para a mediação sociotécnica e para a tomada de decisão institucional.

5. DISCUSSÃO

Esta discussão examina o modelo sociotécnico proposto à luz dos referenciais teóricos mobilizados, destacando suas contribuições para compreender a formação técnica, a inovação e a sustentabilidade nas ETECs. Ao integrar os estudos CTS, as teorias dos sistemas sociotécnicos e as perspectivas latino-americanas sobre tecnologia social, o modelo permite analisar a ETEC como uma instituição estratégica no ecossistema de CT&I. Essa leitura, contudo, exige considerar que a atuação das escolas ocorre em contextos marcados por tensões institucionais, limitações estruturais e contradições entre diretrizes normativas, condições materiais e práticas pedagógicas.

Um primeiro aspecto evidenciado pelo modelo é que as ETECs não podem ser compreendidas apenas como espaços de transmissão de conteúdos ou de preparação operacional. Em contraste com leituras que restringem a formação técnica à aquisição de





habilidades operacionais, o modelo sociotécnico destaca a coprodução de competências, habilidades, valores e práticas institucionais.

As ETECs atuam como sistemas sociotécnicos, participando da produção de uma cultura tecnológica, de capacidades profissionais, de identidades e de práticas que emergem da coprodução entre pessoas, políticas e artefatos. As tecnologias, deste modo, influenciam a organização dos ritmos, dos padrões e dos raciocínios presentes na escola, enquanto as práticas docentes, as ressignificações estudantis e as decisões institucionais atribuem novos sentidos aos artefatos e orientam seus usos. A contribuição de Latour (2005) sobre o papel dos elementos não humanos nas redes de ação ajuda a compreender como máquinas, instrumentos, softwares e normas técnicas participam dos processos de aprendizagem, conferindo ao ensino técnico um caráter concreto e situado.

Embora dialogue com as perspectivas latino-americanas dos estudos CTS, o modelo proposto não se limita à dimensão da inclusão. Ele amplia a compreensão da formação técnica ao destacar o potencial transformador das ETECs, que podem não apenas responder às características e demandas do contexto local, mas participar de sua transformação. Ao articular tecnologias e necessidades regionais, essas instituições podem contribuir para ampliar a autonomia tecnológica e reduzir dependências externas.

Outro aspecto central diz respeito à produção de capacidades tecnológicas e inovadoras. A literatura sobre inovação destaca que essas capacidades se desenvolvem por meio de processos interativos de aprendizagem. Nas ETECs, tais processos envolvem a articulação entre artefatos, práticas pedagógicas, mediações institucionais, fluxos informacionais e valores socioculturais. A inovação, portanto, não se restringe à criação de produtos sofisticados. Ela envolve a resolução de problemas concretos, a realização de melhorias incrementais, o raciocínio técnico, a cultura de segurança e a tomada de decisões orientadas por normas. Trata-se de uma inovação sociotécnica, situada e coletiva.

A sustentabilidade constitui um eixo transversal do sistema sociotécnico. Nos laboratórios e ambientes didáticos, o uso de insumos, o consumo de energia, o descarte de resíduos e a manutenção preventiva oferecem oportunidades de aprendizagem que aproximam





a prática técnica da responsabilidade ambiental. Entretanto, a realização dessas práticas depende de condições materiais, institucionais e formativas que não estão distribuídas de maneira igual entre as ETECs. Essa desigualdade evidencia tensões entre diretrizes normativas e as condições concretas de implementação. Ao incorporar práticas sustentáveis ao cotidiano, como a redução de desperdícios, a otimização de processos e a gestão de resíduos, as ETECs podem contribuir para a formação de profissionais comprometidos com os princípios da Agenda 2030 (ONU, 2015). Assim, a sustentabilidade integra os modos de pensar, agir e decidir tecnicamente, constituindo uma dimensão da cultura profissional, e não apenas um conteúdo a ser abordado.

Apesar de seu potencial analítico, a aplicação do modelo sociotécnico ao contexto das ETECs precisa considerar tensões institucionais e limitações estruturais, como restrições orçamentárias, desigualdades de infraestrutura, sobrecarga docente e rigidez normativa. A fragmentação entre políticas de EPT e de CT&I reforça esse quadro e indica que a consolidação das ETECs como sistemas sociotécnicos de inovação depende de processos contínuos de mediação, negociação e articulação institucional.

Mesmo antes de sua validação empírica, o Modelo Conceitual Integrado pode ser compreendido como uma ferramenta analítica potencial para gestores e coordenadores pedagógicos no planejamento institucional. Por exemplo, a aquisição de um novo software, classificado como ator não humano no Nível 1, precisa ser considerada em articulação com as mediações institucionais e pedagógicas. Isso envolve, entre outros aspectos, a formação docente e o planejamento curricular, situados no Nível 2, mas também as condições orçamentárias, as políticas institucionais e as necessidades do território, relacionadas ao Nível 3. A incorporação do software, portanto, não depende apenas de sua disponibilidade técnica, mas das condições institucionais e territoriais que possibilitam sua integração às práticas formativas, de modo que possa contribuir para os resultados sociotécnicos previstos no Nível 4, incluindo o desenvolvimento de capacidades tecnológicas, a inovação social e incremental, a consolidação de uma cultura técnica sustentável e as contribuições para o desenvolvimento territorial.





Em síntese, o modelo sociotécnico permite compreender a formação técnica como resultado das interações entre tecnologias, práticas, valores, políticas e territórios. Essa perspectiva destaca a importância das ETECs na construção de capacidades tecnológicas, na promoção da inovação e nas contribuições para o desenvolvimento sustentável.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das Escolas Técnicas Estaduais (ETECs), a partir da perspectiva sociotécnica proposta, evidencia sua complexidade e seu potencial de transformação. Compreender a formação técnica como um processo de coprodução requer um olhar crítico, atento tanto às limitações presentes nessas instituições quanto às possibilidades de contribuir para uma inovação socialmente responsável.

O modelo sociotécnico integrado, desenvolvido ao longo do estudo, sintetiza essas interações e mostra que a formação técnica vai além do domínio operacional. Ela envolve a coprodução de competências, valores e culturas profissionais, em processos mediados por atores humanos e não humanos.

No campo das políticas públicas, o estudo destaca a importância estratégica das ETECs no ecossistema de CT&I, sobretudo por sua contribuição para a formação de capacidades tecnológicas e para a promoção de práticas produtivas sustentáveis, vinculadas às características e demandas dos territórios.

No aspecto científico e institucional, o trabalho contribui para aproximar os estudos CTS e EPT ao compreender as escolas técnicas como sistemas sociotécnicos. O modelo proposto oferece uma referência analítica que pode apoiar práticas de gestão, o planejamento de infraestrutura, a formação docente e as decisões curriculares fundamentadas em uma análise sociotécnica.

Na dimensão social, o estudo destaca a importância de uma formação técnica que articule conhecimentos técnicos, segurança, ética, colaboração e responsabilidade socioambiental.





Como limitação, reconhece-se o caráter conceitual do estudo, que aponta para a necessidade de investigações empíricas futuras capazes de examinar e aprofundar o modelo proposto.

Compreender as ETECs como sistemas sociotécnicos permite ampliar a reflexão sobre a Educação Profissional e Tecnológica para além de abordagens instrumentalistas. Essa perspectiva pode contribuir para a formulação de políticas públicas e práticas formativas mais integradas, críticas e comprometidas com o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: EDUEPB; Florianópolis: Ed. Insular, 2014.

FEENBERG, Andrew. **Transforming Technology: A Critical Theory Revisited**. Oxford: Oxford University Press, 2002.

FEENBERG, Andrew. **Between Reason and Experience: Essays in Technology and Modernity**. Cambridge, MA: MIT Press, 2010.

FAGERBERG, Jan; MARTIN, Ben R.; ANDERSEN, Esben Sloth (eds.). **Innovation Studies: Evolution and Future Challenges**. Oxford: Oxford University Press, 2013.

HUGHES, Thomas P. The **Evolution of Large Technological Systems**. In: BIJKER, Wiebe E.; HUGHES, Thomas P.; PINCH, Trevor (eds.). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge, MA: MIT Press, 1987. p. 45–76.

JASANOFF, Sheila (ed.). **States of Knowledge: The Co-production of Science and the Social Order**. London: Routledge, 2004.

LATOUR, Bruno. **Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory**. Oxford: Oxford University Press, 2005.





LUNDVALL, Bengt-Åke (ed.). **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter Publishers, 1992.

NELSON, Richard R. (ed.). **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: United Nations, 2015. A/RES/70/1.

PINCH, Trevor J.; BIJKER, Wiebe E. **The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other**. *Social Studies of Science*, v. 14, n. 3, p. 399–441, 1984.

SMITH, Adrian; FRESSOLI, Mariano; THOMAS, Hernán. **Grassroots innovation movements: challenges and contributions**. *Journal of Cleaner Production*, v. 63, p. 114–124, 2014.

THOMAS, Hernán. **Tecnologias para inclusão social e políticas públicas na América Latina**. In: OTTERLOO, Aldalice et al. *Tecnologias Sociais: caminhos para a sustentabilidade*. Brasília, DF: Rede de Tecnologia Social, 2009. p. 25–81.

WINNER, Langdon. **Do Artifacts Have Politics? In: WINNER, Langdon. The Whale and the Reactor: A Search for Limits in an Age of High Technology**. Chicago: University of Chicago Press, 1986. p. 19-39.

Recebido em: 12/09/2026

Aprovado em: 28/09/2026

Publicado em: 14/10/2026

